



**MVM PAKS II S. A.**

**ÎNFIINȚAREA UNOR NOI BLOCURI NUCLEARE ÎN  
LOCAȚIA PAKS**

***STUDIU DE EVALUARE A  
IMPACTELOR ASUPRA MEDIULUI***

**REZUMAT ACCESIBIL**

**MVM Paks II S. A. număr contract: 4000018343**

**MVM ERBE S. A. număr contract: 13A380069000**



## DATELE SOLICITANTULUI AUTORIZAȚIEI

Denumirea Solicitantului autorizației:	Societatea pe Acțiuni de Tip Închis Centrala Nucleară MVM Paks II.
Prescurtarea oficială a Solicitantului autorizației:	MVM Paks II S. A. (MVM Paks II. Zrt.)
Sediul Solicitantului autorizației:	7030 Paks, str. Gagarin 1-3. 302/B
Număr de registru al comerțului al solicitantului autorizației:	17-10-001282
Numărul TVA al Solicitantului autorizației:	24086954-2-17
Codul statistic al Solicitantului autorizației:	24086954-4222-114-17
Conducătorul Solicitantului autorizației:	Nagy Sándor – director general
Persoana de contact a Solicitantului autorizației:	Puskás László – șef Departament Autorizații și Securitate Nucleară
Datele de contact ale persoanei de contact a Solicitantului autorizației:	+36 75 503 730

## DATELE ACTIVITĂȚII PLANIFICATE

Denumirea centralei nucleare planificate:	Centrala Nucleară Paks II
Denumirea prescurtată a centralei nucleare planificate:	<i>Paks II.</i>
Activitatea planificată:	înființarea și exploatarea a două blocuri nucleare de generația a III-a, cu apă presurizată
Scopul activității planificate:	producție de energie electrică pentru uz public
Puterea electrică brută a centralei nucleare planificate:	maxim 1 200 MW <sub>e</sub> pentru fiecare bloc
Puterea termică brută a centralei nucleare planificate:	maxim 3 200 MW <sub>th</sub> pentru fiecare bloc
Locația centralei nucleare planificate:	amplasamentul Centralei Nucleare Paks
Data planificată a începerii operării comerciale a noilor blocuri:	2025 – Centrala Nucleară Paks II, blocul1, 2030 - Centrala Nucleară Paks II, blocul2
Durata de viață planificată a noilor blocuri:	minim 60 ani

## DATELE ZONEI DE AMPLASAMENT PLANIFICATE

Număr registrul funciar al zonei de amplasament planificate:	Paks 8803/15
Proprietarul zonei de amplasament planificate:	MVM Centrala Nucleară Paks S. A.

## DATELE CELOR CARE AU ELABORAT STUDIUL DE IMPACT ASUPRA MEDIULUI (PROIECTANȚI)

Studiul de impact asupra mediului a blocurilor nucleare planificate a fost întocmit de către S.A. MVM ERBE.

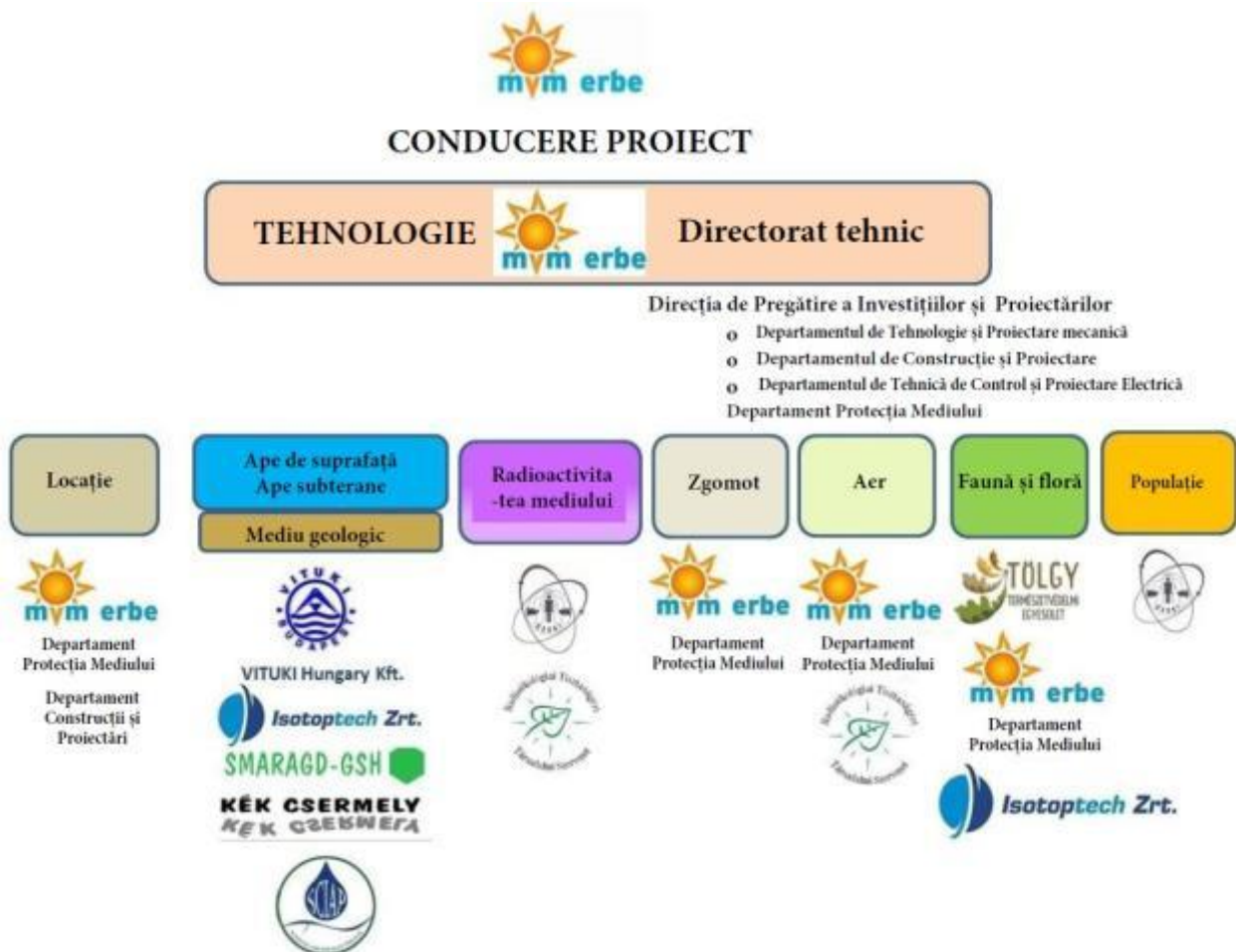
Denumirea proiectantului:	Societatea pe Acțiuni de Tip Închis Biroul de Inginerie MVM ERBE ENERGETIKA
Prescurtarea oficială a proiectantului:	MVM ERBE S. A. (MVM ERBE Zrt.)
Sediul proiectantului:	1117 Budapesta Calea Budafoki nr. 95.
Numărul din registrul comerțului:	01-10-045821
Șeful firmei proiectante:	Dohán Farkas – director general

Sistemul de condiții tehnice al studiului de impact asupra mediului la blocurile nucleare planificate și al autorizației acestora a fost elaborat pe baza datelor tehnice de bază și a soluțiilor tehnice, având ca punct de pornire valorile emisiilor maxime care determină impactul maxim asupra mediului, acestea fiind bazate la rândul lor pe datele disponibile livrate în prealabil de către furnizorul blocurilor, pe datele publicate referitor la alte centrale în construcție, pe baze de date publice, prezentații, date de referință ale blocurilor deja realizate. Aranjamentul clădirilor și obiectivelor în planul de ansamblu al amplasamentului s-a elaborat pe baza unor considerente tehnologice, luând în considerare unitățile tehnologice care necesită spații mari. Datele tehnice de bază au fost elaborate de către MVM ERBE S. A. (ERBE).

Evaluarea impactului asupra mediului al centralei nucleare reprezintă o sarcină multidisciplinară, deosebit de complexă și necesită o largă colaborare profesională.

În acest scop, pentru efectuarea evaluării stării originale a locației Paks și, în faza următoare, a programului de evaluare a impactelor asupra mediului și a studiului de impact asupra mediului, ERBE a subcontractat alte firme calificate, având o bună reputație profesională și având referințe profesionale corespunzătoare.

Sistemul structurilor profesionale care participă la realizarea lucrării s-a format conform celor de mai jos.



## CUPRINS

<b>1. INFORMAȚIILE FUNDAMENTALE LEGATE DE DEZVOLTAREA PLANIFICATĂ</b>	<b>16</b>
<b>1.1 Activități Pentru Pregătirea Investiției Planificate</b>	<b>16</b>
1.1.1 Proiect teller	16
1.1.2 proiectul Lévai	16
1.1.3 MVM PAKS II. S. A. Societate De Proiect pentru Dezvoltarea Centralei Nucleare	17
1.1.4 Suportul De Reglementări	17
1.1.5 Selecția Blocurilor Ce Urmează A Fi Construite	17
<b>1.2 Prezentarea autorizării noilor blocuri nucleare</b>	<b>18</b>
<b>1.3 situația autorizației de mediu a noilor blocuri planificate</b>	<b>20</b>
1.3.1 Documentația preliminară de consultație referitoare la cele 5 tipuri potențiale de blocuri (EKD)	20
1.3.2 Studiul de impact asupra mediului LA centrala nucleară Paks II. (KHT)	24
1.3.3 Activitățile de informare ale mvm paks ii s. a.	28
<b>2 PROGNOSTIZAREA UTILIZĂRII DE ENERGIA ELECTRICĂ ÎN UNGARIA</b>	<b>29</b>
2.1 Prognostizarea necesarului național de energie electrică până în 2030	29
<b>3 PREZENTAREA GENERALĂ A ENERGETICII NUCLEARE</b>	<b>30</b>
3.1 Producția mondială de energie electrică nucleară	30
3.2 Prezentarea generală a blocurilor cu apă sub presiune (PWR)	31
3.2.1 Procesul de producție al energiei în blocurile funcționând cu reactoare PWR	31
3.2.2 Obiectivele caracteristice ale tipului de bloc PWR	32
<b>4 SECURITATE NUCLEARĂ</b>	<b>33</b>
4.1 Principii de bază ale securității nucleare	33
4.2 Cerințe în materie de securitate nucleară	39
4.3 Scara internațională a evenimentelor nucleare	41
<b>5 CARACTERISTICILE ZONEI PREVĂZUTE PENTRU INSTALARE</b>	<b>46</b>
5.1 Zona de instalare a centralei paks ii în cadrul amplasamentului centralei nucleare de la paks	47
5.2 Infrastructura zonei de instalare	48
5.3 Centrala nucleară de la paks și infrastructura conexă	49
5.3.1 Centrala nucleară de la paks	50
5.3.2 Substația de 400 KV	51
5.3.3 Depozitul temporar pentru combustibilul ars (DTCA)	52
5.4 Sisteme de monitorizare în împrejurimile centralei nucleare de la Paks	53
5.4.1 VERIFICAREA CARACTERISTICILOR tradiționale PRIVIND STAREA MEDIULUI	53
5.5 Sistem de protecție împotriva radiațiilor (SPR)	54
<b>1 KÖRNYEZETI ÁLLOMÁSOK</b>	<b>57</b>
<b>2 STAȚII DE MONITORIZARE A MEDIULUI</b>	<b>57</b>
5.6 Sistemul administrativ de protecție a mediului împotriva radiațiilor (SAPMR)	58
5.7 Sistemul național de protecție a mediului împotriva radiațiilor (SNPMR)	59
5.8 Sumarul caracteristicilor centralei de la paks	61
<b>6 METODE POSIBILE DE RĂCIRE CU CONDENSARE PENTRU NOILE UNITĂȚI ALE CENTRALEI NUCLEARE</b>	<b>62</b>

<b>6.1</b>	<b>Posibilitățile și necesarul de răcire ale centralelor cu condensare utilizate în producția de energie electrică.....</b>	<b>62</b>
<b>6.2</b>	<b>Cadru legislativ și valori limită privind poluarea termică a mediului acvatic.....</b>	<b>63</b>
6.2.1	Reglementare generală privind poluarea termică a mediului acvatic.....	63
6.2.2	Reglementări cu privire la poluarea termică a centralelor termice.....	64
<b>6.3</b>	<b>Modalități de răcire care pot fi utilizate în unitățile de la Paks .....</b>	<b>65</b>
6.3.1	Răcire cu apă proaspătă.....	65
6.3.2	Sistem de răcire cu turn de.....	68
6.3.3	Analiza costuri/beneficii a metodelor de răcire cu apă proaspătă și cu turn de răcire .....	71
<b>7</b>	<b>CARACTERISTICILE ȘI DATELE DE BAZĂ ALE CENTRALEI NUCLEARE PAKS II PROIECTATĂ PE AMPLASAMENTUL DE LA PAKS .....</b>	<b>72</b>
<b>7.1</b>	<b>Evoluția unităților rusești VVER.....</b>	<b>72</b>
<b>7.2</b>	<b>Caracteristicile unităților rusești proiectate pe amplasamentul de la paks .....</b>	<b>73</b>
7.2.1	Principalii parametri tehnici.....	73
7.2.2	Obiective de securitate și soluții de proiectare.....	73
<b>7.3</b>	<b>CombustibilUL .....</b>	<b>74</b>
<b>7.4</b>	<b>Circuitul primar .....</b>	<b>74</b>
<b>7.5</b>	<b>Circuitul secundar .....</b>	<b>75</b>
<b>7.6</b>	<b>Sisteme de răcire.....</b>	<b>75</b>
7.6.1	Extragerea apei Dunării.....	75
7.6.2	Sistemul de răcire al condensatorului.....	76
7.6.3	Sistemul de răcire cu apă tehnologică (în circuitul secundar).....	76
7.6.4	Sistemul de răcire de siguranță .....	77
7.6.5	Instalațiile hidraulice ale sistemelor de răcire .....	78
<b>7.7</b>	<b>Sisteme și instalații auxiliare .....</b>	<b>82</b>
7.7.1	Apa nesărată .....	82
7.7.2	Apa tehnologică uzată .....	83
7.7.3	Apa uzată din turnurile de răcire de siguranță .....	84
7.7.4	Apă potabilă – Ape reziduale comunale .....	84
7.7.5	Ape pluviale .....	85
7.7.6	Apă pentru stingerea incendiilor .....	85
7.7.7	Descărcarea și depozitarea substanțelor chimice .....	85
7.7.8	Generatoare diesel .....	86
7.7.9	Cazanul auxiliar .....	86
7.7.10	Instalații .....	86
7.7.11	Sistem de alimentare cu aer comprimat .....	86
7.7.12	Sistem de termoficare.....	86
<b>7.8</b>	<b>Tehnologia de control .....</b>	<b>87</b>
<b>7.9</b>	<b>Sisteme electrice .....</b>	<b>87</b>
<b>7.10</b>	<b>Construcții.....</b>	<b>88</b>
7.10.1	Nivelele de fundație ale unităților proiectate .....	88
7.10.2	Planul de ansamblu al centralei nucleare Paks II .....	88
7.10.3	Caracteristicile clădirilor și construcțiilor centralei nucleare Paks II.....	90
7.10.4	Perspectivile centralei nucleare Paks II.....	91
<b>7.11</b>	<b>Criteriile de acceptare aferente diferitelor condiții de funcționare .....</b>	<b>93</b>
7.11.1	Funcționare normală.....	93
7.11.2	Evenimente bază de proiectare .....	93
7.11.3	Prevederi naționale și internaționale aplicabile pentru evenimente care depășesc baza de proiectare.....	94
7.11.4	Evenimente semnificative .....	95

<b>7.12</b>	<b>Caracteristicile construirii centralei nucleare Paks II.....</b>	<b>95</b>
7.12.1	Zonele de construire destinate centralei nucleare Paks II și instalațiilor aferente.....	95
7.12.2	Etapele construirii centralei nucleare Paks II.....	95
7.12.3	Calendarul realizării centralei nucleare Paks II.....	96
7.12.4	Necesarul de resurse umane în perioada de realizare.....	97
<b>7.13</b>	<b>Caracteristicile funcționării centralei nucleare Paks II.....</b>	<b>97</b>
7.13.1	Calendarul exploatării centralei nucleare Paks II.....	97
7.13.2	Necesarul de forță de muncă pentru exploatarea noilor unități.....	97
7.13.3	Caracteristicile operaționale ale noilor unități.....	98
7.13.4	Bilanțul anual material și energetic al unităților noi.....	98
<b>7.14</b>	<b>Abandonarea noilor unități.....</b>	<b>101</b>
7.14.1	Strategia de dezafectare a noilor unități.....	101
7.14.2	Finanțarea și costurile activității de dezafectare.....	101
<b>8</b>	<b>CONECTAREA LA REȚEAUA ELECTRICĂ A UNGARIEI.....</b>	<b>101</b>
<b>8.1</b>	<b>Compatibilitatea noilor unități cu rețeaua electrică a Ungariei.....</b>	<b>101</b>
<b>8.2</b>	<b>Locul de instalare al noii substații Paks II de 400 / 120 kV.....</b>	<b>102</b>
<b>8.3</b>	<b>Liniile unităților de 400 kV și liniile electrice de 120 kV.....</b>	<b>102</b>
8.3.1	Liniile de 400 kV ale unităților.....	103
8.3.2	Linii aeriene de 120 kV.....	106
8.3.3	Zonă comună de siguranță.....	106
8.3.4	Instalarea liniilor electrice.....	106
<b>9</b>	<b>POTENȚIALII FACTORI DE IMPACT ȘI AFECTĂRILE POSIBILE.....</b>	<b>107</b>
<b>9.1</b>	<b>POTENȚIALII factori de impact.....</b>	<b>107</b>
<b>9.2</b>	<b>DOMENII afectate.....</b>	<b>108</b>
<b>9.3</b>	<b>Posibile matrice de efecte.....</b>	<b>109</b>
<b>10</b>	<b>EPECTELE SOCIALE ȘI ECONOMICE ALE INVESTIȚIEI DE LA PAKS.....</b>	<b>112</b>
<b>10.1</b>	<b>Efecte și condiții economice.....</b>	<b>112</b>
<b>10.2</b>	<b>Aspecte sociale și sistemul de criterii.....</b>	<b>113</b>
<b>11</b>	<b>CONDIȚII METEOROLOGICE ACTUALE ȘI PROGNOZE PE O RAZĂ DE 30 KM A ORAȘULUI PAKS.....</b>	<b>115</b>
<b>11.1</b>	<b>Condiții climatice pe o rază de 30 km A orașului Paks.....</b>	<b>115</b>
<b>11.2</b>	<b>Schimbări climatice în regiunea Paks în secolul xxi pe baza modelelor climatice.....</b>	<b>116</b>
11.2.1	Modele disponibile.....	117
11.2.2	Prelucrarea rezultatelor modelelor disponibile în privința condițiilor medii pe o rază de 30 KM de Paks.....	118
<b>12</b>	<b>EPECTELE INVESTIȚIEI PROPUSE ȘI ALE CONDIȚIILOR DE MEDIU ASUPRA TEMPERATURII APEI DUNĂRII, EXPUNERII LA INUNDAȚII, SECURITĂȚII SISTEMULUI DE EXTRAGERE A APEI ȘI MODIFICĂRII ALBIEI.....</b>	<b>121</b>
<b>12.1</b>	<b>Efectele construirii centralei nucleare Paks II asupra Dunării.....</b>	<b>121</b>
12.1.1	EPECTELE CONSTRUIRII CENTRALEI NUCLEARE Paks II ASUPRA ZONEI DE CURGERE ȘI SCHIMBĂRILOR ALBIEI.....	121
12.1.2	Emisii de ape uzate comunale Epurate în perioada construirii.....	123
<b>12.2</b>	<b>Efectele funcționării centralei nucleare Paks II asupra dunării.....</b>	<b>125</b>
12.2.1	Stări de funcționare de referință.....	125
12.2.2	Descrierea schimbărilor anticipate pe baza analizei câmpului de viteză de curgere a Dunării.....	125
12.2.3	Evaluarea efectului investiției asupra albiei Dunării.....	133

12.2.4	Deversarea apei încălzite în Dunăre .....	140
12.2.5	Deversarea apelor uzate comunale epurate în perioada funcționării.....	146
12.2.6	Evaluarea efectelor condițiilor naturale și artificiale extreme asupra expunerii la inundații și securității sistemului de extragere a apei.....	146
12.3	<b>Efectele anticipate asupra dunării după abandonarea centralei nucleare Paks II .....</b>	<b>151</b>
13	<b>EVALUAREA CALITĂȚII APEI DUNĂRII ȘI A ALTOR APE DE SUPRAFAȚĂ CONFORM DIRECTIVEI CADRU.....</b>	<b>151</b>
13.1	<b>EVALUAREA SITUAȚIILOR DE REFERINȚĂ .....</b>	<b>153</b>
13.1.1	Evaluarea datelor din arhiva națională pentru Secțiunea evaluată a Dunării.....	155
13.1.2	Starea de referință a secțiunii evaluate (1560.6 km-1481.5 km) .....	159
13.2	<b>Efectele investiției Paks ii asupra florei și faunei Dunării.....</b>	<b>166</b>
13.3	<b>evaluarea investiției Paks II CONFORM planului de MANAGEMENT al BAZINULUI Hidrografic .....</b>	<b>172</b>
14	<b>FORMAȚIUNI GEOLOGICE ȘI APELE SUBTERANE ÎN ZONA ȘI ÎN IMEDIATA APROPIERE A AMPLASAMENTULUI .....</b>	<b>173</b>
14.1	Procese dominante în curgerea apelor subterane din apropierea amplasamentului.....	174
14.2	Efectul construirii și funcționării centralei paks ii asupra formațiunilor geologice și asupra apelor subterane .....	175
14.3	Defecțiuni și avarii.....	177
15	<b>FORMAȚIUNI GEOLOGICE ȘI APE SUBTERANE ÎN VALEA DUNĂRII .....</b>	<b>178</b>
16	<b>ZGOMOTE ȘI VIBRAȚII.....</b>	<b>182</b>
16.1	Măsurarea nivelului inițial de zgomot și de vibrații .....	182
16.2	Efectele și zonele de impact ale construirii centralei nucleare paks ii.....	183
16.3	Efectele și zonele de impact ale funcționării centralei nucleare paks ii.....	185
16.4	Zona completă de impact a funcționării centralei nucleare paks ii.....	187
16.4.1	Efectele și zonele de impact ale funcționării concomitente a centralei nucleare de la paks și a centralei nucleare Paks II .....	188
16.4.2	Efectele și zonele de impact ale avariilor/accidentelor .....	189
16.5	Efectele și zonele de impact ale activității de abandonare .....	190
17	<b>AERUL .....</b>	<b>191</b>
17.1	Examinările stării de bază.....	191
17.2	impactele directe și zonele de impact ale construcției și exploatării paks II .....	192
17.3	impactele directe și zona de impact ale construcției .....	193
17.4	Rezumat.....	195
18	<b>BIOSFERA-ECOSISTEMUL .....</b>	<b>195</b>
18.1	Vegetația și caracteristicile florei în împrejurimile centralei.....	195
18.2	Zonele natura 2000 situate pe o rază de 10 km în jurul centralei .....	199
18.3	<b>Impactul Paks II asupra florei .....</b>	<b>200</b>
18.3.1	Impactul și zona de impact al construcției .....	200
18.3.2	Impactul și zona de impact al exploatării .....	201
18.3.3	Impactul și zona de impact al abandonului .....	202
18.4	<b>Impactul paks II asupra faunei .....</b>	<b>202</b>
18.4.1	Impactul și zona de impact al construcției .....	202
18.4.2	Impactul și zona de impact al exploatării .....	206



18.4.3	Impactul și zona se impact al abandonării.....	209
<b>19</b>	<b>DEȘEURI NERADIOACTIVE.....</b>	<b>209</b>
19.1	Tipuri și cantități de deșeuri.....	209
19.2	Colectarea, depozitarea, valorificarea, neutralizarea deșeurilor.....	210
19.3	Impacturi și zone de acțiune.....	211
19.3.1	Impacturi directe.....	211
19.3.2	Impacturi indirecte.....	211
19.3.3	Impacturi asupra mediului care se întind peste granițele țării.....	211
<b>20</b>	<b>MANAGEMENTUL ȘI DEPOZITAREA DEȘEURILOR RADIOACTIVE ȘI A CASETELOR UZATE.....</b>	<b>211</b>
20.1	Definirea deșeurilor radioactive.....	211
20.2	Caracteristicile casetelor de combustibil uzate.....	212
20.3	Dispoziții generale referitoare la deșeurile radioactive.....	213
20.3.1	Deșeurilor radioactive solide cu activitate redusă și medie.....	213
20.3.2	Deșeuri cu activitate ridicată.....	214
20.3.3	Deșeurilor radioactive lichide.....	214
20.4	Dispoziții generale referitoare la casetele de combustibil.....	214
20.5	Impacturile potențiale ale înființării.....	215
20.6	Impacturile potențiale ale funcționării.....	215
20.6.1	Deșeuri radioactive.....	215
20.6.2	Casete de combustibil uzate.....	216
20.6.3	Impacturile potențiale ale funcționării și zonele de impact.....	217
20.6.4	Impacturile funcționării comune ale centralei Paks II. și Centralei Nucleare Paks și zonele de impact.....	218
20.6.5	Impacturile evenimentelor de bază planificate.....	219
20.7	Impacturile potențiale ale scoaterii din folosință.....	219
<b>21</b>	<b>RADIOACTIVITATEA MEDIULUI - EXPUNEREA LA RADIAȚII A POPULAȚIEI DIN PREAJMA CENTRALEI NUCLEARE.....</b>	<b>220</b>
21.1	Radioactivitatea mediului în cadrul cercului de rază de 30 km în jurul centralei nucleare.....	220
21.2	Starea sănătății populației care locuiește în cercul cercetat de rază de 30 km.....	225
21.3	Expunerea actuală la radiații a populației care trăiește în cercul de rază de 30 km în jurul centralei.....	227
21.4	Impactul înființării centralei Paks II. asupra expunerii la radiații a populației din preajma centralei nucleare.....	230
21.5	Impactul funcționării centralei Paks II. asupra expunerii la radiații a populației din preajma centralei nucleare.....	230
<b>22</b>	<b>EXPUNEREA LA RADIAȚII A FLOREI ȘI FAUNEI.....</b>	<b>240</b>
<b>23</b>	<b>MĂSURILE ÎNTREPRINSE PENTRU PREVENIREA ACCIDENTELOR CU IMPACT ASUPRA MEDIULUI, PRECUM ȘI PENTRU REDUCEREA CONSECINȚELOR ASUPRA MEDIULUI ÎN CAZUL PRODUCERII UNUI ASTFEL DE ACCIDENT.....</b>	<b>245</b>
<b>24</b>	<b>SINTEZĂ.....</b>	<b>245</b>
	<b>BIBLIOGRAFIE.....</b>	<b>252</b>

## LISTA FIGURILOR

Figura 1: Procesul de autorizare al centralei nucleare .....	19
Figura 2.: Zonele analizate în cadrul EKD-ban (10 km, 30 km) [1].....	21
Figura 3: Diferitele zone analizate în cadrul KHV [2], [3].....	28
Figura 4: Prognostizarea consumului net de energie electrică până în 2030 [2-1] .....	29
Figura 5: Amplasarea centralelor nucleare la nivel mondial [4].....	30
Figura 6: Amplasarea centralelor nucleare în Europa [5].....	30
Figura 7: Schema generală a reactorului PWR [6].....	31
Figura 8: Baraje de inginerie la blocurile nucleare [7].....	35
Figura 9: Secțiunea anvelopei de protecție cu pereți dublii [7].....	35
Figura 10: Anvelopa de protecție exterioară asigură protecție la impactele externe [7].....	36
Figura 11: Barajele de protecție, nivelele de protecție în profunzime și ierarhia intervențiilor [8].....	38
Figura 12: Scara Internațională a Evenimentelor Nucleare și Radiologice (INES).....	41
Figura 13: Harta de ansamblu a amplasamentului de la Paks [13].....	46
Figura 14: Amplasamentul de la Paks cu indicarea locului noii centrale nucleare proiectate .....	47
Figura 15: Locația unităților proiectate [14].....	48
Figura 16: Imaginea unităților gemene ale Centralei Nucleare de la Paks [13].....	49
Figura 17: Centrala Nucleară și infrastructura conexă în cadrul amplasamentului de la Paks [15].....	49
Figura 18: Secțiunea transversală pe direcția est-vest a Centralei Nucleare de la Paks [16].....	50
Figura 19: Zona de securitate a Centralei Nucleare de la Paks [15].....	51
Figura 20: Secțiunea transversală a DTCA [15].....	52
Figura 21: Zona de securitate a DTCA [15].....	53
Figura 22: Poziționarea sistemului de monitorizare a emisiilor radioactive și a mediului Centralei Nucleare de la Paks [17].....	54
Figura 23: Structura sistemului de monitorizare a emisiilor radioactive și a mediului Centralei Nucleare de la Paks [18].....	55
Figura 24: Stațiile de telemetrie de tip „A” și „G” de monitorizare a mediului în apropierea Centralei Nucleare de la Paks [19] .....	56
Figura 25: Puncte de măsurare stabilite de autorități pe o rază de 30 km a Centralei Nucleare de la Paks [20].....	58
Figura 26: Evoluția mediei naționale, precum și a valorilor maxime și minime pentru ratele de expunere la radiații gamma în anul 2012 [22].....	60
Figura 27: Ratele zilnice de expunere măsurate la stațiile de monitorizare a mediului din Centrala Nucleară de la Paks în 2012 .....	61
Figura 28: Răcire umedă cu turn de răcire cu tiraj natural, cu o înălțime maximă a turnului la 100 m - perspectivă (vedere panoramică și laterală) .....	70
Figura 29: Răcire umedă cu turn de răcire cu tiraj natural asistat de ventilator - perspectivă (vedere panoramică și laterală) .....	70
Figura 30: Răcire hibridă (uscată/umedă) cu turn de răcire - perspectivă (vedere panoramică și laterală) .....	71
Figura 31: Unități VVER în curs de construcție și proiectate [7].....	72
Figura 32: Plan de ansamblu al instalației existente de disipare a energiei cu un al doilea (nou) punct de deversare.....	81
Figura 33: Locația instalației de apă de la Csámpa [33].....	85
Figura 34: Planul de instalare a Centralei Nucleare Paks II – Hartă de ansamblu.....	89
Figura 35: Poziția clădirilor și construcțiilor Centralei Nucleare Paks II pe planul de construcție.....	90
Figura 36: Vedere panoramică a unităților proiectate și a liniilor de 400 kV – din direcția sudvest.....	91
Figura 37: Vedere la nivelul ochilor a unităților proiectate și a liniilor de 400 kV – din direcția sudvest.....	92
Figura 39: Vedere la nivelul ochilor a unităților proiectate și a liniilor de 400 kV – din direcția nord-vest .....	93
Figura 40: Graficul solicitării forței de muncă luată în considerare în calcule [33], [37], [38].....	97
Figura 41: Traseul liniilor unităților între Centrala Nucleară Paks II și Substația Paks II (amplasamentul substației).....	103
Figura 42: Legenda pentru planul liniilor unităților cu numărul V-01195 ERBE.....	103
Figura 43: Linia electrică aeriană de 400 kV între Martonvásár și Győr, cu stâlpi în formă de brad .....	104
Figura 44: Linia electrică aeriană de 400 kV între Pécs și graniță, cu stâlpi în formă de brad, cu coridor pentru linie.....	104
Figura 45: Linia electrică aeriană de 400 kV între Martonvásár și Győr, montarea stâlpilor .....	107
Figura 46: Modelul ALADIN-Climate, cu o rezoluție de 25 km (întregul panel) și de 10 km (dreptunghiul albastru).....	117
Figura 47: Modelul REMO cu o rezoluție de 25 km .....	118
Figura 48: Punctele de grilă ale modelelor ALADIN-Climate (cu negru) și REMO (cu roșu) din apropierea Centralei Nucleare de la Paks .....	119
Figura 49: Evoluția anuală a temperaturilor medii lunare (°C) în regiunea Paks pe baza observațiilor între 1961 și 1990 (linie gri), precum și evoluția anuală prevăzută pe baza celor două modele (°C; intervalul de incertitudine delimitat de acestea cu fâșii colorate).....	120

Figura 50: Evoluția anuală a cantității totale medii de precipitații (mm) în regiunea Paks pe baza observațiilor între 1961 și 1990 (linie gri), precum și evoluția anuală prevăzută pe baza celor două modele (mm; intervalul de incertitudine delimitat de acestea cu fâșii colorate) .....	120
Figura 51: Câmpul de viteză calculat în apropierea estuarului canalului de apă rece și de apă caldă, în cazul unui debit de 2300 m <sup>3</sup> /s, bazat pe un debit mediu al Dunării pe mai mulți ani și pe extragerea unei cantități de apă rece de 100 m <sup>3</sup> /s – exclusiv la Centrala Nucleară de la Paks .....	122
Figura 52: Câmpul de viteză calculat în apropierea estuarului canalului de apă rece și de apă caldă, în cazul unui debit de 2300 m <sup>3</sup> /s, bazat pe un debit mediu al Dunării pe mai mulți ani și pe extragerea unei cantități de apă rece de 100 m <sup>3</sup> /s (Centrala Nucleară de la Paks – Centrala Nucleară Paks II în timpul lucrărilor de construcție) .....	122
Figura 53: Prezentarea vitezei de curgere absolută pe segmentul 1519-1530 km al Dunării [m/s] – Centrala Nucleară de la Paks, la nivel extrem de mare ( $Q_{20.000ani} = 14\,799\text{ m}^3/\text{s}$ , și în cazul extragerii apei de 100 m <sup>3</sup> /s) – exclusiv Centrala Nucleară de la Paks în mod independent – cu coordonate pe baza sistemului unic de proiecție .....	127
Figura 54: Situația vitezei de curgere absolută pe segmentul 1519-1530 km al Dunării [m/s] – funcționare normală de referință, nivel extrem de ridicat ( $Q_{20.000ani} = 14\,799\text{ m}^3/\text{s}$ , extragerea apei: 232 m <sup>3</sup> /s) – funcționare simultană a Centralei Nucleare de la Paks și a Centralei Nucleare Paks II – cu coordonate stabilite pe baza sistemului unic de proiecție .....	128
Figura 55: Imaginea inundațiilor statice dacă nivelul Dunării atinge 96,90 mrMB .....	129
Figura 56: Imaginea inundațiilor statice dacă nivelul Dunării atinge 96,30 mrMB .....	130
Figura 57: Situația vitezei de curgere absolută pe segmentul 1519-1530 km al Dunării [m/s] – Centrala Nucleară de la Paks în mod independent, nivel extrem de scăzut ( $Q_{20.000ani} = 579\text{ m}^3/\text{s}$ , extragerea apei: 100 m <sup>3</sup> /s) – cu coordonate pe baza sistemului unic de proiecție .....	131
Figura 58: Situația vitezei de curgere absolută pe segmentul 1519-1530 km al Dunării [m/s] – funcționare normală de referință, nivel extrem de scăzut ( $Q_{20.000ani} = 579\text{ m}^3/\text{s}$ , extragerea apei: 232 m <sup>3</sup> /s) – Centrala Nucleară de la Paks și Centrala Nucleară Paks II împreună – cu coordonate pe baza sistemului unic de proiecție .....	132
Figura 59: Evoluția firului apei calculată pe mai mulți ani cu un debit mediu multianual de 2300 m <sup>3</sup> /s (an hidrologic mediu), privind trei perioade de funcționare: Centrala Nucleară de la Paks în mod independent, Centrala Nucleară de la Paks și Centrala Nucleară Paks II împreună, Centrala Nucleară Paks II în mod independent .....	134
Figura 60: Evoluția firului apei calculat în cazul unui debit de 3000 m <sup>3</sup> /s (an hidrologic cu o cantitate ridicată de precipitații), privind trei perioade de funcționare: Centrala Nucleară de la Paks în mod independent, Centrala Nucleară de la Paks și Centrala Nucleară Paks II împreună, Centrala Nucleară Paks II în mod independent .....	135
Figura 61: Schimbarea albiei calculată după 5 ani de funcționare, în condițiile unui debit al Dunării de 2300 m <sup>3</sup> /s (an hidrologic mediu) și de extragere a unei cantități de apă de răcire de 100 m <sup>3</sup> /s – funcționare independentă a Centralei Nucleare de la Paks (2014-2025) .....	137
Figura 62: Schimbare așteptată a albiei, după 5 ani de funcționare, în cazul unui debit al Dunării de 2300 m <sup>3</sup> /s (an hidrologic mediu) și a extragerii unei cantități de apă de răcire de 100 m <sup>3</sup> /s (condiții în perioada 2030-2032) – funcționarea Centralei Nucleare de la Paks și a Centralei Nucleare Paks II împreună (2030-2032) .....	138
Figura 63: Schimbarea așteptată a albiei, după 5 ani de funcționare, în cazul unui debit al Dunării de 2300 m <sup>3</sup> /s (an hidrologic mediu) și extragerii unei cantități de apă de răcire de 100 m <sup>3</sup> /s (condiții în perioada 2037-2085) – funcționarea independentă a Centralei Nucleare Paks II (2037-2085) .....	139
Figura 64: Zona de impact a curentului de apă caldă de peste 30°C – Condițiile actuale ( $T_{Dunare,max}=25,61\text{ }^{\circ}\text{C}$ , $Q_{Dunare}=1500\text{ m}^3/\text{s}$ , debit apă caldă: 100 m <sup>3</sup> /s) .....	142
Figura 65: Zona de impact a curentului de apă caldă de peste 30°C – Condițiile în anul 2032 ( $T_{Dunare,max}=26,38\text{ }^{\circ}\text{C}$ , $Q_{Dunare}=1500\text{ m}^3/\text{s}$ , debit apă caldă: 100 m <sup>3</sup> /s + 132 m <sup>3</sup> /s) .....	143
Figura 66: Zona de impact a curentului de apă caldă de peste 30°C – Condițiile în anul 2085 ( $T_{Dunare,max}=28,64\text{ }^{\circ}\text{C}$ , $Q_{Dunare}=1500\text{ m}^3/\text{s}$ , debit apă caldă: 132 m <sup>3</sup> /s) – Centrala Nucleară Paks II în mod independent .....	144
Figura 67: Efectele reținerii apei (cu alternative) la barajul Dunacsúny / Bős în perioade cu un debit mic (care apare odată la 20000 de ani) asupra securității extragerii apei (Segmentul 1526,5 km al Dunării) .....	149
Figura 68: Planul de ansamblu al segmentelor Dunării evaluate în 2012 și 2013 .....	152
Figura 69: Regimul Dunării (Paks-Dombori-Baja) între 2006-2013 .....	159
Figura 70: Regimul Dunării (Paks-Dombori-Baja) în perioada 2012-2013 .....	159
Figura 71: Evoluția debitului și temperaturii Dunării (Paks-Dombori-Baja) în perioada 2006-2013 .....	160
Figura 72: Evaluarea variațiilor anuale medii ale temperaturii Dunării (Paks) în perioada 1970-2013 .....	160
Figura 73: Evaluarea distribuției temperaturii zilnice a apei Dunării (Paks 1531.3 fkm) în cursul anului, în perioada 1970-2013 .....	161
Figura 74: Relația dintre corpul de apă afectat și zona evaluată .....	179
Figura 75: Secțiunea hidrogeologică NV-SE prin zona evaluată .....	180
Figura 76: Secțiunea potențială prin Centrala Nucleară de la Paks .....	181
Figura 77: Zona completă de impact a lucrărilor de construcție .....	184
Figura 78: Zona completă de impact a construirii liniilor electrice .....	185
Figura 79: Zona de impact a funcționării .....	186
Figura 80: Zona de impact a liniilor electrice .....	187

Figura 81: Zona completă de impact a funcționării.....	188
Figura 82: Zona de impact al funcționării concomitente a Centralei Nucleare Paks II și Centralei Nucleare de la Paks .....	189
Figura 83: Zona de impact a defecțiunii/avariei Centralei Nucleare Paks II .....	190
Figura 84: Localizarea punctelor de măsurare a poluării aerului .....	191
Figura 85: Pășuni degradate cu plăci de piatră în zona afectată de lucrările de construcție .....	195
Figura 86: Hartavegetală a împrejurimii cu o rază de 3 km a Centralei Atomice de la Paks .....	197
Figura 87: Pădure de luncă cu salcâmi și plopi pe insula situată între canale .....	199
Figura 88: Pajiște de colilie pe teritoriul Centralei Nucleare de la Paks .....	200
Figura 89: Garoafa endemică ( <i>Dianthus serotinus</i> ).....	201
Figura 90: Fluturile vărgat ( <i>Euplagia quadripunctaria</i> ) .....	203
Figura 91: Pietrarul sur ( <i>Oenanthe oenanthe</i> ), hrănându-se în zona de construcție .....	204
Figura 92: Cochilii și scoici de melci pe malul Dunării, la Paks .....	205
Figura 93: Bogata faună de păsări din împrejurimile centralei .....	206
Figura 94: Libelula <i>Gomphus flavipes</i> .....	207
Figura 95: Gușterul ( <i>Lacerta viridis</i> ) tolerează bine perturbarea antropogenă .....	207
Figura 96: Depozitare uscată, în containere, în aranjament vertical [42] .....	216
Figura 97: Încărcarea depozitului uscat, în aranjament orizontal [43] .....	216
Figura 98: Amplasare caracteristică, în caz de depozitare uscată, în containere [44] .....	217
Figura 99: Defalcarea grupelor de sectoare din ambianța de rază 30 km a centralei .....	220
Figura 100: Imaginea din satelit a locurilor de colectare a mostrelor determinate în cadrul programului.....	224
Figura 101: Graficul dozei anuale provenită din emisiile aeriene prin coș în cazul copiilor din Csámpa (grupă critică).....	228
Figura 102: Expunerea la radiații provenită din emisiile lichide ale Centralei Nucleare Paks referitoare la copiii (grupa de vârstă de 1-2 ani) și adulții din Gerjen.....	229
Figura 103: Zona de impact a centralei Paks II. în cazul funcționării normale: cerc de rază de 500 m în interiorul zonei de siguranță de 500 m .....	238
Figura 104: Structura de principiu a sistemului de monitorizare a protecției - împotriva radiațiilor propusă pentru Paks II. ....	240
Figura 105: Zona cumulată de impact datorat înființării centralei Paks II. ....	248
Figura 106: Zona cumulată de impact datorat înființării centralei Paks II. cu limitele administrative ale localităților .....	249
Figura 107: Zona cumulată de impact datorat funcționării centralei Paks II. ....	250
Figura 108: Zona cumulată de impact datorat funcționării centralei Paks II. cu limitele administrative ale localităților .....	251

## LISTA TABELELOR

Tabelul 1: Organele de administrație publică care au înaintat observații referitor la documentația EKD .....	22
Tabelul 2: Țările contactate în legătură cu procedura angajată .....	23
Tabelul 3: Principalele grupuri de subiecte a întrebărilor înaintate în cursul procedurii internaționale .....	23
Tabelul 4: Cele cinci nivele ale protecției în profunzime aplicate în serie.....	34
Tabelul 5: Denumirea și clasificarea diferitelor stări de funcționare în funcție de frecvență, pentru noile unități.....	40
Tabelul 6: Criteriile generale utilizate în clasificarea evenimentelor nucleare [12] .....	44
Tabelul 7: Exemple pentru criteriile generale utilizate în clasificarea evenimentelor nucleare [12].....	45
Tabelul 8: Respectarea dozei limită la Centrala Nucleară de la Paks – 2013 [19] .....	58
Tabelul 9: Valorile limită referitoare la poluarea apelor cu pește .....	64
Tabelul 10: Datele tehnice ale sistemelor de răcire umedă cu turn de răcire .....	69
Tabelul 11: Principalele caracteristici tehnice ale unităților de tip VVER-1200 [13], [30], [31].....	73
Tabelul 12: Soluții de proiectare și proceduri de atenuare a consecințelor [13], [30] .....	73
Tabelul 13: Cantitățile de apă extrase din Dunăre în modul de funcționare cu apă proaspătă a sistemului de răcire de siguranță .....	76
Tabelul 14: Cantități de apă de răcire în condensator .....	76
Tabelul 15: Cantități de apă tehnologică de răcire [32] .....	77
Tabelul 16: Cantități de apă de răcire de siguranță .....	77
Tabelul 17: Cantitatea de apă suplimentară pentru sistemul de răcire de siguranță în cazul turnurilor de răcire de siguranță .....	77
Tabelul 18: Cantități de apă de răcire de siguranță în cazul răcirii cu apă proaspătă .....	78
Tabelul 19: Bilanțul de apă al instalației de pregătire a apei suplimentare în condiții normale de funcționare .....	82
Tabelul 20: Cantitatea de deșeuri radioactive lichide din circuitul primar [32].....	83
Tabelul 21: Cantitatea de deșeuri lichide din camera turbinelor .....	83
Tabelul 22: Cantitatea maximă a apei uzate din turnurile de răcire de siguranță, provenită din decantare .....	84

Tabelul 23: Depozitarea substanțelor chimice în perioada de funcționare .....	86
Tabelul 24: Criterii de acceptare – funcționare normală [30].....	93
Tabelul 25: Criterii de acceptare – Evenimente baza de proiectare [30].....	93
Tabelul 26: Prevederi naționale și internaționale aplicabile pentru evenimente care depășesc baza de proiectare.....	95
Tabelul 27: Calendarul realizării Centralei Nucleare Paks II .....	96
Tabelul 28: Date energetice anuale.....	98
Tabelul 29: Bilanțul material și energetic aferent exploatării Centralei Nucleare Paks II .....	99
Tabelul 30: Valorile admisibile pentru intensitatea câmpului electric și inducția magnetică .....	105
Tabelul 31: Valori măsurate de intensitate a câmpului electric și de inducție magnetică.....	105
Tabelul 32: Matrice sumară de efecte, descrierea naturii factorilor de impact și a elementelor afectate .....	110
Tabelul 33: Matrice sumară de efecte, identificare efectelor în domenii tradiționale și radiologice .....	111
Tabelul 34: Parametrii experimentelor efectuate cu ajutorul modelelor climatice regionale ALADIN-Climate și REMO .....	118
Tabelul 35: Experimentele propuse pentru modelele ALADIN-Climate și REMO .....	118
Tabelul 36: Zona de impact morfodinamică și de curgere în albie în cazul realizării investiției propuse, față de condițiile actuale .....	140
Tabelul 37: Evoluția debitului de apă caldă ( $Q$ m <sup>3</sup> /s) în cazul realizării investiției propuse, cu temperatura anuală maximă estimată a Dunării ( $T_{Dunăre}$ , °C) în anii de referință .....	140
Tabelul 38: Durata depășirii valorii limită (2032) – Centrala Nucleară de la Paks + Centrala Nucleară Paks II.....	145
Tabelul 39: Durata depășirii valorii limită (2085) –Centrala Nucleară Paks II funcționând în mod independent .....	145
Tabelul 40: Variația maximă a temperaturii în secțiunea Dunării de la granița sudică, $T_{apă\ caldă} = 33^{\circ}C$ (condițiile de referință din anii 2014, 2032 și 2085) .....	146
Tabelul 41: Variația maximă a temperaturii în secțiunea Dunării de la granița sudică, $\Delta T_{Treaptă\ de\ temperatură} = 8^{\circ}C$ (condițiile de referință din anii 2014, 2032 și 2085) .....	146
Tabelul 42: Durata estimată a depășirii câtorva nivele principale de protecție specificate în cazul inundării împrejurimilor centralei (o inundație cu nivelul cel mai nefavorabil de 96,30 mrMB).....	147
Tabelul 43: Enumerarea elementelor fizice și chimice referitoare la Dunăre, pe clase de calitate conform DCA .....	154
Tabelul 44: Segmentele evaluate și alte caracteristici ale Dunării.....	154
Tabelul 45: Valorile medii ale evaluărilor în rețeaua centrală efectuate în perioada 2007-2011, clasificare conform Directivei Cadru a Apei .....	156
Tabelul 46: Corpul de apă HURWAEP444 între Szob și Baja (tipul 24), evaluare conform Directivei Cadru a Apei .....	157
Tabelul 47: Clasificarea secțiunii Dunării în amonte conform DCA pe baza parametrilor fizici și chimici.....	161
Tabelul 48: Clasificarea secțiunii în amonte (1526-1516 km) a Dunării conform DCA pe baza parametrilor fizici și chimici .....	163
Tabelul 49: Clasificarea secțiunii în aval la distanță mare (1506.8-1481.5 km) conform DCA pe baza parametrilor fizici și chimici .....	164
Tabelul 50: Clasificarea segmentului evaluat al Dunării (HURWAEP444) pe baza criteriilor DCA .....	166
Tabelul 51: Factorii potențiali de impact în cursul investiției Paks II.....	167
Tabelul 52: Evaluarea totalizată a măsurărilor stării de bază din anul 2012 .....	192
Tabelul 53: Impactul ciclului de testare a generatoarelor diesel.....	194
Tabelul 54: Impactul direct asupra calității aerului al exploatării simultane a Paks II și a Centralei Nucleare de la Paks .....	194
Tabelul 55: Cantitatea estimată a pământului exploatat de pe suprafața de construcție pe parcursul înființării lui Paks II. ....	209
Tabelul 56: Cantitățile deșeurilor de funcționare estimate ale Paks II. ....	210
Tabelul 57: Cantitățile de deșeuri estimate produse pe parcursul funcționării comune Paks II. și Centrala Nucleară Paks .....	210
Tabelul 58: Cantitatea combustibilului uzat produs în timpul total de funcționare, pe fiecare bloc în parte .....	213
Tabelul 59: Cantitățile estimate anuale ale deșeurilor radioactive solide pe fiecare bloc în parte [40].....	215
Tabelul 60: Interacțiunile mai importante dintre locurile de habitate naturale și suprafețele vegetale.....	221
Tabelul 61: Datele cumulative ale concentrației activității solului .....	222
Tabelul 62: Datele cumulative ale concentrației activității laptelui de vacă .....	222
Tabelul 63: Valorile medii ale ratei dozei de iradiere .....	223
Tabelul 64: Emisiile în cazul funcționării normale pentru două blocuri (Bq/an) .....	231
Tabelul 65: Repartizarea teritorială a calculului emisiilor .....	232
Tabelul 66: Dozele - pentru copii de 1-2 ani, pe traseele de -iradiere (I+II), (Sv), în baza datelor meteorologice ale anului 2009 .....	233
Tabelul 67: Dozele - pentru adulți, pe trasee de iradiere (I+II), (Sv) în baza datelor meteorologice ale anului 2009 .....	233
Tabelul 68: Emisiile timpurii (Bq) .....	234
Tabelul 69: Emisiile târzii (Bq) .....	235
Tabelul 70: Dozele totale cumulate ale defecțiunii de funcționare proiectate (Sv) .....	235
Tabelul 71: Emisiile lichide planificate ale blocului rus de tip VVER 1200 MW (Bq/an) [30] .....	236
Tabelul 72: Doza locuitorilor din Gerjen, grupe de vârste: copii între 1-2 ani și adulți, provenită din emisiile lichide din blocurile rusești de tip VVER 1200 MW (nSv/an).....	236

Tabelul 73: Dozele efective ale centralei Paks II., Centralei Nucleare Paks și DICU din anul cu valorile maxime, pentru copii de 1-2 ani, Sv.....	238
Tabelul 74: Dozele efective ale centralei Paks II., Centrala Nucleară Paks și DICU din anul cu valorile maxime, pentru adulți, Sv.....	238
Tabelul 75: Impactul maxim comun anual al emisiilor lichide în localitatea Gerjen .....	239
Tabelul 76: Contribuțiile centralei nucleare Paks II și ale surselor de -radiații artificiale la expunerea la radiații a viețuitoarelor acvatice din Dunăre în anul 2025. ....	242
Tabelul 77: Concentrația activității datorată emisiilor de 10 zile pe suprafața și în apropierea suprafeței solului, în funcție de distanță .....	243
Tabelul 78: Concentrația activității datorată emisiilor de 30 de zile pe suprafața și în apropierea suprafeței solului, în funcție de distanță .....	244

## ABREVIERI

Abrevierea în lb. română	Abrevierea în lb. maghiară	Denumire completă
ANSP OSP	ÁNTSz OTH	Autoritatea Națională de Sănătate Publică - Oficiul de Sănătate Publică (Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálat Országos Tisztifőorvosi Hivatal)
PCGUA	ÁVIT	Plan Comprehensiv de Gestionare a Urgențelor și de Acțiune (Veszélyhelyzet-kezelési és Intézkedési Terv)
DBC	DBC	Design Basis Conditions (Bază de proiectare)
IPMN	DdKTF	Inspectoratul de Protecția Mediului și Naturii (Dél-dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi Felügyelőség)
IPMNATS	DdKTVF	Inspectoratul de Protecția Mediului, Naturii și Apelor din Transdanubia de Sud (Dél-dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség)
DPCCD	DDNPI	Direcția Parcului Național Duna-Dráva (Duna-Dráva Nemzeti Park Igazgatóság)
DEC	DEC	Design Extension Conditions (Condiții care depășesc baza de proiectare)
DCP	EKD	Document consultativ preliminar (Előzetes konzultációs dokumentum)
ONU	ENSZ	Organizația Națiunilor Unite (Egyesült Nemzetek Szervezete)
ERBE	ERBE	Compania MVM ERBE ENERGETIKA Mernökiroda Zártkörűen Működő Részvénytársaság; MVM ERBE Zrt (MVM ERBE ENERGETIKA Mernökiroda Zártkörűen Működő Részvénytársaság; MVM ERBE Zrt.)
CEU	EUR	European Utility Requirements (Cerințe Europene privind Utilitățile)
Euratom	Euratom	European Atomic Energy Community (Comunitatea Europeană pentru Energie Atomică)
MS	EüM	Ministerul Sănătății (Egészségügyi Minisztérium)
km	řkm	kilometru fluviu
PPC	FKSZ	Pompă principală de circulație (Fő keringtető szivattyú)
GCR	GCR	Gas-Cooled, Graphite-Moderated Reactor (Reactor cu răcire cu gaz și grafit)
ME	GM	Ministerul Economiei (Gazdasági Minisztérium)
CIPR	ICRP	International Commission on Radiological Protection – Comisia Internațională pentru Protecție Radiologică
MI	IM	Ministerul Industriei (Ipari Minisztérium)
SIEN	INES	International Nuclear Event Scale (Scara Internațională a Evenimentelor Nucleare)
GRI	IRG	Gaz radioactiv inert (Inert radioaktiv gáz)
MJP	IRM	Ministerul Justiției și Poliției (Igazságügyi és Rendészeti Minisztérium)
MTTE	KHEM	Ministerul Transporturilor, Telecomunicațiilor și Energiei (Közlekedési, Hírközlési és Energiaügyi Miniszter)
EIM – SI	KHV - KHT	Evaluarea impactului asupra mediului – Studiu de impact (Környezeti hatásvizsgálat - Környezeti hatástanulmány)
MTTA	KHVM	Ministerul Transporturilor, Telecomunicațiilor și Apelor (Közlekedési, Hírközlési és Vízügyi Minisztérium)
DTCA	KKÁT	Depozit temporar pentru combustibilul ars (Kiegett Kazeták Átmeneti Tárolója)
MPM	KöM	Ministerul Protecției Mediului (Környezetvédelmi Minisztérium)
MTP	KPM	Ministerul Transporturilor și Poștei (Közlekedési és Postaügyi Minisztérium)
OCS – ICSP	KSH NKI	Oficiul Central de Statistică – Institutul de Cercetare pentru Studiul Populației (Központi Statisztikai Hivatal Népeségtudományi Kutató Intézet)
MPMA	KvVM	Ministerul Protecției Mediului și Apelor (Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium)
MCMMA	LKV	Nivelul cel mai mic al apei (Legkisebb vízszint)
LOCA	LOCA	Loss of Coolant Accident (Accident cu pierderea completă a mediului de răcire)
LWGR	LWGR	Light-Water-Cooled, Graphite-Moderated Reactor (Reactor cu apă ușoară și grafit)
MAVIR	MAVIR	Compania Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító Zártkörűen Működő Részvénytársaság (Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító Zártkörűen Működő Részvénytársaság)
OMG	MBFH	Oficiul pentru Minerit și Geologie (Magyar Bányászati és Földtani Hivatal)
OREU	MEKH	Oficiul pentru Reglementare în domeniul Energetic și al Utilităților (Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal)
MIR	MIR	Modernised International Reactor (Reactor internațional modernizat)
OAAC	MKEH	Oficiul pentru Acordarea Autorizațiilor Comerciale (Magyar Kereskedelmi Engedélyezési Hivatal)
MCE	MKM	Ministerul Culturii și Educației (Művelődési és Közoktatási Minisztérium)
MVM Zrt.	MVM Zrt.	Compania MVM Magyar Villamos Művek Zártkörűen Működő Részvénytársaság (MVM Magyar Villamos Művek Zártkörűen Működő Részvénytársaság)
MVM Paks II Zrt.	MVM Paks II. Zrt.	Compania MVM Paks II. Atomerőmű fejlesztő Zártkörűen Működő Részvénytársaság (MVM Paks II. Atomerőmű fejlesztő Zártkörűen Működő Részvénytársaság)
AIEA	NAÜ	Agenția Internațională pentru Energia Atomică (Nemzetközi Atomenergia Ügynökség)
PRAAN	NBEIT	Planul de reacție și de acțiune în caz de accidente nucleare (Nukleárisbaleset-elhárítási és Intézkedési Terv)
RSN	NBSz	Regulamente de Securitate Nucleară (Nukleáris Biztonsági Szabályzatok)
ONEN DPR	OAH NBI	Oficiul Național pentru Energie Nucleară – Direcția pentru Protecție Radiologică (Országos Atomenergia Hivatal Nukleáris Biztonsági Igazgatóság)
P	OGy	Parlament (Országgyűlés)
SNM	OMSz	Serviciul Național de Meteorologie (Országos Meteorológiai Szolgálat)
	Paksi Atomerőmű	Compania MVM Paks Atomerőmű Zártkörűen Működő Részvénytársaság; MVM Paks Atomerőmű Zrt (MVM Paks Atomerőmű Zártkörűen Működő Részvénytársaság; MVM Paks Atomerőmű Zrt)
Paks II	Paks II	Centrala Nucleară Paks II – unitățile propuse pentru amplasamentul centralei de la Paks (Paks II. Atomerőmű - a paksi telephelyen tervezett atomerőművi blokkok)
PHWR	PHWR	Pressurized Heavy-Water-Moderated and Cooled Reactor (Reactor cu apă sub presiune, cu răcire cu apă grea și cu moderator de apă)
PSA	PSA	Probabilistic safety assessment (Evaluare probabilistică de securitate)
PWR	PWR	Pressurized Light-Water-Moderated and Cooled Reactor – (Reactor cu apă sub presiune, cu răcire cu apă ușoară și cu moderator de apă)
TRU	TRU	element transuranian (cu numere atomice de peste 92 (cel al uraniului))
RFS	VBj	Raport Final de Securitate (Végleges Biztonsági Jelentés)
SEEU	VER	Sistemul de Energie Electrică din Ungaria (Magyar Villamosenergia-rendszer)
VVER	VVER	Vodo-Vodyanoi Energetichesky Reactor – Reactor energetic cu răcire și moderator cu apă
WANO	WANO	World Association of Nuclear Operators – Organizația Mondială a Operatorilor din domeniul Nuclear
WENRA	WENRA	Western European Nuclear Regulators Association - Asociația Autorităților de Reglementare în Domeniul Nuclear din Europa de Vest
SRZA	ZUHR	sisteme de răcire pentru zone de avarii (zóna üzemzavari hűtőrendszerek)

# 1. INFORMAȚIILE FUNDAMENTALE LEGATE DE DEZVOLTAREA PLANIFICATĂ

Vârsta marilor centrale energetice naționale se apropie de sfârșitul duratei de viață prevăzute la proiectarea acestora sau, în unele cazuri a și depășit acest termen. Pentru prevenirea parțială a lipsei viitoare de capacitate și având în vedere durata de viață prevăzută a blocurilor din centralele nucleare existente, a început pregătirea construirii unor noi blocuri nucleare.

Scopul investiției în pregătire este ca, în vederea producerii energiei electrice pentru uz public, să se înființeze lângă Centrala Nucleară Paks două blocuri nucleare moderne, de generația a III-a, fiecare având o putere electrică brută de 1 200 MW<sub>e</sub>, funcționând cu apă presurizată și având a durată de viață planificată de cel puțin 60 ani, înființarea având **loc conform planificării prevăzute în Strategia Energetică Națională**, cu începerea planificată a regimului comercial de exploatare în anii 2025 și 2030, menținând astfel pe termen lung ponderea – în jur de 40 % – a energiei nucleare în producția energiei electrice.

Investiția planificată constă din următoarele elemente:

- tehnologia aferentă centralei,
- apa de răcire aferentă centralei,
- racordare la sistemul național de energie electrică.

## 1.1 ACTIVITĂȚI PENTRU PREGĂTIREA INVESTIȚIEI PLANIFICATE

### 1.1.1 PROIECT TELLER

Conform § 7, alineatul (2) din legea CXVI. din anul 1996, începerea activității de pregătire a înființării unui noi obiectiv nuclear este condiționată de acordul principial prealabil al Parlamentului. Punctul f. Ordinul Guvernului nr. 40/2008 (IV. 17.) vizând politica energetică pe perioada 2008-2020. Astfel s-a solicitat Guvernului „începerea lucrărilor de pregătire a unei hotărâri privind construirea de noi capacități de energie nucleară. După crearea bazei profesionale, de mediu și sociale, Guvernul va înainta în timp Parlamentului propunerile referitoare la necesitatea construirii, condițiile investiției, tipul și amplasarea centralei nucleare”.

În proiectul Teller elaborat de MVM S. A. s-au efectuat o serie de analize ținând cont de considerente tehnice, economice, comerciale, juridice și sociale. S-au analizat posibilitățile de realizare, s-a efectuat evaluarea prealabilă a stării mediului și posibilitățile de stocare a elementelor de combustibili uzați și a deșeurilor nucleare. Rezultatele analizelor sunt cuprinse în trei documente de pregătire a hotărârii, în care se conclud că alegerea cea mai bună este înființarea unei centrale nucleare moderne cu locația Paks, care să funcționeze cu apă presurizată, care să nu fie un prototip, să dispună de o autorizare undeva și să aibă o durată de viață de cel puțin 60 ani.

Pe baza analizelor profesionale, Parlamentul a votat la 30 martie 2009 cu 95,4% voturi "pentru" inițierea unei activități de pregătire pentru construirea de noi blocuri nucleare cu locația Paks.

### 1.1.2 PROIECTUL LÉVAI

În vederea executării activității de pregătire conform ordinului parlamentului, MVM S. A. a prezentat Proiectul Lévai în iunie 2009. În cadrul Proiectului Lévai s-au efectuat următoarele activități majore:

- comandarea unor analize legate de posibilitățile de finanțare;
- comandarea unui prim proiect de documentație pentru ofertele de furnizare;
- analiza racordării noilor blocuri la sistemul de energie electrică;
- analiza posibilităților de alimentare cu apă de răcire;
- inițierea întocmirii unei documentații de consultație prealabilă;
- inițierea analizelor necesare întocmirii unui studiu de impact asupra mediului;
- pregătirea documentației de cerere de înființare a platformei;
- evaluarea necesarului de forță umană;
- evaluarea potențialilor furnizori interni și a firmelor din zonă.



### 1.1.3 MVM PAKS II. S. A. SOCIETATE DE PROIECT PENTRU DEZVOLTAREA CENTRALEI NUCLEARE

În vederea pregătirii construirii noilor blocuri nucleare, Grupul MVM a înființat la 26 iulie 2012 Societatea pe Acțiuni MVM Paks II. pentru Dezvoltarea Centralei Nucleare (MVM Paks II S. A.).

Sarcinile majore ale societății de proiect sunt determinarea cadrului viitorului obiectiv, elaborarea detaliilor financiare și determinarea condițiilor tehnice necesare (posibilități de răcire, impact asupra mediului). Un element important al muncii de proiect îl constituie obținerea autorizărilor necesare de mediu și ape, sediu și a autorizării de înființare. Societatea de proiect se ocupă de asemenea de probleme de armonizare juridică, de analiza impactelor regionale economice și sociale. O sarcină deosebit de importantă este ca în cursul înființării blocurilor nucleare Ungaria să profite la maxim de efectele proiectului de prosperitate a economiei naționale .

### 1.1.4 SUPORTUL DE REGLEMENTĂRI

Ca urmare a activităților de pregătire de mai sus, în legislația națională au apărut mai multe elemente suportând înființarea noilor blocuri nucleare.

La 3 octombrie 2011 Parlamentul a adoptat **Strategia Energetică Națională** care determină direcțiile de dezvoltare și exploatare a următoarelor două decenii, până în 2050, conform căreia – în scopul facilitării realizării scopurilor sale de perspectivă, economice și de protecția mediului - statul vizează menținerea pe termen lung a unei ponderi de 40 % a energiei nucleare în producția națională de energie electrică.

În vederea asigurării unei dezvoltări echilibrate a energiei nucleare ungare în următorii treizeci de ani, prin Hotărârea Guvernului 1195/2012. (18. VI.) s-a înființat **Comisia Guvernamentală de Energie Nucleară** a cărei președinte este Primul Ministru și care se ocupă de aplicarea pe plan național a proiectului de energie nucleară și de analiza problemelor strategice legate de dezvoltarea sectorului.

Având în vedere rolul strategic al energiei nucleare în asigurarea aprovizionării energetice și în garantarea siguranței aprovizionării energetice, cât și cele menționate în Strategia Energetică Națională, Guvernul, prin Hotărârea Guvernului 1195/2012. (18. VI.) a calificat realizarea noilor blocuri nucleare ce urmează a fi înființate pe platforma Centralei Nucleare de la Paks ca fiind o investiție de **importanță majoră pentru economia națională și o necesitate capitală privind securitatea aprovizionării energetice.**

### 1.1.5 SELECȚIA BLOCURILOR CE URMEAZĂ A FI CONSTRUITE

#### **ACORDUL INTERGUVERNAMENTAL UNGARIA-RUSIA**

La 14 ianuarie 2014 Guvernul Maghiar a convenit cu Guvernul Federației Ruse reînnoirea contractului de cooperare nucleară încheiat între cele două țări cu două decenii în urmă. Pe baza acordului Autoritatea Competentă Rusă se angajează să construiască pe teritoriul Centralei Nucleare de la Paks două blocuri suplimentare noi, de o putere de 1 200 MW, pentru construirea cărora Guvernul Ungariei urmează să primească un credit interstatal din partea Rusiei.

#### **LEGEA II. DIN 2014**

Parlamentul a adoptat acordul dintre cele două guverne la ședința din 6 februarie 2014 prin **legea II din 2014** , fiind Acordul dintre Guvernul Ungariei și Guvernul Federației Ruse, având ca subiect utilizarea energiei nucleare în scopuri pașnice.

#### **Articolul 1. – Subiectul cooperării**

Părțile cooperează în vederea menținerii și dezvoltării Centralei Nucleare de la Paks, de pe teritoriul Ungariei, inclusiv la proiectarea, construirea, punerea în funcțiune și scoaterea din funcțiune a două blocuri noi, cu reactoare de tip VVER (cu răcire cu apă și cu moderare cu apă), cu o capacitate încorporată de minim 1 000 MW pentru fiecare din cele două blocuri, conform celor cuprinse în prezentul Acord , pentru compensarea puterii blocurilor 1-4 ce urmează a fi oprite.

## 1.2 PREZENTAREA AUTORIZĂRII NOILOR BLOCURI NUCLEARE

Autorizarea integrală a Centralei Nucleare Paks II. înseamnă procurarea a **mai multor mii de autorizații**. Dintre acestea doar cele mai importante sunt menționate în lista de mai jos, indicând și autoritatea care a emis autorizarea.

### **Radioprotecție - Serviciul Național de Sănătate Publică și Medicină (ÁNTSZ) Biroul Șefului Serviciilor Medicale (OTH)**

Autorizare de restricție de doză

### **Protecția mediului – Agenția Sud-trans-danubiană pentru Protecția Mediului, a Naturii și a Apelor (DdKTF)**

Autorizație de mediu

### **Autorizație ape – Inspectoratul Județean al județului Fehér pentru Situații de Urgență**

Autorizație principială ape

Autorizație ape înființare

Autorizație ape exploatare

### **Securitate nucleară – Agenția Națională pentru Energie Atomică**

Autorizație de examinare și evaluare sediu

Autorizație sediu

Autorizație înființare

Autorizație construcție

Autorizație luare în folosință a clădirilor și a structurilor de clădiri

Autorizație pe nivel de sistem

- Autorizare de producție
- Autorizare de achiziție
- Autorizare de montare
- Autorizare de tip

Autorizație de punere în folosință

Autorizație de exploatare

### **Energetică**

#### **Centrală- Oficiul de reglementare in sectorul energetic si al utilităților publice**

Autorizație principială pentru centrale energetice afectând semnificativ funcționarea sistemului energetic

Autorizarea de înființare emisă de Oficiul de reglementare in sectorul energetic si al utilităților publice (MEKH)

Autorizarea MEKH de producție de energie electrică a centralei energetice

#### **Racordare la rețea** (linii de transport) - *Organizația Guvernamentală din Județul Baranya, Autoritatea de Metrologie și Securitate Tehnică Pécs*

Autorizație lucrări preliminare

Autorizație rețea

Autorizație exploatare

### **Inspecție tehnică - Biroul Național de Autorizare Comercială**

Autorizări de construcție care sunt de competența Biroului Național de Autorizare Comercială (MKEH)

Autorizările MKEH necesare în cursul ciclului de înființare (de ex. pentru instalații sub presiune, conducte de termificare, locuri de stocare a deșeurilor periculoase)

Autorizații de luare în folosință care sunt de competența MKEH

### **Construcție- administrația locală**

Autorizații de construcție care sunt de competența administrației locale

### **Autorizații și proceduri suplimentare**

Protecție fizică

procedeu conform articolului 37 al EURATOM

procedeu conform articolului 37 al EURATOM

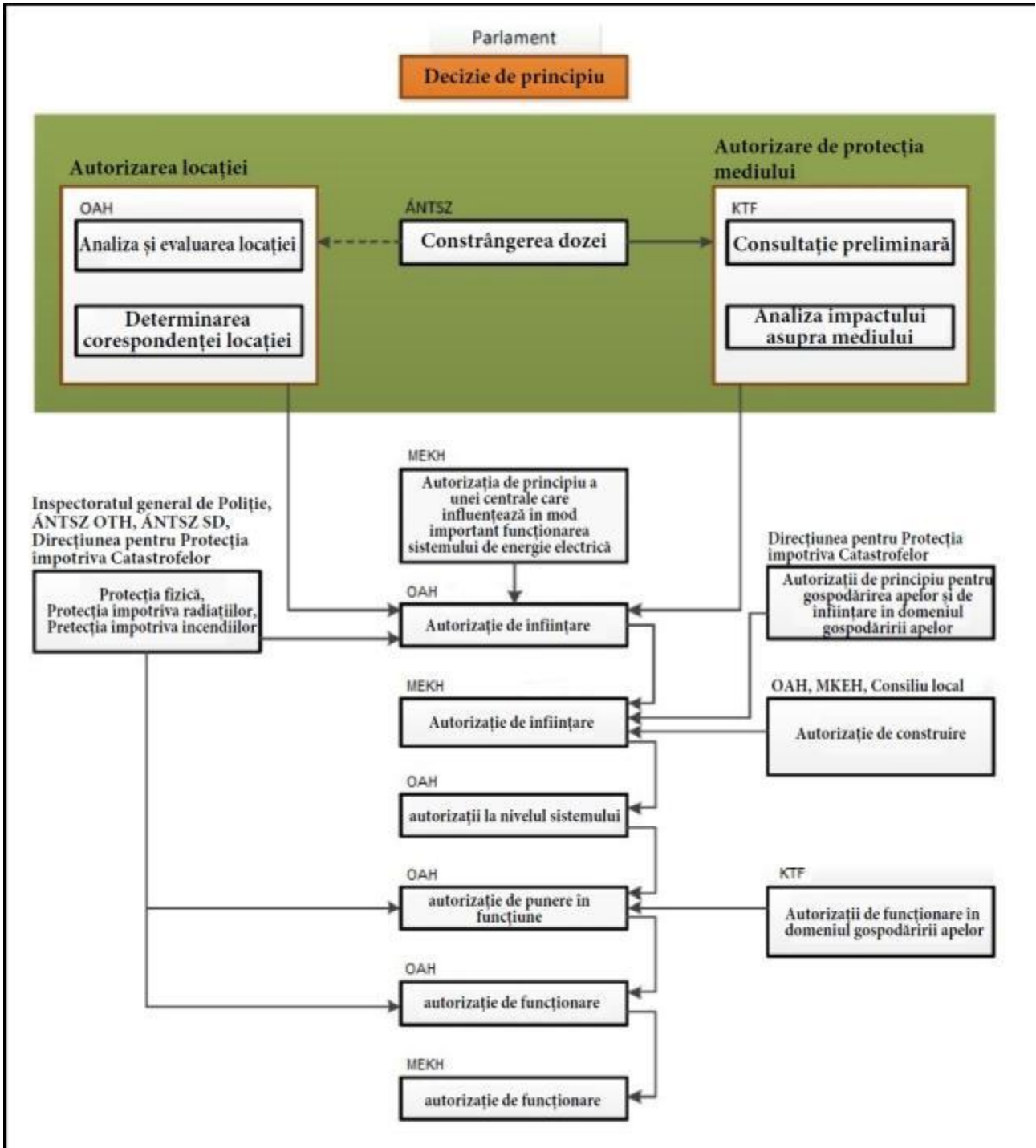


Figura 1: Procesul de autorizare al centralei nucleare

### **1.3 SITUAȚIA AUTORIZAȚIEI DE MEDIU A NOILOR BLOCURI PLANIFICATE**

Conform alineatului 66. § (1) din legea LIII. din 1995 pentru regulile generale de protecția mediului, activitățile legate de un studiu obligatoriu de impact asupra mediului pot fi începute doar în posesia autorizației definitive de mediu emise de autoritatea regională competentă pentru protecția mediului.

Activitățile legate de un studiu obligatoriu de impact asupra mediului sunt discutate în anexa 31 la Hotărârea Guvernului 314/2005. pentru procedeele de evaluare obligatorie a impactului asupra mediului și de autorizația integrată pentru uzul mediului.

Condiția preliminară a înființării celor două blocuri nucleare având o putere electrică de câte 1 200 MW fiecare, este deci efectuarea evaluării impactului asupra mediului conform Hotărârii Guvernului 314/2005. (25. XII.), prezentarea rezultatelor în cadrul unui studiu de impact asupra mediului, efectuarea procedurii de autorizație de mediu conform acestora și, în final, ca rezultat, obținerea autorizației de mediu.

În cazul procedurii de autorizare de mediu a noilor blocuri nucleare ce urmează a fi înființate pe platforma de la Paks, autoritatea competentă este Agenția Sud-trans-danubiană pentru Protecția Mediului, Naturii și a Apelor (în continuare: DdKTF), în competența căreia intră și Centrala Nucleară Paks.

#### **1.3.1 DOCUMENTAȚIA PRELIMINARĂ DE CONSULTAȚIE REFERITOARE LA CELE 5 TIPURI POTENȚIALE DE BLOCURI (EKD)**

Procesul de autorizare a noilor blocuri ce urmează a fi înființate a început la 10 noiembrie 2012 prin depunerea Documentației preliminare de consultație (EKD) numărul 6F111121 [1]<sup>1</sup>, intitulată „MVM Societatea Națională de Electricitate S. A. - Înființarea unor noi blocuri pentru centrale nucleare”, întocmită de către Societatea de Proiectare și Executare Energetică S. A..

Documentația EKD a fost elaborată pe baza datelor referitoare la cele 5 tipuri de blocuri care se pot înființa pe platforma Paks.

În cadrul EKD s-au analizat zonele având raze de 10 km și 30 km.

<sup>1</sup> EKD poate fi descărcat de pe site-ul MVM Paks II S. A.:  
<http://www.mvmpaks2.hu/hu/Dokumentumtarolo/EKD-HUN.pdf>  
<http://www.mvmpaks2.hu/hu/Dokumentumtarolo/EKD-ENG.pdf>

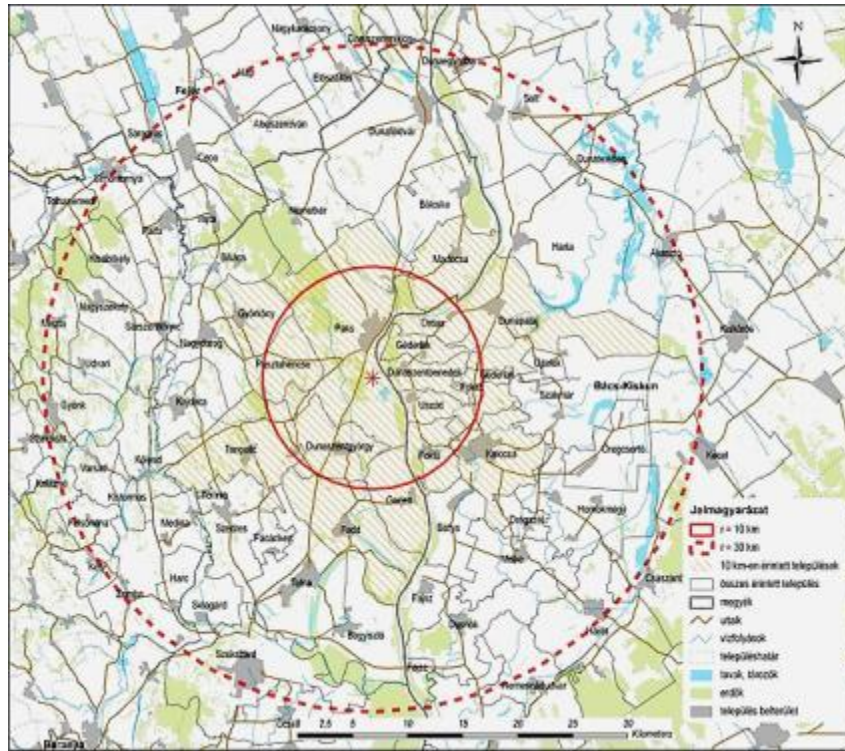


Figura 2.: Zonele analizate în cadrul EKD-ban (10 km, 30 km) [1]

În cursul procedurii efectuate de către Agenția Sud-trans-danubiană de Mediu și de Protecția Naturii (DdKTVF) următoarele organe de administrație publică au înaintat observații referitor la documentație:

Organ administrativ	Număr înregistrare
Organul de Sănătate Publică al Organizației Guvernamentale Județul Tolna	XVII-R-084/01550-2/2012
Direcția Autorizări, Serviciul pentru Protecția Patrimoniului Cultural Szekszárd, din cadrul Organizației Guvernamentale, Județul Tolna	II-P-18/184-2/2012
Direcția de Protecție a Plantelor și a Solului din cadrul Organizației Guvernamentale, Județul Tolna	26.2/1271-2/2012
Direcția Silvică a Organizației Guvernamentale, Județul Baranya	II-G-033/8061/1/2012
Arhitectul Șef al Serviciului Național de Construcții al Organizației Guvernamentale Județul Baranya	II-D-15/157-2/2012
Inspectoratul Minier Pécs	PBK/3519-2/2012
Secretarul Consiliului local Pusztahencse - Györköny	629/2012
Secretarul Consiliului local Dunaszentgyörgy - Németskér - Gerjen	625-5/2012
Secretarul Consiliului local Comunei Bölcse	1985-2/2012
Filiala Medina din cadrul Secretariatului Consiliului local al comunelor Zomba, Harc și Medina	819-2/2012
Secretarul Consiliului local Orașului Kalocsa	8350-1/2012/H

Tabelul 1: Organele de administrație publică care au înaintat observații referitor la documentația EKD

Următoarele organe nu au înaintat observații până la data emiterii Opiniei:

Oficiul Regional de Cadastru și Carte Funciară Paks din cadrul Organizației Guvernamentale Județul Tolna  
Agenția Națională pentru Energie Atomică  
Secretarul Titular al Consiliului local al Orașului Paks  
Secretarul Consiliului local al Comunelor Nagydorog, Bikács, Sárszentlőrinc  
Secretarul Consiliului local al Comunelor Kölesd, Kistormás, Kajdacs  
Secretarul Consiliului local al Comunelor Foktő și Dunaszentbenedek  
Secretarul Consiliului local al Comunelor Géderlak, Ordas și Uszód  
Secretarul Consiliului local al Comunelor Harta și Dunatetőten  
Secretarul Consiliului local al Comunelor Homokmégy și Öregcsertő  
Secretarul Consiliului local al Comunelor Szakmár și Újtelek  
Secretarul Consiliului local al Comunelor Miske și Drágszél  
Secretarul Consiliului local al Comunelor Sióagárd și Fácánkert  
Secretarii Consiliilor locale ale Comunelor Bogyiszló, Tengelic, Szedres, Fadd, Pálfa, Madocsa, Dusnok, Dunapataj, Bática, Fajszt, Vajta, Tolna, Cece, Dunaföldvár, Előszállás

DdKTVF a solicitat asistență juridică Oficiului Rutier, Feroviar și Naval al Autorității Naționale de Transport ca urmare a afectării competenței și a recurs la Agenția Centrală Trans-danubiană de Mediu și de Protecția Naturii și a Apelurilor pentru solicitarea opiniei oficiale ca urmare a afectării competenței teritoriale, a apelat de asemenea la Direcția Parcului Național Duna-Dráva. Organizațiile implicate nu au înaintat niciun fel de observații sau declarații până la data emiterii Opiniei.

## Publicitate

În cursul procedurii Clubul Energetic – Asociația Institutul de Politici Speciale și Centrul Metodologic a solicitat aprobarea statutului său de client și, pe baza acestuia, posibilitatea de a accesa și a aviza EKD. Pe baza regulamentului asociației DdKTVF a acceptat acordarea statutului de client și a asigurat accesul Asociației la varianta electronică a solicitării de consultație. Până la data emiterii Opiniei Clubul Energetic nu a făcut nici o sesizare în legătură cu EKD.

Nici DdKTVF, nici notarii localităților afectate nu au primit nici o sesizare de la public în legătură cu EKD.

Având în vedere cele de mai sus, DdKTVF a emis Opinia numărul 8588-32/2012 la data de 21 decembrie 2012, în care se stabilesc următoarele:

- Înființarea centralei nucleare planificate se consideră a fi o activitate legată de evaluarea obligatorie a impactului asupra mediului
- pe baza informațiilor disponibile în cursul consultației preliminare, din partea DdKTVF **nu există cauze care ar justifica refuzul** autorizației de mediu pentru investiția planificată
- studiul de evaluare a impactului asupra mediului trebuie întocmit conform anexelor 6 și 7 la Hotărârea Guvernului 314/2005. (XII.) și conform cerințelor detaliate stabilite de către DdKTVF
- părțile specializate ale studiului de evaluare a impactului asupra mediului pot fi întocmite de către un expert având atribuțiile necesare de expertiză.

DdKTVF a atras atenția asupra faptului că cele cuprinse în Opinie reflectă propriul punct de vedere care poate diferi de observațiile organelor administrative publice implicate în procedură.

## Procedura internațională

Înființarea unei centrale nucleare este reglementată prin Hotărârea Guvernului 148/1999. (13. X.) privind promulgarea acordului pentru analiza impactelor transfrontaliere asupra mediului, semnat la Espoo (Finlanda) la 26 februarie 1991 și directiva 85/337/CEE privind evaluarea efectelor anumitor proiecte publice și private asupra mediului, modificată prin directivele Consiliului Comunității Europene 97/11/CE, 2003/35/CE și 2009/31/CE .

În vederea inițierii procedurii internaționale – cea stabilită la Espoo- DdKTVF a trimis EKD și variantele traduse ale acesteia către Ministerului Dezvoltării Rurale - Direcția de Conservare a Mediului (VM), care a informat 30 de țări în legătură cu procedura angajată. Țările contactate și punctul de vedere al acestora referitor la procedură sunt enumerate în tabelul următor:

Părți potențial implicate sesizate	Participare	Declarație de participare	Observație
<b>Austria</b>	Da	<b>dorește să participe</b>	a înaintat observații
Belgia	n/a		
Bulgaria	n/a		
Cipru	Nu	nu dorește să participe	
<b>Cehia</b>	Da	<b>dorește să participe</b>	a înaintat observații
Danemarca	n/a		
Éstonia	Nu	nu dorește să participe	
Finlanda	n/a		
Franța	n/a		
<b>Grecia</b>	Da	<b>dorește să participe</b>	a înaintat observații
Olanda	n/a		
<b>Croația</b>	Da	<b>dorește să participe</b>	a înaintat observații
Irlanda	n/a		
Polonia	Nu	nu dorește să participe	
Letonia	n/a		
Lituania	n/a		
Luxemburg	n/a		
<b>Malta</b>	Da	<b>dorește să participe</b>	a înaintat observații
<b>Germania</b>	Da	<b>dorește să participe</b>	a înaintat observații
Italia	n/a		
Portugalia	n/a		
<b>România</b>	Da	<b>dorește să participe</b>	a înaintat observații
Spania	Nu	nu dorește să participe	
Elveția	n/a		
Suedia	n/a		
Serbia	n/a		
<b>Slovacia</b>	Da	<b>dorește să participe</b>	a înaintat observații
<b>Slovenia</b>	Da	<b>dorește să participe</b>	nu a înaintat observații
Regatul Unit	n/a		
<b>Ucraina</b>	Da	<b>dorește să participe</b>	nu a înaintat observații

Tabelul 2: Țările contactate în legătură cu procedura angajată

Din restul țărilor au sosit în total cca 15 mii de scrisori, întrebările și observațiile menționate în acestea se pot grupa în jurul a 10 subiecte principale:

	Subiecte
1	Observații legate de strategia energetică
2	Observații legate de accidente grave, deranjamente în producție
3	Întrebări legate de securitate nucleară
4	Observații legate de responsabilitatea daunelor nucleare
5	Prezentarea impactelor asupra mediului a ciclului integral de carburant
6	Observații legate de tratarea deșeurilor radioactive
7	Efectul cumulat al celor două centrale, efectul noii centrale asupra celei vechi
8	Observații legate de conținutul studiului de evaluare a impactului asupra mediului
9	Considerente economice
10	Observații legate de alte subiecte

Tabelul 3: Principalele grupuri de subiecte a întrebărilor înaintate în cursul procedurii internaționale

Răspunsurile date la grupurile de întrebări de mai sus se găsesc la capitolul Internațional.

### 1.3.2 STUDIUL DE IMPACT ASUPRA MEDIULUI LA CENTRALA NUCLEARĂ PAKS II. (KHT)

Scopul studiului de impactelor asupra mediului (KHT) care trebuie efectuat înaintea înființării Centralei Nucleare Paks II este identificarea și evaluarea impactelor asupra unor elemente și sisteme ale mediului, exercitate de tehnologia nucleară proiectată în funcție de starea originală și capacitatea de încărcare a zonei de proiectare.

În cazul în care studiul de impacte, efectuat în acest sistem de condiții, ținând cont și de cadrul legislativ și de punctele de vedere profesionale, nu stabilește o expunere sau o solicitare inadmisibilă a elementelor și sistemelor mediului, – *din punctul de vedere al mediului – se pot înființa și exploata cele două blocuri planificate, având o putere de 2 x 1 200 MW.*

#### 1.3.2.1 Analize ale stării originale a mediului

În vederea întocmirii studiului de evaluare a impactelor, începând cu 1 martie 2012 a avut loc evaluarea stării prezente a faunei și florei pentru a servi ca bază la caracterizarea, evaluarea stării originale, măsurătorile având loc în zona construcției planificate a blocurilor nucleare și în zonele de impact determinate prin estimare prealabilă, luând în considerare următoarele subiecte de analiză:

- I. **Caracterizarea locației**
- II. **Caracteristici meteorologice**
  - a) Meteorologie
  - b) Micro- și mezoclima în apropierea locației centralei
- III. **Caracterizarea mediului geologic, a mediului acvatic subteran și a apelor de suprafață**
  - a) Prezentarea și caracterizarea mediului geologic
  - b) Prezentarea și caracterizarea mediului acvatic subteran
  - c) Caracterizarea hidrologică a locației centralei
  - d) Starea Dunării și a altor ape de suprafață
  - e) Starea albiei Dunării și a pereților malului
- IV. **Caracterizarea generală a radioactivității mediului**
- V. **Evaluarea expunerii la zgomot și vibrații**
- VI. **Evaluarea calității aerului**
- VII. **Caracterizarea stării faunei și florei**
  - a) Caracterizarea expunerii radioactive a faunei și florei (cu excepția expunerii radioactive umane)
  - b) Efectuarea unor analize de biomonitoring cu valoare reprezentativă
- VIII. **Caracterizarea stării populației**
  - a) Determinarea expunerii radioactive a populației
  - b) Determinarea stării de sănătate a locuitorilor din zona locației centralei

Măsurătorile, analizele pe care se bazează studiul de impact s-au terminat în 2012, astfel data de finalizare a acestora este în mod unitar 2012. Data de finalizare a datelor folosite la analizele meteorologice diferă, aceasta fiind 2010.

Anul 2012 a fost deosebit de secetos. Rezultatele analizelor de biomonitoring reflectă seceta extremă din anul respectiv. Pentru ca starea originală a biodiversității să nu fie evaluată doar în condiții extrem de uscate, s-a justificat efectuarea analizelor de biomonitoring și în anul 2013. Astfel, efectuarea analizelor din fluxurile dunărene a avut loc în 2013.

În fiecare caz în care s-au mai efectuat analize pe teren în 2013, după data de mai sus, sau dacă evaluările s-au efectuat mai târziu (măsurătorile din fluxul dunărean, analiza datelor provenite din puțurile de observare a apei subterane), data de finalizare a acestora se indică la domeniile de specialitate respective.



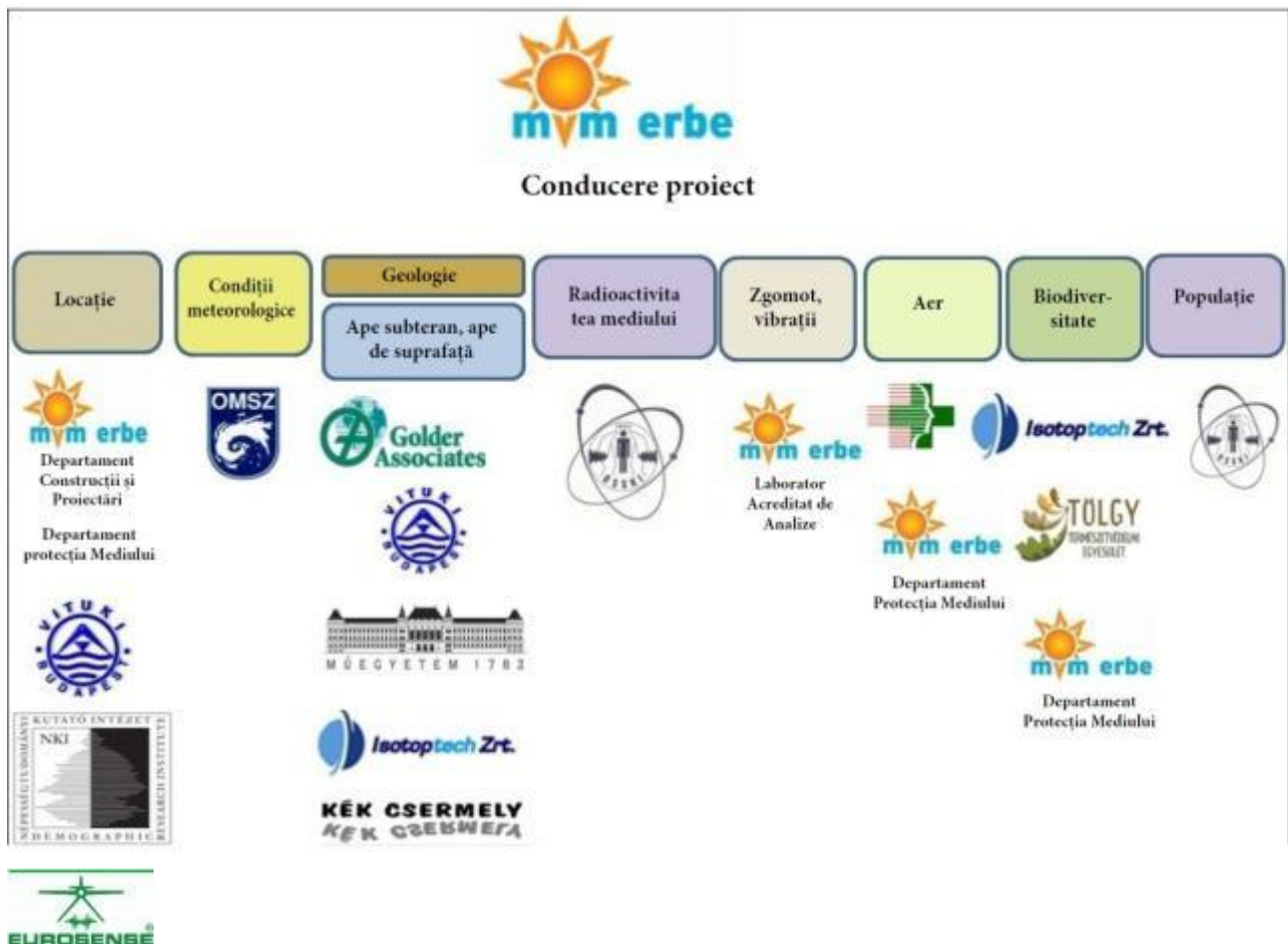
## Zone analizate

În cazul analizelor efectuate în 2012-2013, evaluând starea originală, zona generală de analiză a fost aleasă ca zonă delimitată de un cerc cu orază de 30 km, având centrul în punctul de înființare a noilor blocuri. Majoritatea analizelor de specialitate au avut loc în această zonă. Singura diferență o constituie analizele efectuate pe Dunăre, acestea fiind diferite în funcție de specificul analizelor, evaluând în unele cazuri situația pe toată lungimea Dunării în Ungaria.

Zona de impact presupusă se preconizează a fi în interiorul unui cerc de rază de 10 km, de aceea, în această zonă s-au efectuat analize mai detaliate. Pe baza acestor considerente în afară de Dunăre, s-a evaluat în această zonă și starea originală pe teritoriul Natura 2000.

În zona presupusă de impact direct, într-un cerc cu o rază de 3 km s-au efectuat analizele detaliate de biomonitoring și de evaluare a stării vegetației. De asemenea, în zona presupusă de impact direct a avut loc și monitorizarea poluării aerului pe o perioadă de un an, luând în considerare punctele care trebuie protejate. Măsurarea zgomotului și a vibrațiilor a avut loc de asemenea în această zonă. Pe teritoriul planificat al amplasamentului și în imediata împrejurime a acestuia s-au desfășurat analize de teren, caracterizarea mediului geologic și a apelor subterane.

*Organizațiile specializate care au contribuit la elaborarea și executarea programelor de analiză specializată și de evaluare care stau la baza elaborării studiului de impact asupra mediului sunt cele de mai jos.*



### 1.3.2.2 Sistemul de condiții tehnice și planul de ansamblu al amplasamentului pentru studiul de impact asupra mediului

Condițiile tehnice conform fazei prezente de proiectare și planul de ansamblu al amplasamentului care permit determinarea impactului asupra mediului la Centralei Nucleare Paks II au fost elaborate, respectiv proiectate de către MVM ERBE S. A. pe baza datelor disponibile livrate în prealabil de către furnizori, a datelor publicate referitor la alte centrale în construcție, a bazei de date publice, a prezentațiilor, a datelor de referință ale blocurilor deja realizate, considerând ca bază de referință valorile maxime de emisii conducând la expuneri maxime ale mediului și ținând cont și de datele Centralei Nucleare Paks, aflată deja în funcțiune.

Aranjamentul clădirilor și obiectivelor în planul de ansamblu al amplasamentului s-a conceput pe baza unor considerente tehnologice, având în vedere unitățile tehnologice cu cele mai mari cerințe de spațiu. De asemenea, și descrierea caracteristicilor clădirilor s-a efectuat prin utilizarea datelor selectate din datele livrate de furnizori, precum și din structura centralei nucleare existente.

În EKD s-a analizat detaliat aplicarea metodei de răcire cu apă proaspătă, conform celor prezentate în EKD. Spre diferență față de cele prezentate în EKD, s-a schimbat punctul de prelevare a apei din Dunăre și locul și modul de revărsare a apei de răcire încălzite în Dunăre.

Pentru stabilirea tehnologiei de fundație presupuse s-au folosit ca punct de pornire datele rezultate din straturile prospectate la forările efectuate pentru protecția mediului, iar estimarea adâncimilor de fundație preconizate s-a bazat pe aceste date. În cele ce urmează, va fi nevoie de dimensionarea tuturor clădirilor și obiectivelor situate în zona de construcție pentru a asigura protecția împotriva incendiilor și cutremurelor. Pe lângă acestea, la unele clădiri trebuie ținut cont și de alte considerente speciale de dimensionare, cum ar fi dimensionarea pentru minimizarea riscului de eșuare a aeronavelor, dimensionare pentru protecția la radiații, la zgomote și la vibrații, realizarea protecției mediului geologic și a apelor subterane.

Rezultatele analizelor efectuate în cursul forajelor din cadrul programului de investigație geologică și a diferitelor analize geologice, precum și analizele concrete de mecanica solului vor constitui informațiile necesare pentru documentația de autorizare a construcției care va cuprinde și proiectarea statică și de construcție a clădirilor și obiectivelor.

Pe baza celor de mai sus, în fazele de lucru ce urmează pot apărea schimbări în aranjament și dimensiuni datorită unor considerente funcționale, de fizica clădirilor, de structura clădirilor, de protecție la cutremure și la incendii sau alte considerente ale furnizorilor, eventual necunoscute în prezent.

Volumul necesar al furnizărilor s-a determinat pe baza soluțiilor tehnice și a datelor de bază, precum și planul de ansamblu al amplasamentului realizat în scopul efectuării KHV. Direcția furnizărilor nu este încă cunoscută, planul concret de organizare se va întocmi în cursul întocmirii planului de executare a lucrărilor, în această fază se vor concretiza direcția furnizărilor, mărimea acestora și mișcările din cadrul zonei respective. În cursul KHV calculele s-au efectuat pentru fiecare rută posibilă, referitor la cercul prevăzut de o rază de 25 km.

Procesul și circumstanțele opririi, abandonării sau demontării Paks II – luând în considerare durata de viață planificată de minim 60 ani a blocurilor - nu se pot determina în prezent.

### 1.3.2.3 Analiza de evaluare a impactelor asupra mediului (KHV) – Studiul de impact asupra mediului (KHT)

*Analiza impactelor asupra mediului a Centralei Nucleare Paks IIs-a desfășurat timp de mai multe luni, având loc pe baza sistemului de condiții tehnice și planului de ansamblu al amplasamentului din martie 2014.*

Studiul prezentând efectuarea și rezumatul evaluării impactelor asupra mediului Paks II. (KHT) analizează una dintre variantele posibile prezentate în Documentația preliminară de consultație (EKD), selectată pentru realizare, respectiv o tehnologie nucleară rusească. Studiul analizează estimarea impactelor asupra mediului și principalele aspecte ale acesteia, evacuarea apei de răcire și devărsarea apei calde încălzite în Dunăre, de asemenea, linia electrică la ieșirea din bloc, care servește la transportul energiei electrice produse în centrală. Analiza ține cont și de cele prezentate în opinia înaintată la EKD.

Studiul de impact asupra mediului nu a analizat problemele economice sau financiare legate de amplasamentul blocurilor planificate.

Studiul de impact asupra mediului Paks II analizează procesele de impact, impactele determinate de factorii care apar în diferitele stadii ale investiției, cum influențează elementele și sistemele mediului, ce zonă de extindere, adică zonă de impact pot avea .

Conținutul studiului de impact asupra mediului se bazează pe anexele 6 și 7 din Hotărârea Guvernului 314/2005. (25. XII.) privind procedura de evaluare a impactelor asupra mediului și de obținere a autorizației integrale de mediu.

*nr. 6. – Cerințele generale ale studiului de impact asupra mediului*

*nr. 7. – Determinarea zonei de impact la întocmirea studiului de impact asupra mediului*

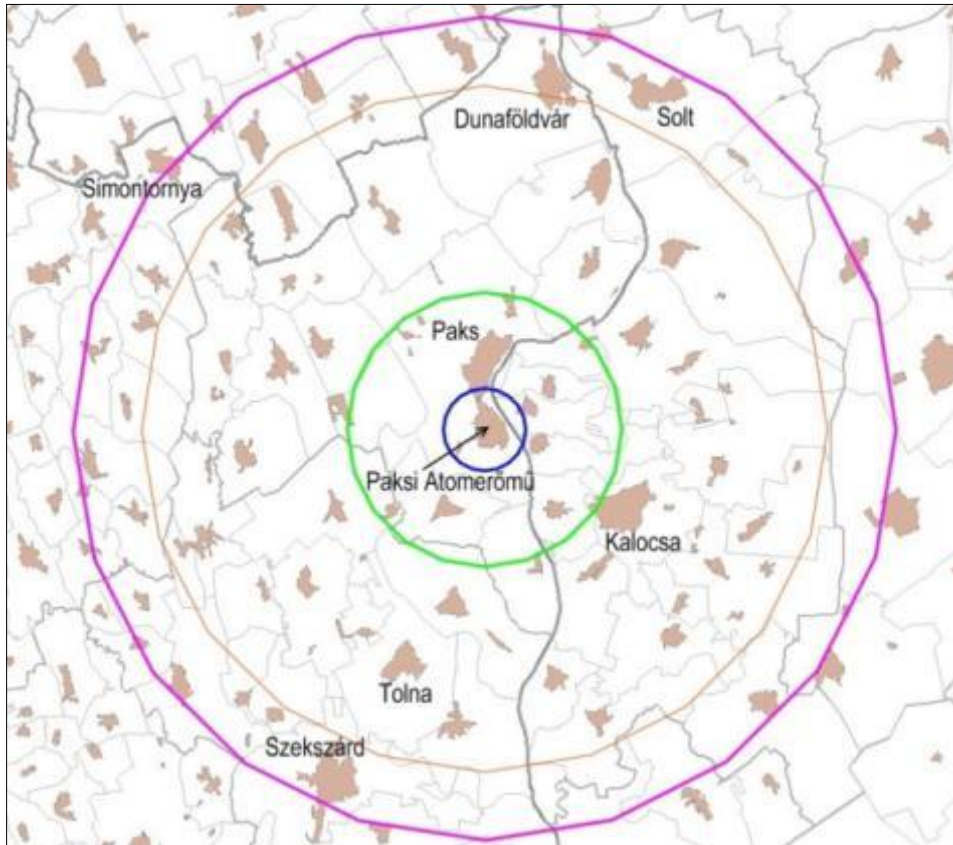
Pe baza efectuării studiului și a rezultatelor obținute, întocmirea analizei de impact a avut loc ținând cont de parametrii care produc cele mai importante expuneri de mediu a unor elemente și sisteme ale mediului – luând în considerare starea originală de mediu a locației Paks.

Studiul de evaluare al efectelor asupra mediului Paks II. prezintă, respectiv analizează următoarele subiecte:

- ❖ prezentarea detaliată a investiției nucleare planificate și a principalelor date tehnologice,
- ❖ prezentarea zonei de amplasament selectate și a vecinătății sale imediate și mai îndepărtate, prezentarea locului activității și a ariei necesare acestuia, prezentarea planului de ansamblu al amplasamentului,
- ❖ prezentarea variantelor preliminar analizate și evaluate,
- ❖ precizarea, calculul impactelor exercitate de tehnologia nucleară asupra unelor elemente și sisteme ale mediului,
- ❖ delimitarea zonelor de impact a investiției planificate,
- ❖ prezentarea impactelor transfrontaliere.

Pe baza acestora Studiul de impact asupra mediului Paks II. cuprinde următoarele capitole principale:

- 1 *Informațiile de bază ale dezvoltării planificate*
- 2 *Proгноzele și strategiile aferente dezvoltării planificate*
- 3 *Prezentarea generală a energiei nucleare*
- 4 *Prezentarea locației de amplasare planificate*
- 5 *Modalitățile posibile de răcire a condensatoarelor din noile blocuri nucleare*
- 6 *Caracteristicile, datele de bază ale Centralei Nucleare Paks II. proiectate în locația Paks*
- 7 *Racordare la rețeaua națională de energie electrică*
- 8 *Factorii potențiali de impact și potențialele matrice de impact ale Paks II*
- 9 *Impacte social-economice*
- 10 *Caracterizarea climatică a vecinătății pe o rază de 30 km a orașului Paks*
- 11 *Modelarea morfologiei albiei Dunării și a expunerii termice a Dunării*
- 12 *Analiza calității apei Dunării și a altor ape de suprafață conform Directivei-Cadru a Apelor*
- 13 *Mediu geologic și ape subterane în locație și în imediata vecinătate*
- 14 *Mediu geologic și ape subterane în valea Dunării sub Paks*
- 15 *Zgomote și vibrații*
- 16 *Aerul mediului*
- 17 *Deșeuri neradioactive*
- 18 *Biodiversitate, ecosisteme*
- 19 *Deșeuri radioactive, casete uzate*
- 20 *Radioactivitatea mediului- expunerea radioactivă a locuitorilor din zona platformei*
- 21 *Expunerea radioactivă a faunei și florei din zona platformei*
- 22 *Matrice cumulative și teritorii de impact reunite*



cerc albastru: zona estimată a impactelor directe,  
cerc verde: : zona estimată a impactelor indirecte,  
cerc purpuriu: zona de analiză a caracterizării generale,  
cerc portocaliu: zona de impact a furnizărilor – zona de analiză cu o rază de 25 km  
Paksi Atomerőmű - Centrala Nucleară Paks

Figura 3: Diferitele zone analizate în cadrul KHV [2], [3]

### 1.3.3 ACTIVITĂȚILE DE INFORMARE ALE MVM PAKS II S. A.

Societatea de Dezvoltare a Centralei Nucleare MVM Paks II S. A. a inițiat o serie de programe destinate furnizorilor, denumit „întreprinderea viitorului nostru – Program de informare pentru întreprinzători” având ca scop informarea firmelor mici, mijlocii și mari din Ungaria despre investiție, despre cerințele de securitate ale industriei nucleare, despre provocările tehnice speciale, procesul recomandat de pregătire, autorizațiile și calificările necesare.

De asemenea, s-au organizat ședințe de informare a primarilor localităților înconjurătoare, operează un camion servind informarea interactivă a locuitorilor, cu scopul de a funcționa ca un centru mobil de vizită prin care populația Ungariei va putea cunoaște energia nucleară, importanța ei, utilizarea la un grad de securitate adecvat și efectul său de protecție a mediului, rolul său important în producția energetică a țării. Materialele informative cuprind detaliile noii investiții, autorizațiile și teme de cercetare aferente acestora, destinate populației civile, care au fost elaborate și expediate în fiecare gospodărie din zonă încă în faza de pregătire a proiectului. Întocmirea unor astfel de materiale informative este prevăzută și pentru fazele următoare ale înființării.

Pentru cei interesați la Universitatea Tehnică și Economică Budapesta-a organizat un program intitulat „Cum se construiește Paks II? – Forum pentru menținerea capacității de centrală nucleară”, unde am prezentat detaliat investiția planificată, ca și actualitățile investiției, Prezentări s-au făcut și la numeroase alte evenimente, forumuri științifice.

Lucrările în curs sunt prezentate și la forumuri internaționale, una dintre cele mai importante evenimente de acest tip este forumul bilateral anual austro/ungar de negocieri nucleare.

## 2 PROGNOSTIZAREA UTILIZĂRII DE ENERGIA ELECTRICĂ ÎN UNGARIA

Una dintre sarcinile importante revenind operatorului de sistem maghiar – Operator Rețele de Energie S. A. (MAVIR S. A.) – este prognostizarea perspectivei evoluării pe termen lung a sistemului de energie electrică. Operatorul de sistem are datoria de a estima amploarea viitoare a utilizării energiei electrice, iar pe de altă parte de a urmări schimbările intervenite în bilanțul energetic la nivel de sistem, în performanța centralelor, în rețeaua electrică publică și în consumul public.

### 2.1 PROGNOSTIZAREA NECESARULUI NAȚIONAL DE ENERGIE ELECTRICĂ PÂNĂ ÎN 2030

Prognostizarea necesarului de energie electrică a consumatorilor, precum și prezentarea dezvoltării capacității de durată medie și lungă a sistemului național de energie electrică reprezintă subiectul unui studiu de sine stătător începând din anul 2012, acesta fiind bazat pe analiza datelor de utilizare a energiei electrice și a încărcării sistemului în ultimii ani, precum și pe prognozele de dezvoltare economică a instituțiilor de cercetare economică. Prognoza de scurtă durată, referitoare la perioada până în 2018 se bazează pe prognozele de durată scurtă și medie ale MAVIR, iar perioada până în 2030 este bazată pe prognozele documentului Strategia Energetică Națională 2030.

Estimarea necesarului de consum public până în 2030, efectuată de către MAVIR în 2013, conține trei scenarii posibile, ilustrate în următorul grafic.

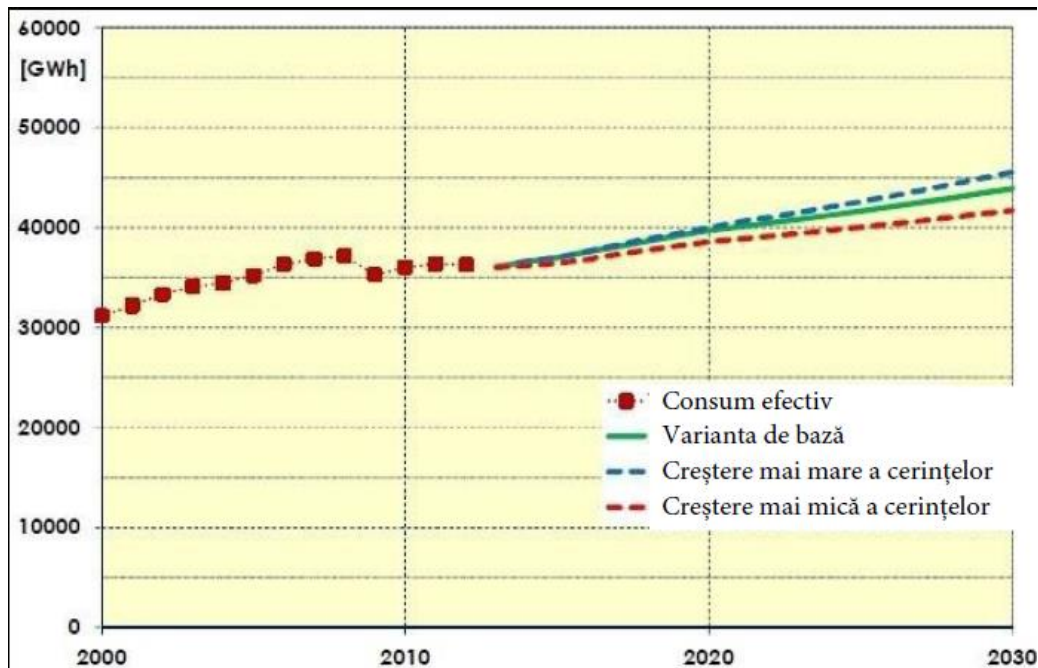


Figura 4: Prognostizarea consumului net de energie electrică până în 2030 [2-1]

**Varianta de bază (indicată în verde pe grafic)**, în conformitate cu obiectivele fixate, prognostizează o rată de creștere a consumului net de energie electrică medie de 1,5 % / an pentru perioada de după 2014, aceasta scăzând ușor începând cu anii 2020. Pe lângă această variantă, s-a elaborat și o alternativă pentru **rată mai mare de creștere a cerințelor (indicată în albastru pe grafic)** care prognostizează o creștere de 1,4-1,7 % / an între 2014 și 2020 care scade la 1,4 % / an până în 2030. Varianta conținând o **creștere moderată a cerințelor** față de varianta de bază (**indicată în roșu pe grafic**) prognostizează o creștere de 1 % / an între 2014 și 2020, aceasta scăzând treptat la 0,8 % / an până în 2030.

Valoarea prognostizată a consumului net de energie electrică (conform variantei de bază) în 2020 este de cca. 40 TWh, ajungând până la cca. 44 TWh în 2030.

Utilizarea de energie electrică totală (inclusiv consumul propriu al centralelor și pierderile pe rețea) poate ajunge la 47,6 TWh în 2020 și la 54,7 TWh în 2030, conform variantei de bază.



### 3 PREZENTAREA GENERALĂ A ENERGETICII NUCLEARE

#### 3.1 PRODUCȚIA MONDIALĂ DE ENERGIE ELECTRICĂ NUCLEARĂ

Producția mondială de energie electrică în 2012 a fost de 22 668 TWh, din care producția nucleară a fost de 2 461 TWh, adică 10,9 % din energia electrică produsă a provenit din centrale nucleare (Sursă: IEA: Key World Energy Statistics 2014). Centralele nucleare joacă un rol mai important în sistemele de energie electrică din țările mai dezvoltate, adică se concentrează în Europa, America de Nord și Japonia.

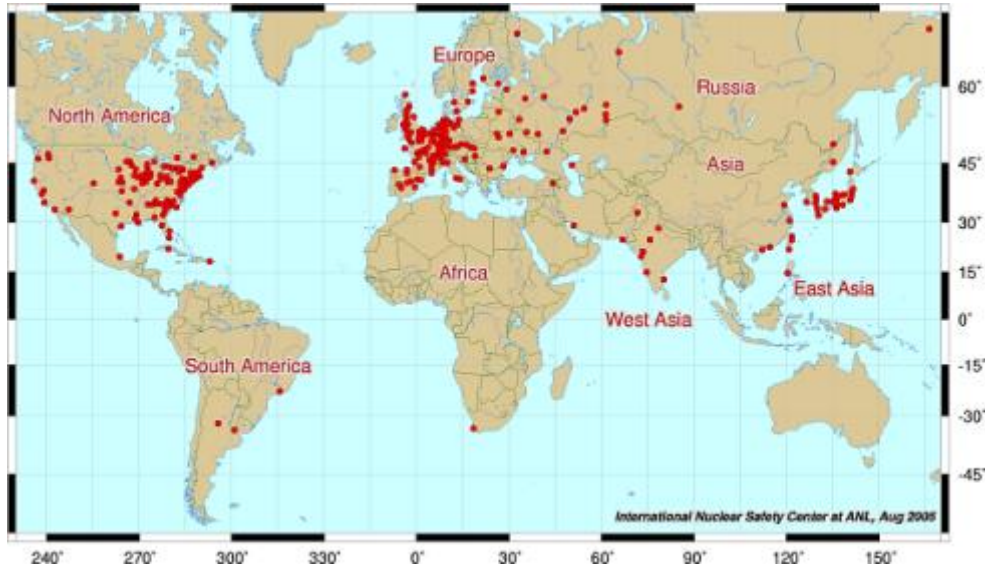


Figura 5: Amplasarea centralelor nucleare la nivel mondial [4]

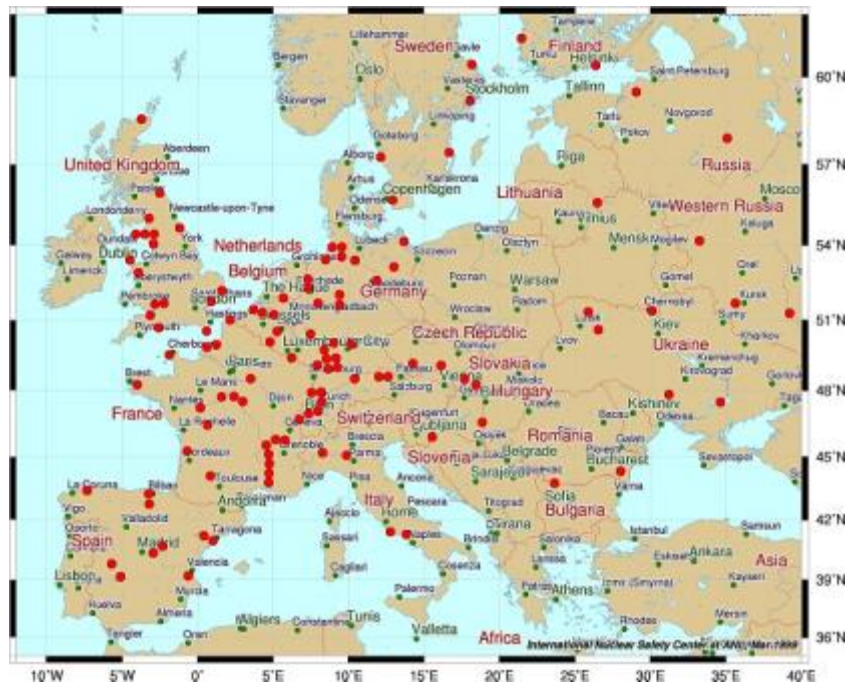


Figura 6: Amplasarea centralelor nucleare în Europa [5]

Majoritatea celor 434 de blocuri nucleare (62,2 %) aparține centralelor cu apă sub presiune (PWR). De asemenea, și în cazul centralelor în construcție se observă o dominanță a reactoarelor cu apă sub presiune (82,6 %).

## 3.2 PREZENTAREA GENERALĂ A BLOCURILOR CU APĂ SUB PRESIUNE (PWR)

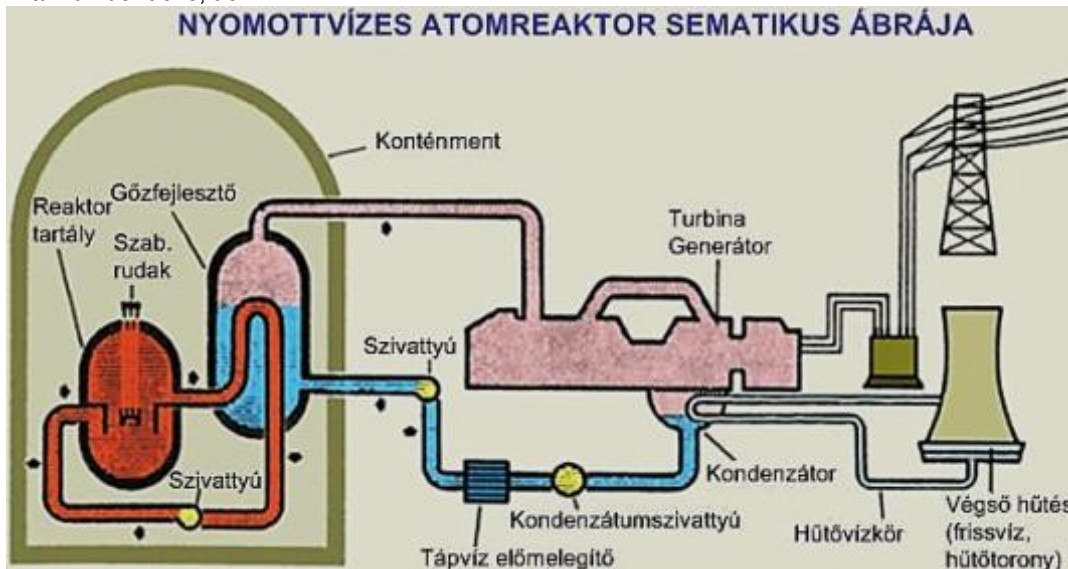
### 3.2.1 PROCESUL DE PRODUCȚIE AL ENERGIEI ÎN BLOCURILE FUNCȚIONÂND CU REACTOARE PWR

Baza producției energiei nucleare o constituie reacția de fisiune în lanț a nucleilor atomici, aceasta decurgând într-o manieră regularizată și autoalimentată. Energia eliberată este deosebit de mare: energia eliberată în procesul de fisiune al unui singur gram de  $^{235}\text{U}$  corespunde energiei produse la combustia a cca. 3 tone cărbune de calitate bună. Energia produsă crește în mod continuu temperatura pastilelor de combustibil, astfel, pentru producerea unei energii durabile și viabile, această cantitate de căldură trebuie deviată. Pentru transferul căldurii se utilizează un mediu de răcire, care în cazul reactoarelor PWR este apa ușoară ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Energia termică transferată este utilizată pentru producerea energiei electrice.

Centralele nucleare cu apă sub presiune constau din două circuite închise, unul primar și unul secundar.

Părțile componente ale **circuitului primar** sunt reactorul nuclear cu apă sub presiune, cu răcire și moderare cu apă ușoară, ciclul de recirculare (circuitul principal de apă), pompele principale de recirculare, țevile de transfer termic al generatoarelor de aburi și compensatorul de volum. Vasul reactorului conținând zona activă este un recipient cilindric sub presiune, cu fund emisferic și capac emisferic demontabil. În afară de acestea, echipamentul de generare a aburilor, adică reactorul are și numeroase sisteme tehnologice auxiliare care au rol de asigurare a securității, îmbunătățesc randamentul centralei și purifică continuu circuitele de apă. Circuitul principal de apă absoarbe căldura produsă în zona activă a reactorului, o transportă și o transferă către circuitul secundar din generatoarele de aburi. Funcția principală a generatorului de aburi este producerea unor aburi cu parametri corespunzători pentru antrenarea turbinelor, utilizând în acest scop căldura produsă în reactor, transmisă de către circuitul primar. Această instalație este un vas cilindric, vertical sau orizontal, cu țevi de transfer de căldură și separator de aburi încorporat, localizat într-un spațiu ermetic, numit anvelopa de protecție a reactorului.

Părțile componente ale **circuitului secundar sunt: partea de alimentare cu apă a generatoarelor de aburi, sistemul principal de aburi, elementele de presiune joasă și ridicată a turbinei, condensatorul și părțile sistemului de alimentare cu apă.** Rolul circuitului secundar este transformarea energiei produse în generatorul de aburi în energie de rotație care asigură antrenarea generatorului. Aburii "uzați" se retransformă apoi în apă în condensator (se condensează) prin aplicarea unui captator termic final care poate fi, în funcție de specificul amplasamentului, apă de mare, apă fluvială sau, la răcirea în turnuri de răcire, aer.



Nyomottvízes atomreaktor sematikus ábrája	SCHEMA REACTORULUI CU APĂ GREA SUB PRESIUNE
Konténment	Anvelopă de protecție reactor
Reaktor tartály	Recipient reactor
Szab. rudak	Bare reglaj
Gőzfejlesztő	Generator aburi
Szivattyú	Pompă
Turbina Generátor	Turbina Generator
Tápvíz előmelegítő	Preîncălzire apă alimentare
Kondenzátumszivattyú	Pompă condensat
Kondenzátor	Condensator
Hűtővízkör	Circuit apă răcire
Végző hűtés (frissvíz, hűtőtorony)	Răcire finală (apă proaspătă, turn răcire)

Figura 7: Schema generală a reactorului PWR [6]

### 3.2.1.1 Combustibil

Combustibilul nuclear este situat în așa-zisă zonă activă.

Uraniul natural este compus din doi izotopi, izotopul  $^{235}\text{U}$  care fisionează sub impactul neutronilor lenți (așa-numiți termici) (în uraniul natural acest izotop are o pondere de 0,72 %), respectiv izotopul  $^{238}\text{U}$  care fisionează sub impactul neutronilor de mare energie (așa-numiți rapizi) (în uraniul natural acest izotop are o pondere de 99,275 %). Reacția în lanț autoalimentată nu poate fi produsă în reactoare cu carburanți constând numai din  $^{238}\text{U}$ .

Blocurile PWR utilizează predominant combustibil pe bază de uraniu îmbogățit ( $\text{UO}_2$ ), acesta este și tipul folosit actual la Centrala Nucleară Paks. Producția acestuia se realizează prin prelucrarea și îmbogățirea uraniului brut.

### 3.2.2 OBIECTIVELE CARACTERISTICE ALE TIPULUI DE BLOC PWR

#### 3.2.2.1 Obiectivele clădirii principale

##### INSULA NUCLEARĂ

**Anvelopa de protecție a reactorului:** În vederea asigurării unei exploatări sigure, sistemele circuitului primar (de ex. la tipurile EPR-1600 și VVER-1200) sunt amplasate în general în anvelope de protecție cu pereți dublii. Rolul anvelopei de protecție interioare este retenția substanțelor radioactive care s-ar putea elibera în cazul incidentelor posibile luate în considerare la proiectare, de asemenea, transferul căldurii formate.

Anvelopa de protecție interioară este înconjurată de o clădire externă de ecranare, construită din beton armat care asigură protecție împotriva impactelor exterioare (de ex. seisme serioase, impactul cu avioane, inundații).

**Clădirile sistemelor de securitate:** datorită redundanței multiple, în centralele nucleare există mai multe sisteme de securitate (de ex. răcire zonală pentru cazuri de defecțiuni), dintre care funcționarea unui singur sistem este suficient pentru soluționarea deranjamentelor. Datorită cerințelor de separare în spațiu, acestea sunt amplasate de regulă în clădiri sau părți de clădiri separate.

**Clădire auxiliară:** aici se găsesc sistemele auxiliare aferente circuitului primar.

**Obiectiv de mentenanță nucleară:** Obiectiv servind la efectuarea lucrărilor de mentenanță și a decontaminării.

**Clădire tratare deșeuri radioactive:** aici are loc tratarea deșeurilor lichide și solide formate în cursul exploatării blocului.

**Clădire carburanți:** servește la tratarea și stocarea combustibilului nuclear proaspăt și uzat.

##### INSULA TURBINELOR

**Sala turbinelor:** În sala turbinelor se găsesc acele instalații de circuit secundar care transformă căldura produsă de către generatorul de aburi, predată de către circuitul primar, în energie mecanică și apoi în energie electrică, de asemenea, condensează aburii ieșiți din turbină și îi redirecționează în generatorul de aburi.

**Uzina de tratare a apei:** servește la producerea apei suplimentare, de cantitate și calitate corespunzătoare, necesare alimentării circuitelor primare și secundare.

**Sala de comutatoare electrice:** Clădire pentru amplasarea instalațiilor de comutatoare electrice, a echipamentelor de control și telecomunicații.

**Spațiu transformatoare:** Servește la amplasarea în spațiu extern al transformatoarelor bloc și a altor transformatoare aferente centralei.

#### 3.2.2.2 Stabilimente aferente

- ✓ **Depozitul de stocare temporară a casetelor uzate:** servește la depozitarea temporară a combustibilului uzat rezultat de la exploatarea centralei nucleare (înainte de eventuala prelucrare în continuare sau depozitarea definitivă, fără prelucrare).
- ✓ **Generatoare diesel:** generatoare diesel servind la alimentarea cu curent alternativ în cazul panelor de curent (în scopul separării fizice corespunzătoare acestea se găsesc în clădire separată).
- ✓ **Obiectiv sanitar:** obiectiv cuprinzând centrul sanitar, sistemul de acces la circuitul primar și birourile aferente lucrului la circuitul primar.



- ✓ *Instalație de alimentare cu apă:* asigură alimentarea centralei cu apă industrială. Cea mai mare parte a apei preluate din Dunăre o constituie apa de răcire a condensatorului.
- ✓ *Depozit chimicale:* clădire care dă loc chimicalelor necesare exploatarei.
- ✓ *Depozit gaze industriale:* clădire care dă loc gazelor necesare exploatarei.
- ✓ *Obiectiv mentenanță:* Obiective servind efectuarea lucrărilor de mentenanță legate de circuitul secundar.
- ✓ *Obiective pentru protecția împotriva incendiilor:* cuprinde clădirea pompierilor detașați în incinta centralei, precum și sistemul de alimentare cu apă pentru incendii și protecția împotriva incendiilor.
- ✓ *Substație electrică:* asigură transportul energiei electrice produse de generatoare în rețeaua națională.
- ✓ *Depozit deșeuri:* servește la depozitarea neradioactive deșeurilor formate la centrală.
- ✓ *Adăposturi:* servește la protejarea personalului care lucrează la exploatare și intervenții în accidente în caz de avarii.
- ✓ *Punct protejat de conducere (cu rezervă):* are rolul de a asigura în caz de avarii condițiile de muncă a celor care conduc lichidarea și de a asigura protecția persoanelor care participă la intervenții la accidente.
- ✓ *Sisteme de monitoring al mediului:* cuprinde sistemul de prelevare și analiză a probelor de mediu.
- ✓ *Infrastructuri:* cuprind drumurile de acces care conduc la centrală, căile feroviare, conductele de apă potabilă, apă uzată aferente centralei, etc.
- ✓ *Sisteme de protecție fizică:* clădiri poartă, sisteme de acces, gard, etc.

## 4 SECURITATE NUCLEARĂ

***În cursul proiectării, construcției și exploatarei noilor blocuri ale centralei nucleare asigurarea securității nucleare este primordială, prioritară înainte de oricare alta activitate.***

### 4.1 PRINCIPII DE BAZĂ ALE SECURITĂȚII NUCLEARE

Securitatea nucleară este problema cheie a judecării energiei nucleare.

Reactoarele nucleare trebuie să îndeplinească trei criterii fundamentale de securitate:

- I. Trebuie asigurat, ca în orice circumstanțe reacția nucleară în lanț din reactor să se oprească în caz de anormalitate.
- II. Și în cazul reacției în lanț oprite trebuie asigurată răcirea durabilă și sigură a elementelor de încălzire.
- III. Trebuie împiedicată eliberarea peste limita permisă a substanței radioactive în mediu.

Asigurarea securității centralei nucleare se realizează prin aplicarea principiului protecției în profunzime, care pune accentul pe prevenirea incidentelor.

Principiile și criteriile celor cinci nivele ale protecției în profunzime au fost elaborate de către Agenția Internațională pentru Energie Atomică. Autoritățile nucleare naționale se străduiesc să aplice aceste principii în cât mai mare măsură în propria lor reglementare. Protecția în profunzime se aplică în fiecare obiectiv prin considerarea specificului local.

Scopurile fundamentale ale protecției în profunzime:

- ❖ prevenirea accidentelor prin proiectare conservativă,
- ❖ prevenirea devierii de la modul normal de operare prin monitorizare permanentă,
- ❖ în cazul devierii de la modul normal de operare prevenirea agravării situației, atenuarea consecințelor prin *instrumente de protecție încorporate*,
- ❖ în cazul ivirii unor evenimente care depășesc baza de proiectare, să existe la dispoziție instrumente corespunzătoare și măsuri determinate pentru atenuarea consecințelor.

Securitatea centralei nucleare este garantată prin sistemul soluțiilor de proiectare și prevederilor de exploatare.

Protecția în profunzime grupează evenimentele, instalațiile și procedeele legate de securitate în cinci nivele. Validarea fiecărui nivel are rolul de a împiedica atingerea următorului nivel.

Nivel	Scop	Realizare
Nivel I.	Împiedicarea devierii de la modul normal de operare	Proiectare conservativă de bună calitate
Nivel II.	Sesizarea stării anormale și împiedicarea operării iregulare	Funcționarea corespunzătoare a sistemelor de control și reglaj
Nivel III.	Tratarea incidentelor care stau la baza proiectării	Sisteme și procedee de securitate
Nivel IV.	Tratarea accidentelor grave, moderarea gravității, atenuarea consecințelor posibile	Instrumente, analize, măsuri, ghid de tratare a accidentelor suplimentare
Nivel V.	Atenuarea consecințelor emisiei de substanță radioactivă în afara obiectivului	Planuri de măsuri de înlăturare a accidentelor

Tabelul 4: Cele cinci nivele ale protecției în profunzime aplicate în serie

- Nivelul I se referă la proiectare: centrala trebuie proiectată în mod conservativ, cu rezerve de operare și securitate, prin aplicarea unor soluții care restricționează la minim posibilitatea unor greșeli umane (automatizare, mod de manipulare clar). Trebuie determinate acele evenimente externe pe lângă care centrala nucleară își păstrează capacitatea de funcționare (seism, condiții meteorologice extreme, etc.).
- Caracteristica nivelului II este existența acelor instrumente și procedee cu ajutorul cărora centrala poate fi menținută în cadrul limitelor de proiectare, astfel ca să nu se încalce limitele de securitate. Aparțin aici de asemenea analizele continue (presiune, temperatură, trafic, etc.), testele și probele periodice, mentenanțele și verificările de stare.
- Aparțin nivelului III acele sisteme și măsuri care garantează îndeplinirea funcțiilor de securitate în cazul incidentelor presupuse în faza de proiectare (incidente de proiectare). Nici chiar pe lângă cea mai atentă proiectare, executare și exploatare nu se poate exclude posibilitatea ivirii unor incidente (de ex. defecțiuni interne ale materialelor, catastrofe naturale). Aceasta înseamnă oprirea automată a reacției în lanț, asigurarea răcirii combustibilului, menținerea emisiei de substanță radioactivă sub nivelul permis, iar sistemele de securitate trebuie pregătite pentru tratarea acestor probleme.
- Nivelul IV presupune un eveniment de probabilitate extrem de scăzută care depășește incidentele de proiectare. În cazul acestui eveniment sistemele de securitate nu își mai îndeplinesc de deplin rolul, se poate ivi topire zonală și eliberare de substanță radioactivă. În ciuda probabilității scăzute, gravitatea posibilelor consecințe justifică necesitatea ca centrala să dispună de instrumente care pot întârzia derularea acestor accidente, care atenuază consecințele acestora și câștigă timp pentru aplicarea măsurilor necesare (de ex. livrarea unor instrumente suplimentare la fața locului, izolarea sau evacuarea populației).
- Nivelul V intră în vigoare în cazul în care s-au depășit deja primele patru nivele. Aceasta înseamnă eliberarea în mediu a unei cantități semnificative de substanță radioactivă, ceea ce atrage deja după sine măsuri ale autorităților, conform planurilor de avarii elaborate pentru asemenea situații.

## PRINCIPIILE FUNDAMENTALE ALE PROIECTĂRII

- ❖ Considerentele selecției locației
  - ❖ Estimarea pericolelor potențiale ale exploatării
  - ❖ Stabilirea bazei de proiectare, analiza evenimentelor acesteia
- Cerințe de bază:
- Posibilitatea atingerii stării subcritice
  - Transferul căldurii remanente
  - Menținerea emisiei radioactive sub valorile limită
- ❖ Probabilitatea incidentelor în afara proiectării să fie minimă
  - ❖ Expunerea la radiații să fie la cel mai scăzut nivel accesibil în mod rezonabil

## SISTEMUL BARAJELOR DE INGINERIE

**Sistemul barajelor ingineresti** servește la blocarea, respectiv scăderea emisiei substanței radioactive în mediu. Barajele aflate în serie servesc la împiedicarea propagării substanțelor radioactive care au trecut eventual peste barajele anterioare. Cele patru baraje fizice:

1. matricea de combustibil ( $UO_2$ ),
2. învelișul de combustibil (învelișul etanș al elementelor de încălzire),
3. limita de presiune a circuitului primar (vasul reactorului și alte sisteme aferente circuitului primar),
4. mantaua protectoare de securitate, așa-numita anvelopă de protecție a reactorului (cu închidere ermetică, de obicei cu pereții dublii).

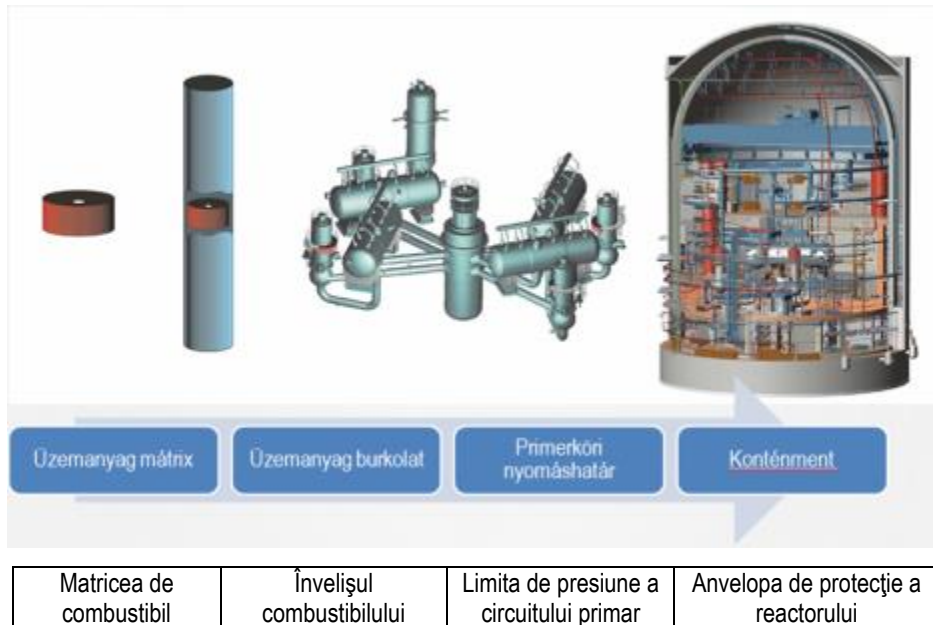


Figura 8: Baraje de inginerie la blocurile nucleare [7]

## ANVELOPĂ DE PROTECȚIE A REACTORULUI CU PEREȚI DUBLII

Anvelopa de protecție a reactorului este un element deosebit de important în protecția în profunzime, deoarece acesta este ultimul baraj între substanțele radioactive din spațiul intern al centralei nucleare și mediu.

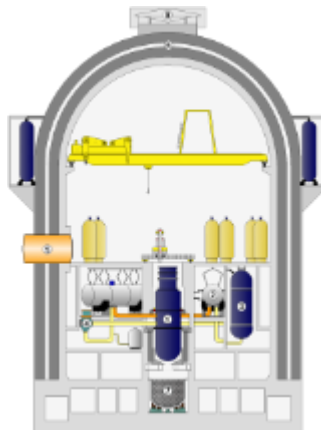


Figura 9: Secțiunea anvelopei de protecție cu pereți dublii [7]

Răcirea durabilă și în condiții de securitate a combustibilului din reactor trebuie asigurată în orice circumstanțe. În cazul unei eventuale ruperi de conducte răcirea este preluată în mod activ sau pasiv de către sistemul de răcire de siguranță pentru cazul defecțiunilor. În cazul scăderii presiunii sistemul de răcire pasiv introduce apă în reactor, asigurând astfel răcirea până la pornirea pompelor. Sistemul activ de răcire de siguranță constă dintr-o parte de înaltă presiune și una de joasă presiune, iar apa evaporată este suplimentată prin alimentare din numeroasele recipiente de volum mare pentru apă

de răcire de rezervă.

Cele mai multe sisteme de securitate necesită energie electrică pentru funcționare. Aceste sisteme trebuie să se afle în stare gata de funcționare și în cazul unor pane de curent. În acest scop se folosesc generatoare diesel, care pornesc în mod automat în caz de nevoie și asigură alimentarea continuă cu energie electrică a consumatorilor având prioritate din punctul de vedere al securității centralei nucleare.

Pentru tratarea zonei topite formate eventual în cursul unor accidente grave, una dintre cele mai răspândite construcții aplicate este „reținătorul de topitură zonală”, care împiedică topirea betonului de sub vasul reactorului prin realizarea unor încăperi la subsol care facilitează întinderea topiturii sau se așează sub vas niște materiale prin care nu trece topitura zonală.

Consolidarea anvelopei de protecție a reactorului, menținerea integrității structurii este de importanță primordială. Integritatea anvelopei de protecție este servită și de procedeele de tratare a gazului de hidrogen format în cursul unor presupuse accidente grave, acesta fiind exploziv peste o anumită limită de concentrație în amestec cu aerul din anvelopă. În procedeul pasiv hidrogenul ajuns în atmosferă este transformat continuu în aburi de apă prin folosirea unor recombinatori catalitici, pe când în procedeul activ se folosesc „fitile de hidrogen” care aprind intenționat gazul de hidrogen acumulat în anvelopă cu mult înainte ca acesta să atingă concentrația periculoasă, evitând astfel atingerea concentrației care prezintă pericol de explozie.

Conform prevederilor actuale din cele mai multe țări, anvelopa de protecție trebuie să reziste și unui impact cu un avion mare de pasageri.

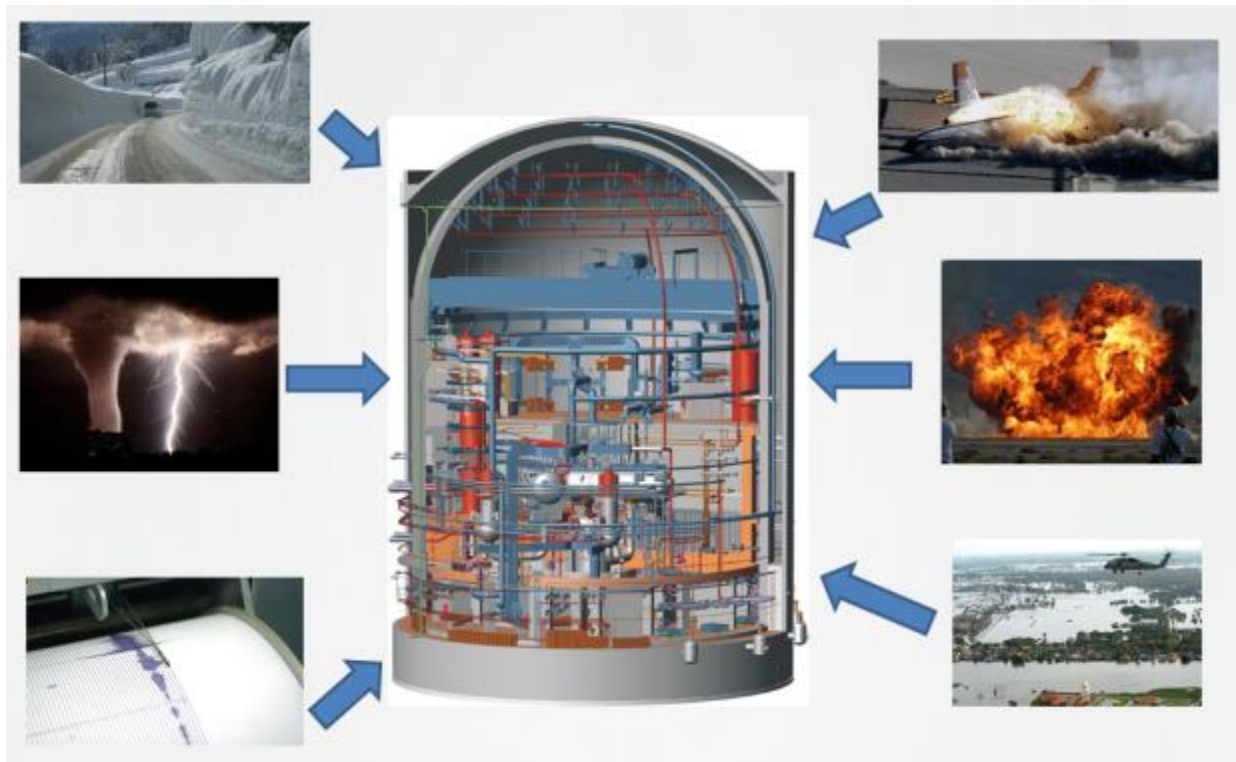


Figura 10: Anvelopa de protecție exterioară asigură protecție la impactele externe [7]

Cea mai importantă garanție a securității centralei nucleare este așa-numita **securitate internă**. În anumite situații de accidente în reactor intră în funcțiune procese și baraje interne fizice și termice care rețin și în final opresc schimbările nefavorabile. Această securitate internă **funcționează indiferent de starea de funcționare a instrumentelor de securitate și protecție**. Această proprietate a reactorului este o caracteristică tip. În această categorie intră și reactoarele cu apă sub presiune, acestea fiind cele mai răspândite pe plan mondial. În această categorie intră și reactoarele de tip VVER-440 la Centrala Nucleară Paks. (Celălalt tip, RBMK, proiectat și construit în fosta Uniune Sovietică, nu îndeplinește toate condițiile securității interne (inerente). Acestui tip aparțin și reactoarele de la centrala nucleară de la Cernobil, unde s-a produs accidentul la 26 aprilie 1986. S-a dovedit că una dintre cauzele fundamentale ale accidentului a fost lipsa securității interne (inerente). De aceea, putem concluce că din catastrofa centralei nucleare de la Cernobil nu se pot trage concluzii referitoare la lipsa securității la restul tipurilor de reactoare. Ca urmare a lipsei securității inerente, exploatarea reactoarelor similare celui de la Cernobil a fost oprită din motive de securitate aproape pretutindeni pe plan mondial.)

O altă garanție importantă a securității centralei nucleare în caz de accidente este aplicarea așa-numitelor **instrumente externe de securitate** care, împreună cu securitatea internă, protejează împotriva creării și propagării diferitelor situații de accidente. În cadrul acestor instrumente de securitate externă un rol tot mai mare au așa-numitele **sisteme de protecție pasivă** care funcționează indiferent de alimentarea externă cu energie.

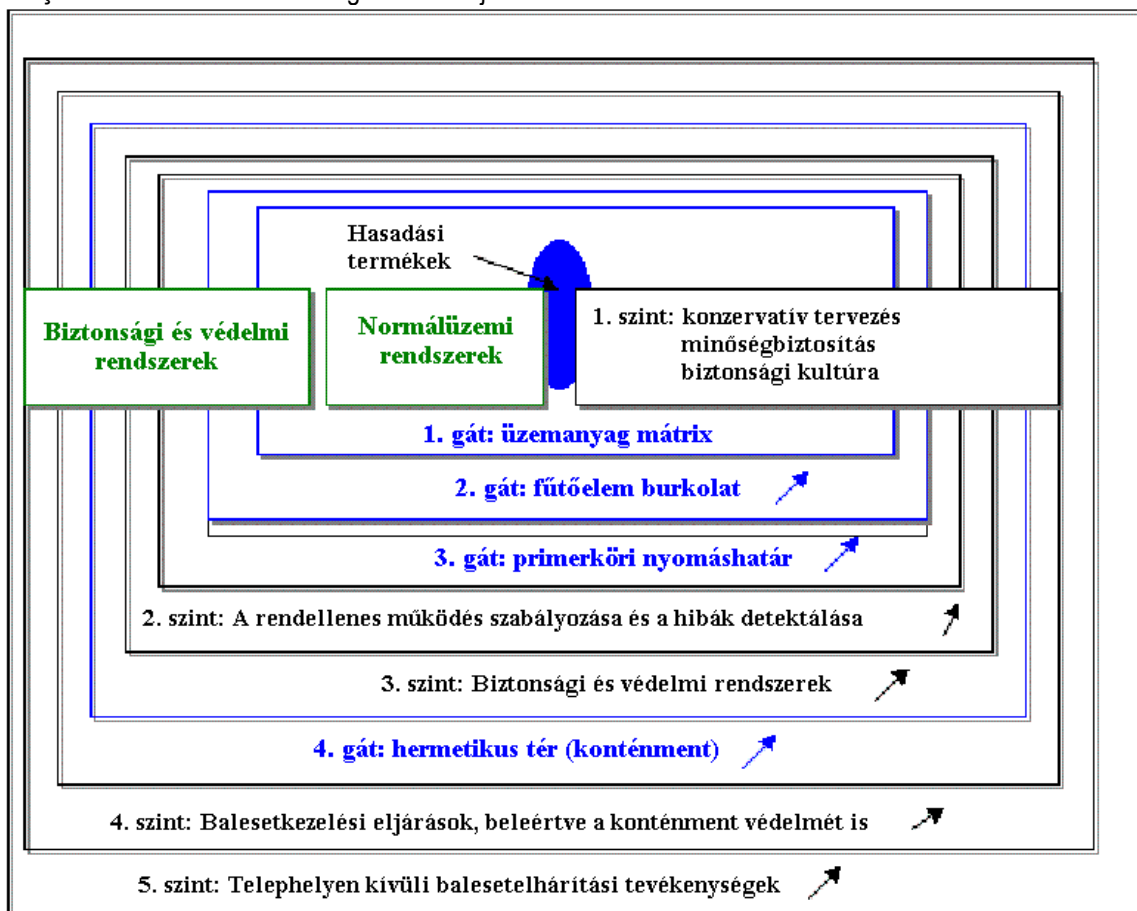
Din cele de mai sus rezultă că astăzi se pot construi centrale nucleare la care probabilitatea accidentelor grave, cu implicații și asupra mediului este mai mică de  $10^{-6}$  /an reactor<sup>2</sup>.

Probabilitatea realizării riscului potențial trebuie menținută la nivelul cel mai scăzut cu putință, pe baza principiului ALARA (As Low as Reasonably Achievable) securitatea realizabilă trebuie garantată în mod rațional.

Scopul fundamental al protecției în profunzime este menținerea integrității barajelor fizice în cazul incidenței unor evenimente interne sau externe care amenință integritatea lor, în acest scop folosindu-se unele sisteme de securitate și protecție cu funcționare automată sau manuală.

### IERARHIA SISTEMELOR DE SECURITATE ȘI PROTECȚIE

Cele cinci nivele la noile blocuri privind protecția în profunzime, cele patru baraje fizice și relațiile dintre intervențiile automate și manuale sunt ilustrate în figura de mai jos.



Hasadási termékek	Produse de fisiune nucleară
Biztonsági és védelmi rendszerek	Sisteme de securitate și protecție
Normálüzemi rendszerek	Sisteme pentru mod de operare normală
1.szint: konzervatív tervezés, minőségbiztosítás, biztonsági kultúra	Nivel 1: proiectare conservativă, Asigurarea calității, Cultură de securitate
1. gát: üzemanyag mátrix	Baraj 1: matrice de combustibil
2. gát: fűtőelem burkolat	Baraj 2: înveliș element încălzire
3. gát: primerköri nyomáshatár	Baraj 3: limită presiune circuit primar
2. szint: A rendellenes működés szabályozása és a hibák detektálása	Nivel 2: reglementarea funcționării improprii și detectarea defecțiunilor
3. szint: Biztonsági és védelmi rendszerek	Nivel 3: Sisteme de securitate și protecție
4. gát: hermetikus tér (konténment)	Baraj 4: spațiu ermetic (anvelopă protecție reactor)
4. szint: balesetkezelési eljárások, beleértve a konténment védelmét is	Nivel 4: Proceduri de tratare a accidentelor, inclusiv protecția anvelopei
5. szint: telephelyen kívüli balesetelhárítási tevékenységek	Nivel 5: Activități de apărare contra accidentelor în afara locației

<sup>2</sup> Exploatarea unui reactor pe o perioadă de un an corespunde unui an de reactor, adică în cazul funcționării concomitente timp de un an cele 440 reactoare funcționând în prezent reprezintă 440 ani de reactor.

Figura 11: Barajele de protecție, nivelele de protecție în profunzime și ierarhia intervențiilor [8]

La noile blocuri unele defecțiuni sunt deja tratate ca părți componente ale bazei de proiectare, acestea fiind categorizate a fi „peste proiectare” (în această categorie intră de ex. defecțiunile multiple). Ca urmare, conținutul clasei de „peste proiectare” diferă la reactoarele aflate deja în funcționare de cele noi. La reactoarele actuale protecția în profunzime tratează combustibilul nuclear mai ales în stările de funcționare în care combustibilul este în reactor. La noile blocuri se tratează toate stările posibile ale combustibilului nuclear (de ex. și stările în care casetele de combustibil sunt stocate în bazinul de repaus).

În cursul dezvoltării tipurilor de generația a III-a unul dintre scopurile importante a fost prevenirea accidentelor grave și diminuarea efectelor accidentelor grave cu o probabilitate mică de incidență. Soluțiile de proiectare și de tehnologie aplicate asigură, ca substanțele radioactive să nu se poată elibera în mediu nici chiar în cazul accidentelor grave, astfel, blocurile de generația a III-a nu exercită impact semnificativ asupra populației și a vecinătății centralei nici în caz de accidente grave.

## TESTE LA STRES

După producerea accidentului de la centrala nucleară japoneză de la Fukushima, provocat de seismul și tsunami-ul de putere fără precedent, în martie 2011 Consiliul European a inițiat o investigație de securitate specifică în toate centralele nucleare ale Uniunii Europene. În cursul verificării s-a evaluat securitatea centralelor nucleare și rezistența acestora la fenomene extreme ale naturii, cum ar fi inundațiile, seismele, condițiile meteorologice extreme. Operatorii centralelor nucleare au efectuat o autoevaluare conform considerentelor prevăzute și au înaintat acest document către autoritățile naționale responsabile pentru securitatea nucleară. Autoritățile naționale au întocmit rapoarte care au fost evaluate de grupuri de experți internaționali, având loc în mai multe cazuri și consultații la fața locului.

Pe lângă statele membre care operează centrale nucleare, la investigații a participat și Ucraina și Elveția. Verificarea extinsă asupra a 17 țări s-a încheiat în final cu concluzia că centralele nucleare europene dispun de rezerve de securitate corespunzătoare, nu s-a găsit nici o deficiență care ar fi justificat oprirea oricărei centrale. Totodată, raportul Comisiei Europene conține și numeroase recomandări privind creșterea gradului de securitate. Pentru aplicarea acestora statele membre au elaborat programe.

Referitor la Centrala Nucleară Paks, controlul de securitate specific al Uniunii Europene s-a încheiat cu un rezultat clar pozitiv. Raportul a accentuat o practică bună demnă de urmat în numeroase domenii. Nu s-a dezvăluit nici o deficiență critică sau deosebită, iar o parte a recomandărilor s-a referit deja la dezvoltările în curs de realizare.

Centrala Nucleară Paks a elaborat un program de creștere a gradului de securitate, bazat pe recomandările testului la stres, executarea acestui program fiind prezentată în rapoarte periodice. Programe similare se execută și în restul centralelor nucleare din UE, iar rapoartele – conform planurilor - se vor reuni și evalua la nivel de UE. [9], [10], [11]

## ANALIZE DE SECURITATE

Din punct de vedere al autorizării privind securitatea, o importanță primordială au **analizele de securitate** cu metode *deterministice* și *probabilistice*, precum și **rapoartelor de securitate** bazate pe acestea.

Cea mai gravă consecință a unui incident de defecțiune într-o centrală nucleară este contaminarea mediului cu substanță radioactivă, ceea ce se produce de obicei din cauza deteriorării semnificative a zonei active – eventual topirea acesteia – dacă substanța nu este reținută de anvelopa de protecție a reactorului. Din acest motiv **analizele de securitate probabilistice** (*Probabilistic Safety Analysis – PSA*) evaluează în primul rând probabilitatea **deteriorării zonei**. În acest scop este nevoie de o analiză deterministică a tuturor lanțurilor de evenimente posibile care pot conduce la deteriorarea zonei și trebuie calculată probabilitatea fiecăreia dintre acestea una câte una. Această analiză dezvăluie totodată punctele slabe ale centralei nucleare din punctul de vedere al securității. Ca rezultat al acestora iau naștere instrumentele și echipamentele de îmbunătățire a securității. Analizele de securitate au mai multe nivele.

Scopul analizelor de securitate probabilistice este calculul frecvenței posibile a evenimentelor de nivelul 1 (care conduc la deteriorarea zonei) și nivelul 2 (care conduc la eliberări masive de radioactivitate).

## 4.2 CERINȚE ÎN MATERIE DE SECURITATE NUCLEARĂ

Articolul 2 din Legea CXVI din 1996 privind energia nucleară (textul în vigoare în data de 16 iulie 2014):

*„29. securitate nucleară înseamnă realizarea condițiilor corespunzătoare, a măsurilor menite să prevină accidentele sau să diminueze consecințele accidentelor în toate etapele ciclului de viață al instalației nucleare având drept rezultat protecția lucrătorilor și a populației contra pericolelor care sunt asociate radiațiilor ionizante provenite de la instalațiile nucleare.”*

Legea CXVI din 1996 privind energia nucleară descrie cerințele generale referitoare la utilizarea energiei nucleare în scopuri pașnice și definește drepturile și obligațiile celor care participă la utilizarea energiei nucleare în aceste scopuri. În temeiul legislației privind aplicarea acesteia, responsabilitatea pentru chestiunile legate de securitatea nucleară și autorizările în domeniul securității nucleare îi revine Oficiului Național pentru Energie Nucleară (ONEN, Országos Atomenergia Hivatal).

În cursul autorizării creării de tehnologii pentru centrale nucleare se va acorda o atenție deosebită examinării conformității centralei nucleare care urmează să fie construită cu cerințele în materie de securitate nucleară.

Centralele nucleare, echipamentele tehnice și sistemele de securitate sunt concepute și construite în așa fel încât să se garanteze, în măsura maximă posibilă, siguranța mediului înconjurător al centralei nucleare chiar și în cazul producerii unui accident. Examinarea continuă a funcționării în condiții de securitate și elaborarea măsurilor de creștere a securității sunt cerințe esențiale față de operatori. Autoritatea de supraveghere va autoriza pornirea și exploatarea unui reactor sau operațiile care urmează să fie efectuate pe diferitele echipamente ale reactorului dacă se dovedește că se poate garanta funcționarea reactorului în condiții de siguranță.

Conformitatea amplasamentului din punct de vedere geologic și al securității nucleare va fi demonstrată de ONEN în procedura de autorizare a amplasamentului care urmează să fie efectuată în baza Regulamentelor de Securitate Nucleară (RSN), anexate la Ordonanța Guvernamentală 118/2011 din 11 iulie privind cerințele în materie de securitate nucleară a instalațiilor nucleare și activitățile autorităților legate de aceasta.

ONEN evaluează conformitatea amplasamentului și a datelor geologice de bază legate de amplasament în temeiul rezultatelor obținute în urma unor investigații extrem de detaliate. Programul examinărilor privind amplasamentul a fost elaborat prin luarea în considerare a celor mai noi cerințe internaționale (după accidentul nuclear de la Fukushima). Programul acestor examinări a fost evaluat de Agenția Internațională pentru Energia Atomică (AIEA) în cadrul unui control independent.

Conform legislației în vigoare (RSN), unitățile amplasamentului de la Paks trebuie protejate împotriva impactului unor avioane civile de mari dimensiuni. Echipamentele și clădirile unităților sunt supuse unor criterii de management al calității foarte stricte. Furnizorul unităților s-a angajat să respecte cerințele European Utility Requirements (EUR) și, prin urmare, în cursul construirii amplasamentului va utiliza soluții arhitecturale și alte soluții tehnice care vor asigura protecția instalației chiar și în cazul prăbușirii unui avion.

Pentru lucrările, structurile, sistemele și componentele de sistem ale centralei nucleare care au un impact asupra securității nucleare (clasificare ABOS) se vor obține autorizații pentru fiecare structură și sistem în parte.

Cerințele privind siguranța instalațiilor nucleare care urmează să fie instalate în Ungaria sunt definite, în general, în legislația unguească. Cu toate acestea, se recomandă luarea în considerare a standardelor de securitate internaționale relevante, a cerințelor AIEA în materie de securitate, a seriei de standarde ASME și a recomandărilor EUR pentru a asigura același nivel de conformitate a reactoarelor de diferite tipuri, construite în diferite țări, din punctul de vedere al securității nucleare.

Una dintre cerințele față de tipul de unități care urmează să fie construite este demonstrarea în cursul procedurii de autorizare desfășurate înainte începerii construcției a faptului că recomandările privind emisiile pentru diferite avarii de proiectare ale tipului de unități îndeplinesc cerințele naționale și internaționale în vigoare la data autorizării.



## REGLEMENTĂRI UNGUREȘTI – REGULAMENTE DE SECURITATE NUCLEARĂ (RSN)

Clasificarea națională, **RSN** (Anexa 10 la Ordonanța Guvernamentală 118/2011 din 11 iulie, 163. Stare de funcționare) definește diferitele stări de funcționare ale noilor unități ale centralei nucleare.

Bază de proiectare (BP)				Bază de proiectare extinsă (BPE)	
Stare normală de funcționare	Evenimente baza de proiectare			Evenimente care depășesc baza de proiectare	
Funcționare normală	Evenimente anticipate	Incidente de proiectare		Evenimente care depășesc cadrul proiectării	Accidente majore
		Incidente de proiectare cu frecvență redusă	Incidente de proiectare cu frecvență foarte redusă		
<b>BP1</b>	<b>BP2</b>	<b>BP3</b>	<b>BP4</b>	<b>BPE1</b>	<b>BPE2</b>
Frecvență (f [1/an])					
1	$1 > f > 10^{-2}$	$10^{-2} > f \geq 10^{-4}$	$10^{-4} > f \geq 10^{-6}$		

Tabelul 5: Denumirea și clasificarea diferitelor stări de funcționare în funcție de frecvență, pentru noile unități

## OPERARE NORMALĂ

### 121. Operare normală (BP1)

„**Exploatarea** instalațiilor nucleare cu respectarea Condițiilor și limitelor de funcționare aprobate de autoritatea națională de reglementare în domeniul securității nucleare, inclusiv **schimbarea sarcinii, oprirea, pornirea, înlocuirea combustibilului nuclear, întreținerea, încercările și alte operații planificate** în cazul reactoarelor nucleare și al centralelor nucleare.”

## EVENIMENTE BAZA DE PROIECTARE

### 179. Evenimente anticipate (BP2)

„Un proces generat de un eveniment inițial anticipat în baza de proiectare și analizat pe baza principiului defectării unice care face obiectul acestor analize și este foarte probabil să se producă în cursul exploatării centralei nucleare.”

### 159. Incidente de proiectare (BP3 și BP4)

„Un proces generat de un eveniment inițial anticipat în baza de proiectare și analizat pe baza principiului defectării unice care face obiectul acestor analize și este puțin probabil să se producă în cursul exploatării centralei nucleare și care produce o avariere a combustibilului de natura și de amploarea specificată în proiecte.”

## EVENIMENTE CARE DEPĂȘESC BAZA DE PROIECTARE

### 155. Evenimente care depășesc cadrul proiectării (BPE1)

Un proces care nu este inclus în categoria evenimentelor anticipate și a incidentelor de proiectare, care nu poate fi exclus, dar care se poate produce doar în urma mai multor defecțiuni independente una de alta, și care poate avea consecințe mai grave decât procesele incluse în baza de proiectare și poate produce avaria zonei fără topire.

### 145. Accident major (BPE2)

Accident asociat cu avarii majore ale zonei reactorului și cu topirea zonei, care are consecințe externe mai grave decât incidentele de proiectare și avariile care depășesc cadrul proiectării.



### 4.3 SCARA INTERNAȚIONALĂ A EVENIMENTELOR NUCLEARE

Agenția pentru Energie Nucleară (AEN) a Organizației pentru Cooperare și Dezvoltare Economică (OECD) și Agenția Internațională pentru Energia Atomică (AIEA) au elaborat Scara Internațională a Evenimentelor Nucleare și Radiologice (INES) care poate fi utilizată la clasificarea evenimentelor nucleare pentru a facilita comunicarea privind evenimentele nucleare în vederea **informării adecvate a populației, a organizațiilor sociale și politice, precum și a mass-mediei.**

Scopul Scarei INES este de a asigura **notificarea și informarea populației într-un mod ușor de comparat** despre calitatea și importanța, în planul securității, a evenimentelor, incidentelor și accidentelor produse în centrale nucleare sau în alte instalații nucleare.

Scara INES grupează evenimentele pe diferitele nivele ale unei scări cu șapte trepte; această scară distinge trei nivele ale incidentelor și patru nivele ale accidentelor.

Figura de mai jos prezintă Scara Internațională a Evenimentelor Nucleare și Radiologice.

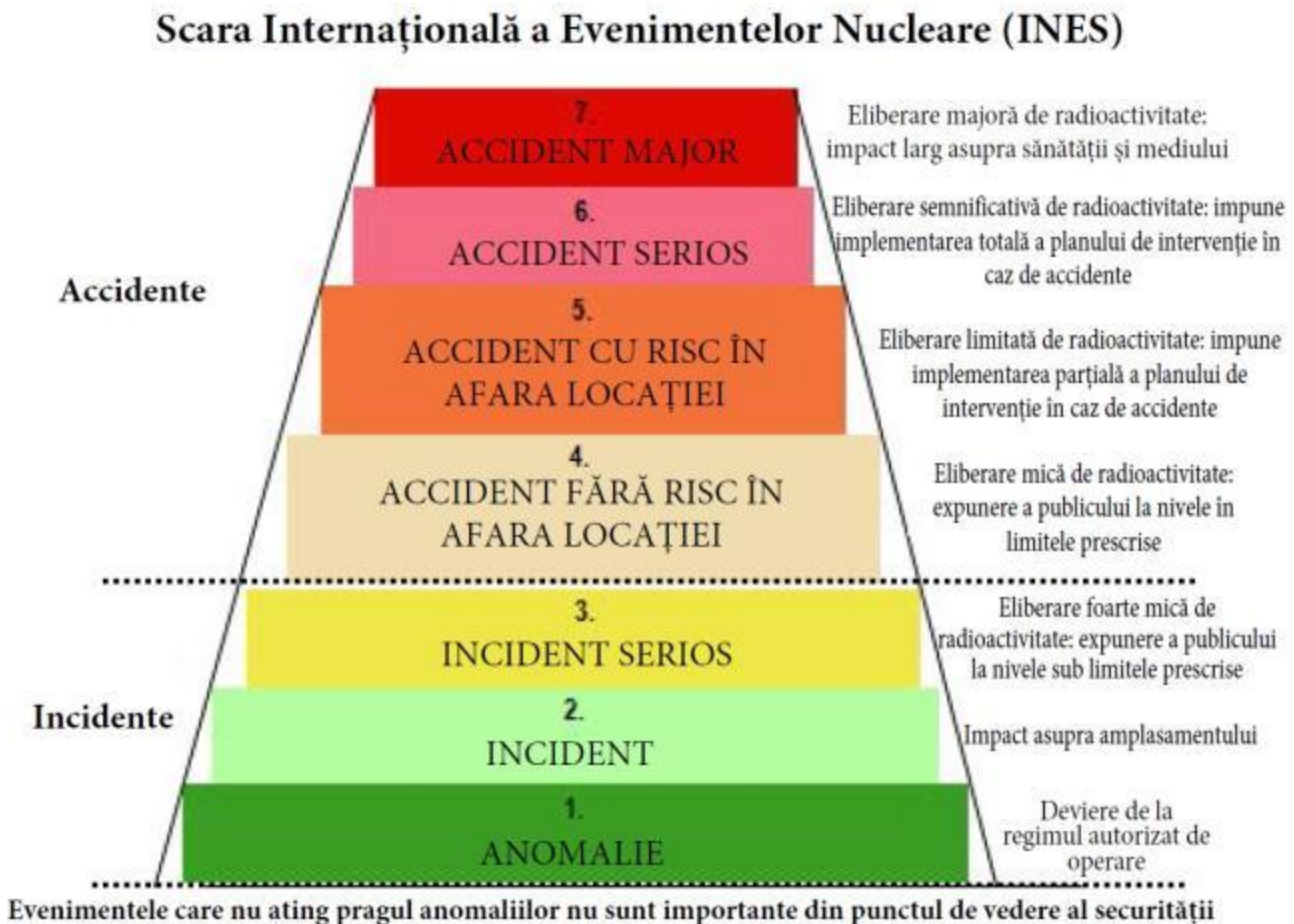


Figura 12: Scara Internațională a Evenimentelor Nucleare și Radiologice (INES)

Evenimentele care deviază de la regimul normal de operare sunt descrise pe nivelele 1-7; această scară distinge trei nivele ale incidentelor și patru nivele ale accidentelor.

Accidentul de la centrala nucleară din Cernobîl, produs în 1986, a fost un eveniment de nivelul 7 INES care a avut un impact larg asupra sănătății și mediului. Una dintre cele mai importante considerente în elaborarea criteriilor de clasificare INES a fost aceea de a permite distingerea clară a evenimentelor cu impact mai puțin larg și mai puțin grav de accidentele majore. Pe această bază, accidentul produs în centrala nucleară de la Three Mile Island (TMI) a fost inclus la nivelul 5 INES.

Toate evenimentele, indiferent de nivel, trebuie raportate, în termenul prevăzut pentru fiecare nivel, Oficiului Național pentru Energie Nucleară (ONEN), centrului din Viena a Agenției Internaționale pentru Energie Atomică (AIEA), precum și organizațiilor specificate în convențiile locale și internaționale.

În Ungaria clasificarea evenimentelor este efectuată de personalul tehnic operativ al Centralei Nucleare din Paks în conformitate cu Orientarea ONEN nr. 1.48 și Regulamentele de Securitate Nucleară (RSN), clasificare pe care o va conveni cu ONEN. Centrul de Informare și Vizitare al Centralei Nucleare de la Paks va elabora o comunicare scurtă și clară privind evenimentele incluse în Scară pe care o va trimite Agenției Ungare de Știri.

Tabelul 6 prezintă criteriile generale de clasificare a evenimentelor nucleare, în timp ce Tabelul 7 descrie câteva exemplele care ilustrează criteriile INES utilizate în clasificarea evenimentelor produse în instalațiile nucleare.

Descriere și nivel INES	Populație și mediu	Bariere tehnice și măsuri de protecție împotriva radiațiilor	Protecție în adâncime
Accident major INES 7	Eliberare majoră de material radioactiv cu impact larg asupra sănătății și mediului ceea ce necesită punerea în aplicare a contramăsurilor planificate și extinse.		
Accident serios INES 6	Eliberare semnificativă de material radioactiv ceea ce probabil va necesita punerea în aplicare a contramăsurilor planificate.		
Accident cu risc în afara locației INES 5	Eliberare limitată de material radioactiv ceea ce probabil va necesita punerea în aplicare a unor contramăsurilor planificate. Numeroase victime din cauza radiațiilor.	Avaria serioasă a zonei reactorului. Eliberare unei cantități mari de material radioactiv în perimetrul amplasamentului care poate duce la iradierea populației (una sau mai multe persoane). Un astfel de eveniment se poate produce în urma unui accident critic sau incendiu major.	
Accident fără risc în afara locației INES 4	Eliberare redusă de material radioactiv ceea ce probabil nu va necesita punerea în aplicare a contramăsurilor planificate cu excepția celor privind limitarea consumului de alimente locale. Cel puțin o victimă din cauza radiațiilor.	Topirea sau avaria combustibilului radioactiv având ca urmare eliberarea a peste 0,1% din inventarul zonei. Eliberarea unei cantități mai mari de material radioactiv în perimetrul amplasamentului care poate duce la iradierea populației (una sau mai multe persoane).	
Incident serios INES 3	O doză de iradiere care depășește de peste 10 ori limita anuală. Iradierea poate duce la efecte deterministice neletale asupra sănătății (de ex. arsuri).	Un debit al dozei de peste 1 Sv/h în perimetrul de operare. Contaminarea semnificativă a unei suprafețe de care nu s-a ținut cont în proiectare și care este puțin probabil să ducă la un exces de expunere la radiații a populației.	Accident iminent într-o centrală nucleară, reducerea semnificativă a nivelului de securitate. O sursă radioactivă închisă de mare activitate pierdută sau furată. Transportul unei surse radioactive închise de mare activitate într-un loc eronat unde nu există regulament intern privind protecția împotriva radiațiilor pentru manipularea sursei radioactive.
Incident INES 2	Expunerea unei persoane la doze de peste 10 mSv. Expunerea unui angajat la doze peste limitele anuale impuse de autorități.	Un nivel de radiații de peste 50 mSv/h în perimetrul de operare. Contaminarea semnificativă a unei suprafețe în cadrul amplasamentului de care nu s-a ținut cont în proiectare.	Încălcarea semnificativă a nivelului de securitate fără consecințe efective. Găsirea unei surse/unui dispozitiv radioactiv(ă) închis(ă) de mare activitate; soluțiile menite să garanteze securitatea sunt intacte. Ambalarea unei surse radioactive închise de mare activitate.
Anomalie INES 1			Expunerea unei persoane la doze peste limitele anuale impuse de autorități. Mici defecțiuni ale elementelor sistemelor de securitate, dar protecția în adâncime este, în mare parte, intactă. O sursă/un dispozitiv radioactiv(ă) închis(ă) de mare activitate pierdut(ă) sau furat(ă)

Fără semnificație din punct de vedere al securității (sub scară/INES 0)

*Tabelul 6: Criteriile generale utilizate în clasificarea evenimentelor nucleare [12]*

Descriere și nivel INES	Populație și mediu	Bariere tehnice și măsuri de protecție împotriva radiațiilor	Protecție în adâncime
Accident major INES 7	Cernobil, 1986. Impact larg asupra sănătății și mediului. Eliberarea unei părți importante a inventarului zonei în mediu.		
Accident serios INES 6	Kysthym, Rusia, 1957. Eliberare semnificativă de material radioactiv în mediu după explozia unui container pentru deșeuri de mare activitate.		
Accident cu risc în afara locației INES 5	Windscale Pile, UK, 1957. Eliberare de material radioactiv în mediu după un incendiu în zona reactorului.	Three Mile Island, USA, 1979. Avaria serioasă a zonei reactorului.	
Accident fără risc în afara locației INES 4	Tokaimura, Japonia, 1999. Expunerea letală a angajaților în urma unui eveniment critic produs în amplasamentul nuclear.	Saint Laurent des Eaux, Franța, 1980. Topirea unui canal al unui element de combustibil fără eliberare în afara locației.	
Incident serios INES 3	Nu există exemple.	Sellafield, US, 2005. Eliberarea unei cantități mari de material radioactiv și păstrarea lui în perimetrul amplasamentului.	Vandellos, Spania, 1989. Un incendiu aproape a cauzat un accident care a dus la pierderea sistemului de securitate al centralei nucleare.
Incident INES 2	Atucha, Argentina, 2005. Expunerea unui angajat la doze peste limitele anuale într-un reactor energetic.	Cadarache, Franța, 1993. Ajungerea unei contaminări radioactive într-o zonă care nu a fost concepută pentru tratarea acesteia.	Forsmark, Suedia, 2006. Funcții de siguranță deteriorate și defectarea sistemului de alimentare cu energie electrică în centrala nucleară în urma aceleiași cauze.
Anomalie INES 1			Avaria barierelor de operare într-o instalație nucleară.

Tabelul 7: Exemple pentru criteriile generale utilizate în clasificarea evenimentelor nucleare [12]

Tabelele de mai sus nu conțin incidentul serios de nivelul 3 produs în unitatea 2 a Centralei Nucleare de la Paks în data de 10 aprilie 2003 și accidentele majore de nivelul 7 produse în unitățile 1, 2 și 3 ale Centralei Nucleare de la Fukushima Dai-ichi din Japonia produse în data de 11 martie 2011.



## 5 CARACTERISTICILE ZONEI PREVĂZUTE PENTRU INSTALARE

Zona prevăzută pentru instalarea noilor unități ale Centralei Nucleare II de la Paks se găsește în perimetrul Centralei Nucleare de la Paks.

Centrala Nucleară de la Paks se află în județul Tolna, la 118 km sud de Budapesta.

Amplasamentul se găsește la 5 km sud de centrul orașului Paks, la 1 km vest de Dunăre și 1,5 km de drumul național nr. 6. Figura de mai jos prezintă locația amplasamentului și a mediului imediat înconjurător.

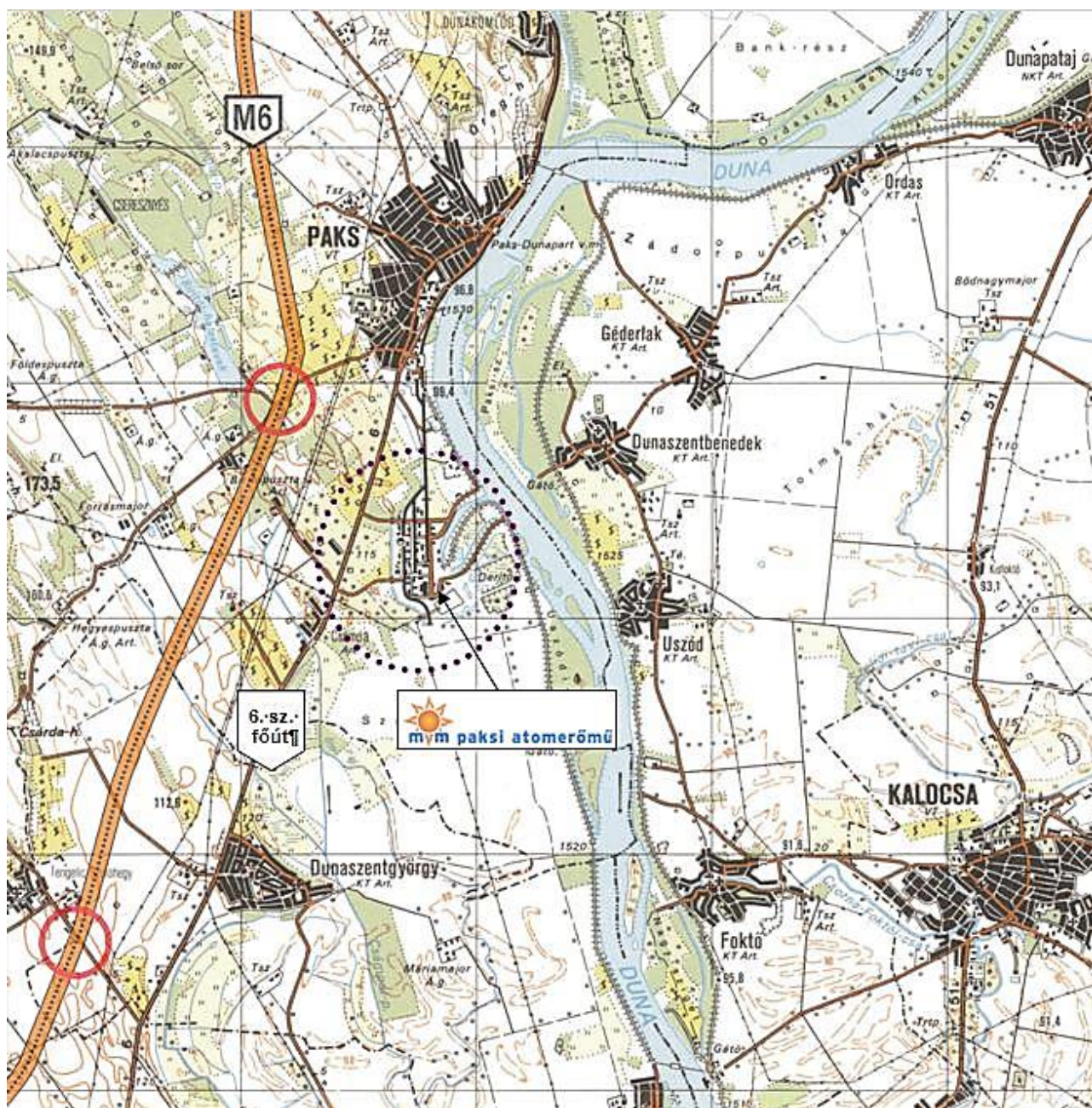
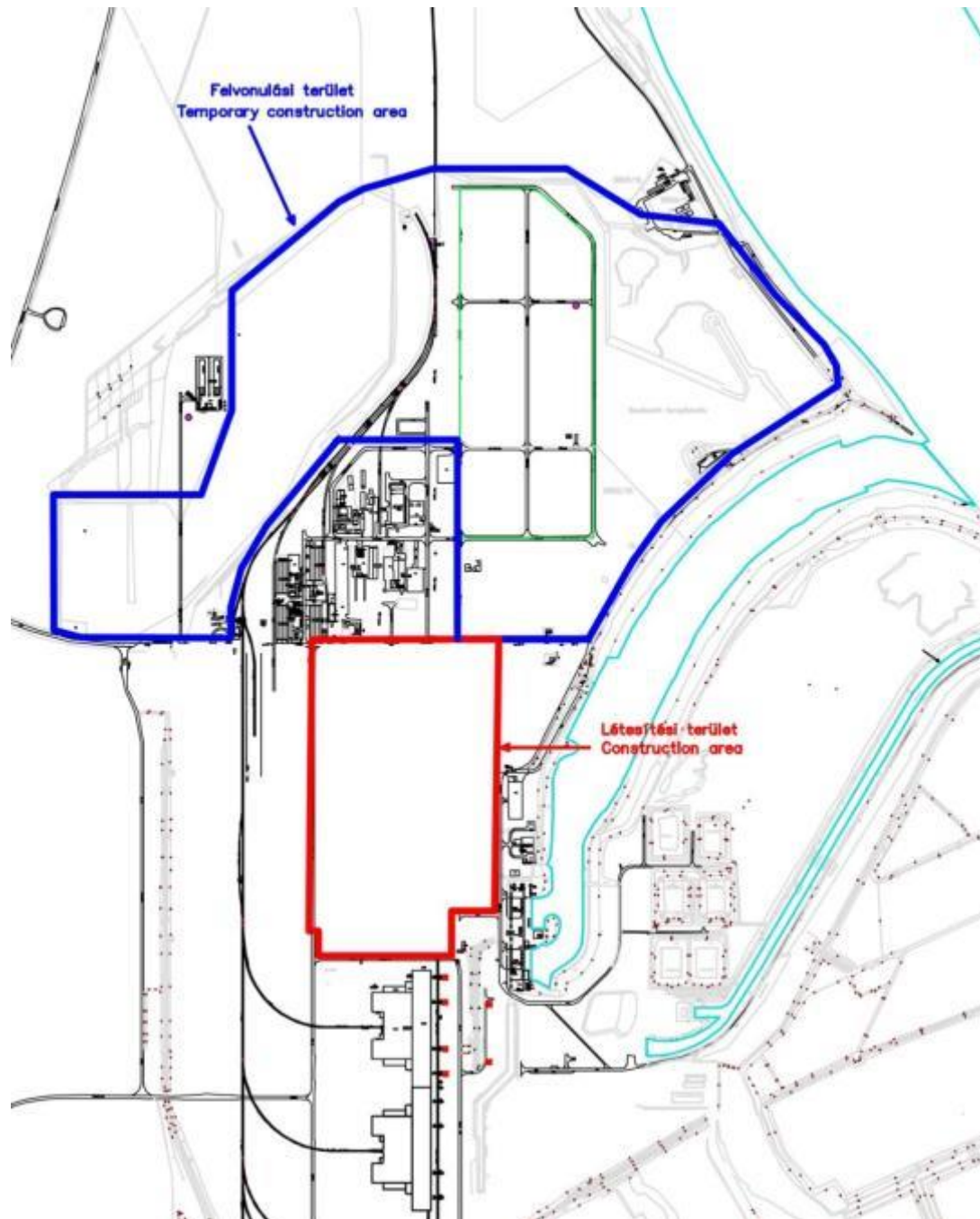


Figura 13: Harta de ansamblu a amplasamentului de la Paks [13]

## 5.1 ZONA DE INSTALARE A CENTRALEI PAKS II ÎN CADRUL AMPLASAMENTULUI CENTRALEI NUCLEARE DE LA PAKS

Noile unități pot fi instalate în vecinătatea unităților actuale ale Centralei Nucleare de la Paks, în zonele aflate la nord de acestea. În figura de mai jos, zona delimitată cu roșu indică locația zonei de funcționare a noilor unități, în timp ce zona marcată cu albastru indică zona de construcție (șantier).



Legendă  
Linie roșie: zona de funcționare  
Linie albastră: zona de construcție

Figura 14: Amplasamentul de la Paks cu indicarea locului noii centrale nucleare proiectate

Întreaga zonă are 105,8 ha, din care instalațiile vor ocupa o suprafață de cca. 29,5 ha, iar zona de construcție o suprafață de 76,3 ha. În zona de funcționare se vor instala unitățile centralei, echipamentele auxiliare, sisteme și alte clădiri, iar zona de construcție va asigura o suprafață adecvată pentru lucrările de construcție în faza de execuție.





Figura 15: Locația unităților proiectate [14]

## 5.2 INFRASTRUCTURA ZONEI DE INSTALARE

Sursă: Analiza elementelor în afara lucrărilor efectuate de contractorul principal al noilor unități de la Paks, 2013, MVM ERBE Zrt.

Una dintre sarcinile prioritare în faza de pregătire a investiției este examinarea rutei de acces la zona de construcție delimitată și a posibilității de transportare a echipamentelor de mare tonaj pe această rută. Zona delimitată pentru noile unități este accesibilă atât pe cale rutieră și feroviară, cât și pe cale navigabilă. În același timp, starea actuală a infrastructurii nu permite sau permite doar într-o măsură limitată traficul zilnic (naveta) necesar în cursul perioadei de construcție (un număr mare de acces) și transportul unor echipamente de mare tonaj.

Zonele de construcție și de funcționare a noii centrale nucleare sunt accesibile pe cale **rutieră** atât pe Autostrada M6 (ieșirea Paks-Sud), cât și pe drumul național 6. În prezent, există drumuri de acces separate către poarta din nord, respectiv cea din sud a Centralei Nucleare. În ceea ce privește dezvoltarea infrastructurii existente, analiza preliminară s-a concentrat asupra mai multor variante:

- ❖ construirea unui nou drum de acces de la ieșirea de pe Autostrada M6;
- ❖ reînnoirea rețelei rutiere dintre localitățile din apropiere (Tengelic, Kölesd, Nagydorog, Némekér, Bölske) și drumul național 6 (cu 2 x 1 benzi de dimensiuni normale);
- ❖ extinderea și reamenajarea drumului de țară existent în direcția localității Gerjen.

Prin ruta Gerjen-Centrala Nucleară de la Paks, precum și prin cursele cu feribotul/nave care pot circula pe Dunăre, Kalocsa și zona sa de influență pot fi incluse în perimetrul lucrărilor de construcție efectuate în această perioadă .

În ceea ce privește **calea ferată**, linia existentă trece pe lângă zona amintită, în direcția localității Pusztaszabolcs (linia MÁV nr. 42 Pusztaszabolcs-Dunaújváros-Paks, parțial electrificată, cu o singură linie și o lungime de 79 km). Segmentul original a fost reînnoit în timpul construirii Centralei Nucleare de la Paks. În prezent, chiar dacă pe această linie pot circula și locomotive cu o greutate pe osie de 20 t, se impune reînnoirea acestui tronson și/sau construirea unei noi linii.

În ceea ce privește **calea navigabilă**, Centrala Nucleară de la Paks are și în prezent un port, dar este nevoie de reînnoirea (dispozitiv de ridicare) sau extinderea acestuia.

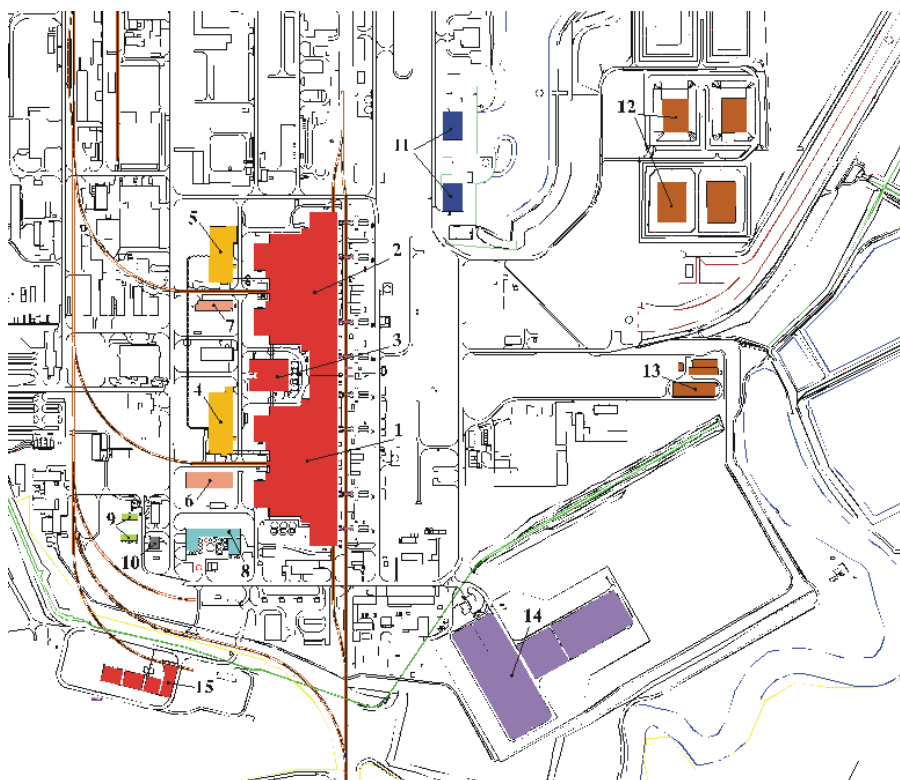
În prezent, în zonele de construcție și de funcționare ale noii centrale nucleare nu există **alimentare directă cu apă** și capacități de **depozitare a apei uzate**, de aceea, acestea trebuie asigurate.



### 5.3 CENTRALA NUCLEARĂ DE LA PAKS ȘI INFRASTRUCTURA CONEXĂ



Figura 16: Imaginea unităților gemene ale Centralei Nucleare de la Paks [13]



Legendă:

1. Clădirea principală I
2. Clădirea principală II
3. Unitate sanitară și laboratoare
4. Clădire auxiliară I
5. Clădire auxiliară II
6. Camera motoarelor diesel I
7. Camera motoarelor diesel II
8. Clădire pentru pregătirea chimică a apei
9. Rezervoare hidrogen-azot
10. Fabrica de hidrogen
11. Unități de extracție a apei I-II
12. Rezervoare pentru deșeuri
13. Stație de epurare a apelor reziduale
14. Stație de transformatoare
15. Depozit temporar pentru combustibilul ars (DTCA)

Figura 17: Centrala Nucleară și infrastructura conexă în cadrul amplasamentului de la Paks [15]

### 5.3.1 CENTRALA NUCLEARĂ DE LA PAKS

Centrala Nucleară de la Paks contribuie în mare măsură la asigurarea alimentării cu energie electrică a Ungariei, având 4 unități care au fost puse în exploatare între 1982 și 1987, cu câte un reactor de tip VVER-440 V-213 în fiecare unitate, în total 4 reactoare cu apă sub presiune, cu răcire cu apă și cu moderator de apă. Puterea electrică nominală inițială a unităților a fost de 440 MW<sub>e</sub>, ceea ce a crescut la 500 MW<sub>e</sub> în urma programului de creștere a puterii, obținându-se astfel o putere electrică nominală totală de 2 000 MW<sub>e</sub>. Puterea calorică a unei unități este de 1 485 MW<sub>th</sub>, iar puterea calorică totală este de 5 940 MW<sub>th</sub>.

Centrala Nucleară de la Paks operează ca o centrală principală, pe cât posibil cu o sarcină uniformă. În 2013 a produs 15 369,6 GWh de energie electrică, ceea ce înseamnă 50,7% din producția totală brută de energie electrică a Ungariei.

Procesul tehnologic al centralei nucleare se desfășoară pe un circuit primar și unul secundar. Circuitul primar include tehnologia nucleară cu circuitul principal cu apă, cele mai importante sisteme conexe ale circuitului primar și alte sisteme auxiliare. Principalul echipament al circuitului primar este un reactor cilindric vertical în care se află zona activă. Cantitatea de combustibil utilizat în reactor este 42 t de dioxid de uraniu. Reactorul cu apă sub presiune folosește apă ușoară (H<sub>2</sub>O) ca agent de moderare și de răcire. Apa din circuitul primar sub presiune, având o temperatură ridicată, transferă energia calorică din reactor în circuitul secundar prin țevile de transfer de căldură ale generatorului de abur. În circuitul secundar căldura produsă în reactor este transformată în energie mecanică, iar mai apoi în energie electrică. În generatoarele de abur apa se evaporă, apoi ajunge în turbine prin sistemul principal de aburi. Aburii care ies din turbine se condensează pe suprafața de transfer de căldură a condensatoarelor răcite cu apa Dunării, apoi se întoarce în generatoarele de abur. Centrala Nucleară de la Paks folosește apa Dunării pentru răcire, iar după încălzire, această apă este deversată în Dunăre. Energia electrică produsă este transformată de transformatoarele principale (2 în fiecare unitate) la tensiunea de 400 kV.

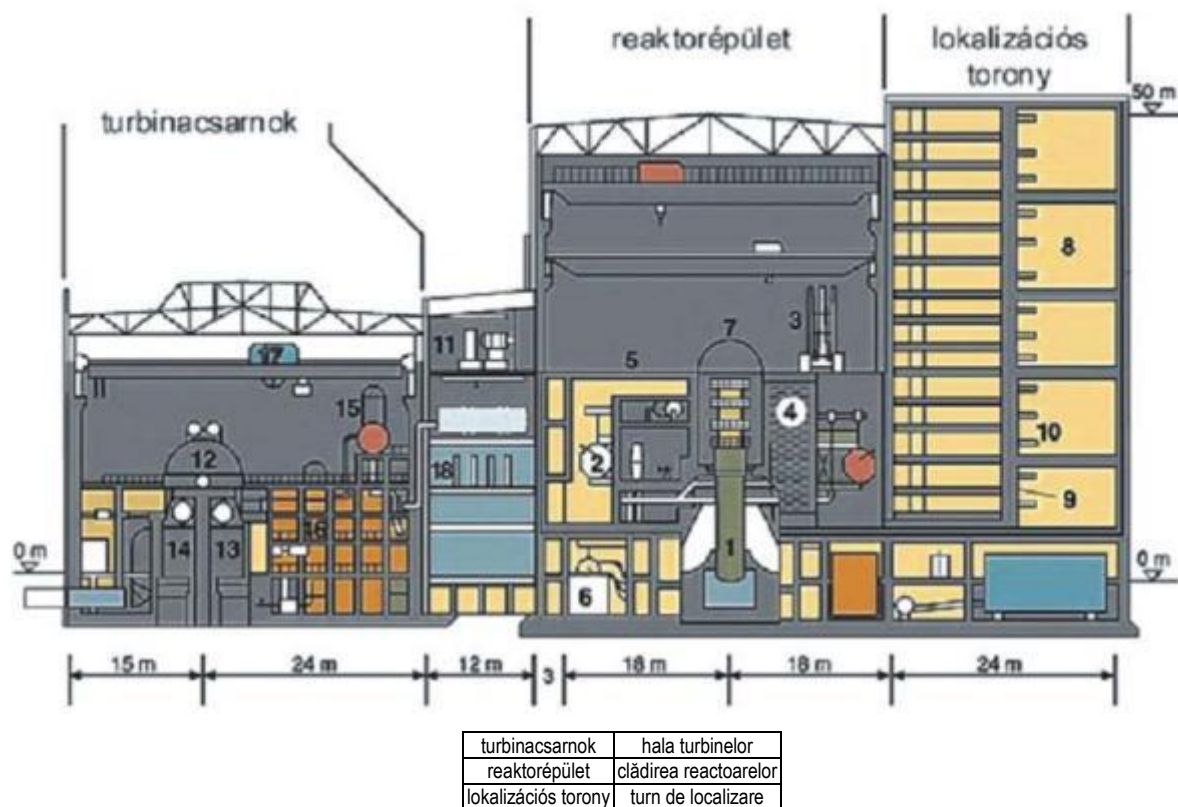


Figura 18: Secțiunea transversală pe direcția est-vest a Centralei Nucleare de la Paks [16]

#### Tratarea și depozitarea combustibilului

În cazul fasciculelor de combustibil utilizate (iradiate sau arse) în centrala nucleară, adică combustibilul care nu mai poate fi folosit în reactoare, cu condiția menținerii stării subcritice, se va asigura ecranare împotriva radiațiilor și evacuarea căldurii reziduale produse în casete atât în cursul tratamentului, cât și al depozitării. După descărcarea lor din reactor, fasciculele de combustibil arse în cursul funcționării centralei nucleare vor fi depozitate temporar în bazinele din imediata vecinătate a celor patru centrale, dotate cu circuite de răcire independente.

După 3-5 ani de depozitare în bazine, combustibilul ars este transportat în depozitul temporar pentru combustibilul ars (DTCA) pentru a asigura o capacitate constantă a bazinului necesară la funcționarea continuă a reactoarelor.

## Zona de securitate a Centralei Nucleare de la Paks

În zona de securitate a centralei distanța minimă este de 500 m; această distanță trebuie calculată de la următoarele elemente și structuri:

- de la peretele spațiilor unde se află pompele pentru apa de răcire de siguranță din sistemele de evacuare a apei,
- de la pereții canalelor conductelor pentru apa de răcire de siguranță și chiar de la conducte, acolo unde acestea sunt îngropate în pământ,
- de la peretele sălii turbinelor,
- de la peretele sălii de pompe pentru apa nesărată,
- de la peretele galeriilor electrice transversale,
- de la peretele halelor reactoarelor, inclusiv de la peretele turnurilor de localizare,
- de la punctele extreme ale rezervoarelor subterane de combustibil ale generatoarelor diesel,
- de la peretele camerelor motoarelor diesel,
- de la peretele clădirilor auxiliare și
- de la peretele podului din țevi și beton armat care leagă cele două clădiri auxiliare.



Figura 19: Zona de securitate a Centralei Nucleare de la Paks [15]

### 5.3.2 SUBSTAȚIA DE 400 KV

Energia electrică produsă în turbogeneratoarele centralei este transformată de transformatoarele principale la tensiunea de 400 kV. Transformatoarele principale sunt conectate prin cabluri electrice suspendate la substația de 400/120 kV situată în partea de sud-est a amplasamentului care face parte din rețeaua națională de bază. Liniile electrice de 400 kV care pornesc de la substație constituie principalele căi de transport ale energiei electrice produse. Stația de 400 kV este conectată la substația de 120 kV și la liniile electrice de 120 kV care pornesc de la aceasta prin două transformatoare de tip Booster de 400 / 120 / 18 kV și de 250 / 250/ 75 MVA. Substația de 400 kV este dotată cu o carcasă, cu izolație SF6,

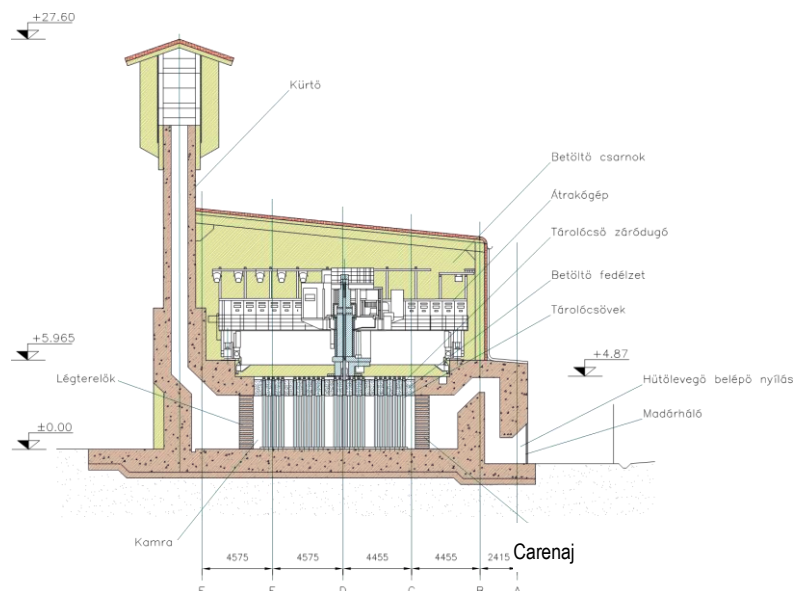
întrerupător de 1 ½, în timp ce substația de 120 kV are un design tradițional cu bare auxiliare (2 bare colectoare + o bară auxiliară). [13]

### 5.3.3 DEPOZITUL TEMPORAR PENTRU COMBUSTIBILUL ARS (DTCA)

În cursul funcționării centralei nucleare, înainte de eventuala continuare a prelucrării sau înainte de depozitarea finală fără prelucrare, se va asigura depozitarea temporară a combustibilului ars. După 3-5 ani de depozitare în bazine, combustibilul ars este transportat în depozitul temporar pentru combustibilul ars (DTCA) construit lângă centrala nucleară.

Acest DTCA este un depozit temporar modular cu o capacitate liberă de depozitare care poate fi crescută prin extinderea continuă a modulelor. În temeiul Legii CXVI din 1996 privind energia atomică, responsabilitatea pentru depozitarea temporară a combustibilului ars îi revine societății Radioaktiv Hulladékokat Kezelő Közhasznú Nonprofit Kft (o societate care asigură tratamentul deșeurilor radioactive). Depozitul DTCA a fost construit în vecinătatea Centralei Nucleare de la Paks, este o instalație nucleară independentă de operatorul centralei, care dispune de un Atestat final independent privind securitatea și de o autorizație de funcționare independentă.

Figura de mai jos prezintă secțiunea transversală a camerei în care se află țevile utilizate la depozitare care asigură un curent natural de aer.



Kúrtó	Coș
Légterelő	Carenaj
Betöltő csarnok	Hala de încărcare
Átrakógép	Dispozitiv de transbordare
Tárolócső záródugó	Dopul țevii de stocare
Betöltő fedélzet	Platformă de încărcare
Tárolócsövek	Țevi de stocare
Hűtőlevegő belépő nyílás	Intrare aer de răcire
Madárháló	Plasă de protecție împotriva păsărilor

Figura 20: Secțiunea transversală a DTCA [15]



## Zona de securitate a DTCA

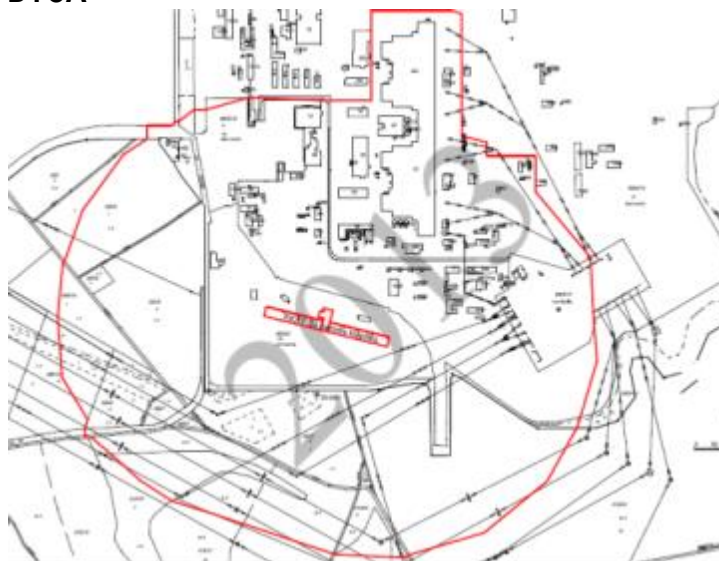


Figura 21: Zona de securitate a DTCA [15]

## 5.4 SISTEME DE MONITORIZARE ÎN ÎMPREJURIMILE CENTRALEI NUCLEARE DE LA PAKS

Ca orice altă unitate de producere a energiei, Centrala Nucleară de la Paks monitorizează constant emisiile în mediu caracteristice tehnologiei utilizate și apariția acestora în mediul înconjurător (imisiile), apoi elaborează un raport anual cu informații sumare (vezi spre exemplu, Raportul de mediu al societății MVM Paks Atomerőmű Zrt pentru anul 2013).

### 5.4.1 VERIFICAREA CARACTERISTICILOR TRADIȚIONALE PRIVIND STAREA MEDIULUI

#### 5.4.1.1 Verificarea evacuării apelor reziduale și apelor uzate

Evacuarea apelor reziduale și apelor uzate în conformitate cu Planul de Audit Intern aprobat de IPMNATS.

- Stația V1 de recoltare de probe și de telemetrie: modelarea canalului de apă rece
- Stația V2 de recoltare de probe și de telemetrie: modelarea canalului de apă caldă
- Stația V4 de recoltare de probe (probe prelevate prin pompă din cartușul disipatorului de energie): modelarea efectului apelor uzate și apelor reziduale tratate, valorile limită tradiționale de emisie se referă la acest punct
- Stație de pompă în zona de extindere: calitatea apei reziduale evacuate în stația de epurare a apelor în orașul Paks (valori limită prevăzute)
- Alte locuri pentru colectarea probelor: înainte și după stația de epurare comunală a apelor, bazinul cu var rezidual, bazinul cu apă uzată și substanțe chimice

#### 5.4.1.2 Poluarea termică a Dunării

Normele privind limita de poluare termică a Dunării sunt verificate în conformitate cu Planul de Audit Intern aprobat de Inspectoratul de Protecția Mediului, Naturii și Apelor din Transdanubia de Sud (IPMNATS). Conform prevederilor acestui Plan, se va măsura constant temperatura apei extrase din Dunăre și a apei reintroduse în Dunăre, precum și temperatura Dunării în segmentul de 500 m. în aval de la punctul de recirculare prin canalul de apă caldă în cazul în care temperatura apei recirculate depășește 25°C.

#### 5.4.1.3 Monitorizarea apei subterane

În temeiul autorizațiilor de mediu, Centrala Nucleară utilizează un sistem de monitorizare a apei subterane pentru a detecta sursele potențiale de poluare. În sistemul de monitorizare a emisiilor în domeniile tradiționale se analizează următorii parametri în punctele de colectare a probelor de mai jos:

- În gurile de control situate la punctele de colectare a deșeurilor periculoase:  
pH, conținutul total de săruri, conținutul total de uleiuri, valorile  $KOI_{ps}$ , Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, Cr, Ni,
- În gurile de control din zona sterililor :

- pH, conductanță, duritate totală, conținut total de săruri, amoniac, conținut total de uleiuri, valori  $KOI_{ps}$ ,  $NO_3^-$ , Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, Cr, Ni, Cl<sup>-</sup>,
- Gurile de control de lângă rezervoarele de ulei:  
pH, conținut de uleiuri,  $NO_3^-$ , amoniac, valori Cl<sup>-</sup>,
  - Gurile de control selectate situate în zona de funcționare:  
pH, amoniac, nitrat,  $KOI_{ps}$ .

## 5.5 SISTEM DE PROTECȚIE ÎMPOTRIVA RADIAȚIILOR (SPR)

Mediul înconjurător al Centralei Nucleare de la Paks este monitorizat încă din 1978 prin măsurarea radioactivității în probele de mediu, începând cu măsurarea nivelului de bază (nivel zero) și făcând măsurători permanente în timpul funcționării centralei.

Figura de mai jos (Figura 22) ilustrează poziția sistemului de monitorizare a emisiilor radioactive și a mediului Centralei Nucleare de la Paks.

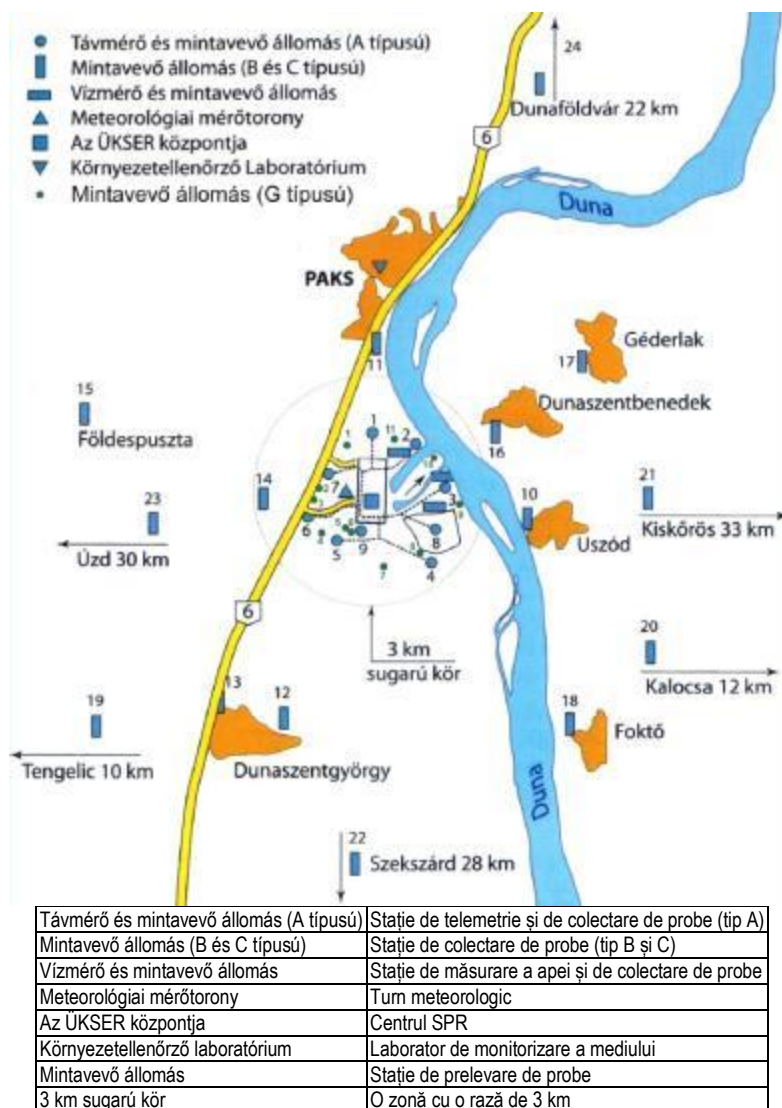


Figura 22: Poziționarea sistemului de monitorizare a emisiilor radioactive și a mediului Centralei Nucleare de la Paks [17]

Măsurătorile au fost și sunt efectuate și astăzi de Centrala Nucleară de la Paks, de autorități și de alte instituții.

Din punctul de vedere al radioactivității, principala funcție a sistemului de monitorizare a mediului este examinarea emisiilor și imisiilor radioactive provenind din centrală, precum și măsurarea nivelului radioactivității mediului.

Monitorizarea continuă a radioactivității în mediul înconjurător al Centralei Nucleare de la Paks este sarcina Sistemului intern de protecție împotriva radiațiilor (SPR). În fiecare an se publică un raport sumar al rezultatelor privind nivelul

radiațiilor în mediul înconjurător și concentrațiile de radioactivitate măsurate cu ajutorul probelor luate de unele structuri de mediu, cu titlul: *Prevenirea radiațiilor în Centrala Nucleară de la Paks.*

Figura de mai jos prezintă structura (pe 2 nivele) sistemului de monitorizare a emisiilor radioactive și a mediului Centralei Nucleare de la Paks.

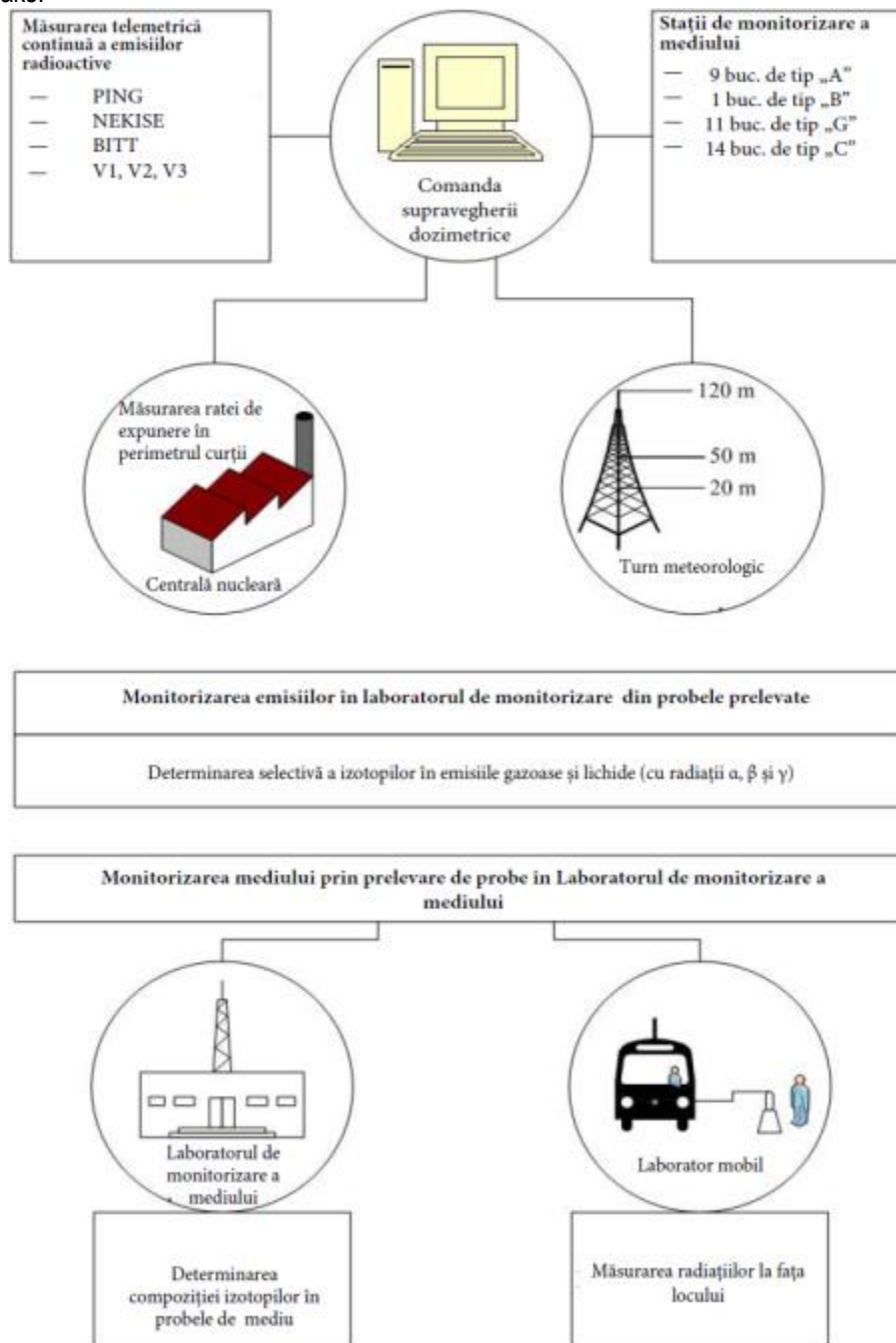


Figura 23: Structura sistemului de monitorizare a emisiilor radioactive și a mediului Centralei Nucleare de la Paks [18]

Nivelul emisiilor și starea mediului sunt monitorizate pe două nivele:

- ❖ Prin măsurare continuă
  - Rețelele de telemetrie online măsoară constant principalele emisii radioactive (lichide și gazoase) și cantitatea de radiații din mediu.
- ❖ Prin colectare de probe
  - Laboratorul de monitorizare a emisiilor corectează datele telemetrice prin examenele izotopice selective de mare precizie a probelor luate din emisii. Laboratorul de monitorizare a mediului

măsoară concentrația radioactivă izotopică selectivă a diferitelor probe luate dintr-o zonă cu o rază de 30 km, precum și doza de radiații gama și ratele de expunere din mediu.

Ambele laboratoare sunt acreditate de Comisia Națională de Acreditare.

### 5.5.1.1 Emisii radioactive și monitorizarea lor

În 2004 a intrat în vigoare Ordinul Ministerului Mediului nr. 15/2001 (VI. 8.) cuprinzând normele de limitare a emisiilor determinate prin compararea limitelor emisiilor specifice ale unor izotopi ( $90 \mu\text{Sv/an}$ ) aplicate la Centrala Nucleară de la Paks cu emisiile gazoase și lichide. În 2013, nivelul emisiilor la Centrala Nucleară de la Paks a fost de mai puțin de o sutime din valoarea limită de emisie, respectiv a atins 0,26% față de valoarea limită de emisie fixată.

În 2013, Centrala Nucleară de la Paks a utilizat 0,26% din valoarea limită de emisie, adică 0,26% din valoarea permisă, adică a avut emisii mai puțin de o sutime din această valoare.

Față de valoarea limită, valoarea emisiilor lichide a fost de  $1,77 \cdot 10^{-3}$ , adică 0,18% a nivelului limită fixat, iar pentru emisiile gazoase sa atins valoarea de  $7,77 \cdot 10^{-4}$ , adică 0,08% din nivelul limită fixat.

În ultimii ani această valoare a avut o evoluție similară: 0,26% în 2012, 0,20% în 2011, 0,25% în 2010 și 0,22% în 2009.

### 5.5.1.2 Monitorizarea mediului

Starea mediului se monitorizează prin analiza următoarelor măsurători:

- valoarea concentrației radioactive în aer, în pulberi, ape subterane și masă vegetală (iarbă),
- valorile măsurate în apele de suprafață (Dunăre, exploatații piscicole, canal de legătură), prin probe luate din apă, nămol și pește,
- valorile de concentrație măsurate în probele luate din unele alimente (lapte),
- măsurarea dozei de radiații gama din mediu și a ratei de expunere.

Figura de mai jos prezintă poziția stațiilor de telemetrie pentru monitorizarea mediului în apropierea Centralei Nucleare de la Paks.



Figura 24: Stațiile de telemetrie de tip „A” și „G” de monitorizare a mediului în apropierea Centralei Nucleare de la Paks [19]



Környezeti állomások	Stății de monitorizare a mediului
Koordináták G-tip	Coordonate tip G
Koordináták A-tip	Coordonate tip A
M6 út	Autostrada M6
Nyugat	Vest
Dél	Sud
Észak	Nord
Kelet	Est

### 5.5.1.2.1 Stații telemetrice pe o rază de 1,5 km în jurul Centralei Nucleare de la Paks

- 9 stații de măsurare și de colectare de probe, tip „A” (A1-A9)
  - măsurarea (online) a ratei de expunere la radiații gamma
  - măsurarea (online) a nivelului total de concentrație de activitate beta în aerosoli
  - măsurarea (online) a fazei elementare sau organice a iodului radioactiv
  - colectarea de probe de aerosoli și iod pentru măsurătorile de laborator (săptămânal și lunar)
  - colectarea de probe din pulberi<sup>3</sup> (fall-out, wash-out) (lunar)
  - dispozitiv de eșantionare T/<sup>14</sup>C (T: aburi de apă și hidrogen), <sup>14</sup>C: CO<sub>2</sub>, și CO<sub>2</sub> + C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>); (lunar)
- 11 stații de tip „G” (G1-G11)
  - măsurarea (online) a ratei de expunere la radiații gamma

### Stații telemetrice pe o rază de 30 km în jurul Centralei Nucleare de la Paks

- 1 stație de măsurare și de prelevare de probe, tip „B” (B24) – **Stație de referință (control) la Dunaföldvár**  
Pentru determinarea nivelului de referință (nivel de fond) se efectuează aceleași măsurători ca și la stațiile de tip „A”.
- 15 stații de tip „C”
  - măsurarea dozei cu detectori termoluminiscenti (TLD) (lunar)
  - colectare de probe de pulbere (fall-out) și analiza acestora (periodic)

### 5.5.1.2.2 Analize de laborator cu prelevare de probe

- probe de apă în punctele de colectare V1, V2 și V3 (măsurători zilnice, pe bază de probe, pentru totalul de radiații gama, totalul de radiații beta, precum și măsurători izotopic selective, lunare/trimestriale, pe bază de probe)
- probe de apă și de nămol
  - Dunăre, exploatațiile piscicole, canal de legătură, bazinul de var rezidual (trimestrial)
  - Faddi-Holt-Duna (lunar)
- probe de sol și de iarbă din apropierea stațiilor telemetrice (periodic)
- probe de lapte de la crescătorile de vaci din Dunaszentgyörgy și Tengelic (lunar)
- probe de pește din lacurile de pescuit (trimestrial)

### 5.5.1.2.3 Analiza concentrației tritiului în apele subterane

În Centrala Nucleară de la Paks sub clădirea principală există un sistem de monitorizare pentru analiza expunerii apelor subterane la tritiu, conform prevederile punctului 13/2.a din Decizia ONEN HA-4797 (Raport periodic de securitate).

În general, investigațiile se bazează pe o rețea de aproximativ 140 de guri de control al apelor subterane din jurul Centralei Nucleare. Lunar, sau anual, Departamentul pentru Protecția împotriva Radiațiilor și Securitatea Mediului prelevă probe din 52 de guri de control. Dacă concentrația tritiului depășește nivelul de 500 Bq/dm<sup>3</sup>, pe lângă determinarea concentrației tritiului din probe, se face și spectrometria cantității totale a radiațiilor beta și gamma. Ca parte a monitorizării mediului, au fost instalate colectori de probe cu funcționare continuă în 25 de guri de control, care, pe lângă monitorizarea tritiului, asigură și detectarea substanțelor radioactive eventual prezente în apele subterane (spectrometrie radiații gamma: la

<sup>3</sup> Fall-out-ul izotopilor radioactivi din aer se poate realiza prin depunere uscată (depunere gravitațională) sau în urma efectului de spălare a precipitațiilor (ploaie, ninsoare). Aceste procese sunt denumite fall-out.

fiecare 2 luni,  $^{14}\text{C}$ : la fiecare 4 luni,  $^{89,90}\text{Sr}$ : la fiecare 4 luni, Pu-TRU (elemente transurancice): la fiecare 8 luni, din probe medii de mare volum (20 l/lună).

Supraexpunerea anuală la radiații datorată tritiului din apele subterane este în jur de 0,01 nSv/an, ceea ce înseamnă practic o cantitate nesemnificativă pe lângă expunerea la radiațiile ambiante naturale, care în Ungaria este cu cca. 20% mai mare decât media globală (2,4 mSv/an), atingând în medie 3 mSv/an sau, pe alocuri, 4 mSv/an.

### 5.5.1.3 Expunerea populației la radiații în exces

Pe baza datelor de emisii și de meteorologie pentru anul 2013 - în condiții normale de funcționare -, tabelul de mai jos indică valorile de expunere anuală în exces a populației la radiații:

Limitarea dozei	$\mu\text{Sv}/\text{an}$	90
Doza la care populația este expusă	$\mu\text{Sv}/\text{an}$	$4,83 \cdot 10^{-2}$
Utilizarea limitei	%	$5,37 \cdot 10^{-2}$

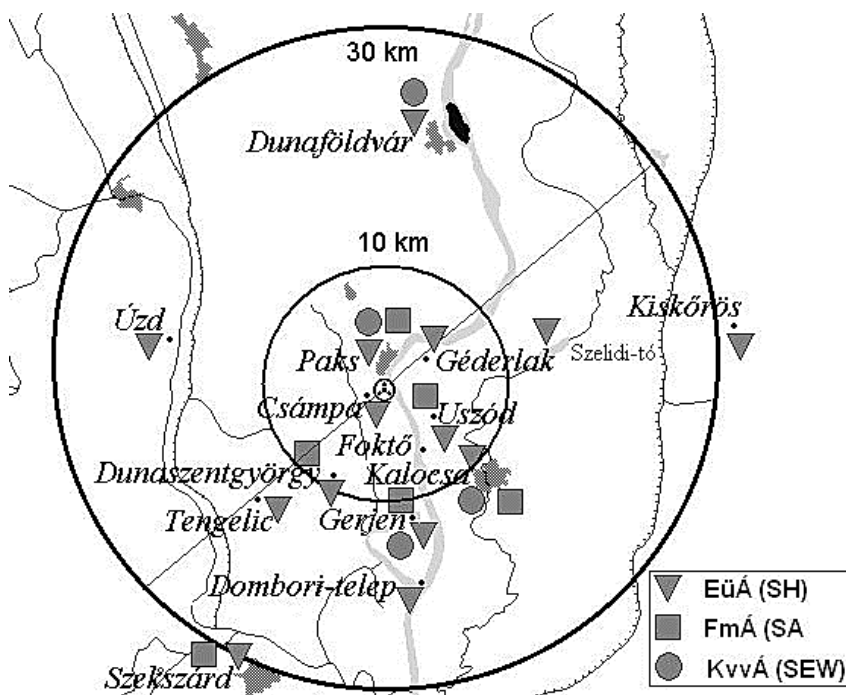
Tablelul 8: Respectarea dozei limită la Centrala Nucleară de la Paks – 2013 [19]

**Calcululele indică nivelul de expunerea în exces a populației la radiații în contextul funcționării normale a Centralei Nucleare de la Paks, în anul 2013, de 48,3 nSv, ceea ce înseamnă 0,0537% din cei 90  $\mu\text{Sv}$  de limită anuală permisă.**

Această expunere la radiații este echivalentă cu doza efectivă primită în aproximativ o jumătate de oră petrecută în aer liber, prin urmare, nu există practic niciun risc pentru sănătate, populația fiind expusă la un nivel nesemnificativ de radiații.

## 5.6 SISTEMUL ADMINISTRATIV DE PROTECȚIE A MEDIULUI ÎMPOTRIVA RADIAȚIILOR (SAPMR)

În paralel cu măsurătorile efectuate de Centrala Nucleară de la Paks, există și un sistem administrativ de protecție a mediului împotriva radiațiilor (SAPMR) operat de autoritățile care asigură monitorizarea protecției împotriva radiațiilor în împrejurimile centralei nucleare.



Notă:  
EüÁ – Sectorul pentru Sănătate  
FmÁ – Sectorul pentru Agricultură  
KvVÁ – Sectorul pentru Protecția Mediului și Gospodărirea Apelor

Figura 25: Puncte de măsurare stabilite de autorități pe o rază de 30 km a Centralei Nucleare de la Paks [20]

Ministerele de mai jos sunt membrii sistemului administrativ de protecție a mediului împotriva radiațiilor (SAPMR) (HAKSER):

Sectorul pentru Sănătate al Ministerului Resurselor Umane  
Ministerul Agriculturii  
Sectorul pentru Agricultură al Ministerului  
Sectorul pentru Protecția Mediului și Gospodărirea Apelor

Pe lângă monitorizarea emisiilor în aer și în apă, în cadrul verificărilor efectuate de autorități se efectuează și analize de laborator cu prelevare de probe din apa și nămolul Dunării, din sol, vegetație și lapte.

După 2001 Pe lângă rata de expunere a mediului la radiații, autoritățile au efectuat următoarele măsurători:

- aerosoli în atmosferă,
- pulbere (fallout, dry-out) în atmosferă,
- ape de suprafață (râuri, lacuri naturale și artificiale, canale),
- apă potabilă (fântâni, puțuri de adâncime),
- sedimente (râuri, lacuri naturale și artificiale),
- probe de sol și iarbă (teren arabil irigat și neirigat, grădini, câmp, marginea drumului),
- legume cu frunze (pante indicator, zarzavaturi crude, fructe),
- carne (porc, vită, oaie, pasăre, vânat, pește),
- lapte crud.

În cursul evaluării impactului Centralei Paks II asupra mediului, datele obținute în sistemul național de protecție a mediului împotriva radiațiilor ((SAPMR au fost analizate la capitolul Radioactivitatea mediului.

Sistemul administrativ de protecție a mediului împotriva radiațiilor publică rapoarte anuale privind activitatea efectuată în cadrul monitorizării mediului Centralei Nucleare de la Paks de către autorități, cu titlul Raportul sistemului administrativ de protecție a mediului împotriva radiațiilor. Pentru perioada dintre 1999 și 2012, rapoartele cu rezultatele anuale sunt publice și pot fi descărcate de pe pagina de internet a Sistemului.

<http://www.hakser.hu/eredmenyek/eredmenyek.html>.

## 5.7 SISTEMUL NAȚIONAL DE PROTECȚIE A MEDIULUI ÎMPOTRIVA RADIAȚIILOR (SNPMR)

În temeiul Ordonanței guvernului nr. 275/2002 (XII. 21.), sarcina de bază a Sistemului național de protecție a mediului împotriva radiațiilor (SNPMR) este colectarea rezultatelor monitorizării naționale a radiațiilor din mediu, care determină nivelul de expunere a populației la radiații naturale și artificiale, precum și a concentrațiilor de substanțe radioactive dn mediu.

Măsurătorile se referă la următoarele:

- rata de expunere la radiațiile din mediu,
- concentrația izotopilor radioactivi
  - în elementele mediului (aer, sol, ape de suprafață, plante naturale și culturi, animale sălbatice și domestice),
  - în alimentele consumate de populație, de origine vegetală și animală, precum și în materiile de bază utilizate la fabricarea lor ,
  - în apa potabilă,
  - în materialele de construcție și în materiile prime din construcții,
- concentrația în aer liber și în clădiri a radonului și a elementelor din a doua generație ,
- poluarea radioactivă internă a organismului uman.

## Concluziile raportului SNPMR pentru anul 2012

Sursă: Raportul sistemului național de protecție a mediului împotriva radiațiilor (SNPMR) pentru anul 2012 (27 decembrie 2013) [4-15]

Raportul sistemului național de protecție a mediului împotriva radiațiilor (SNPMR) pentru anul 2012 prezintă următoarele valori măsurate în Ungaria:

„Trebuie subliniat faptul că în conformitate cu Regulamentul Uniunii Europene {Post-Chernobyl 733/2008/EC, Council Regulation No 733/2008 of 15 July 2008 on the conditions governing imports of agricultural products originating in third countries following the accident at the Chernobyl nuclear power station (codified version); Council Regulation (EC) No 1048/2009 extends its validity until 31 March 2020} (OJ L-201 of 30/07/2008, page 1)}, nivelul maxim permis al radionuclizilor  $^{134}\text{Cs}$  și  $^{137}\text{Cs}$  în alimente este de 600 Bq/kg (pentru lapte, lactate și alimente pentru noi-născuți: 370 Bq/kg), valorile maxime măsurate în 2012 în alimentele distribuite și prelucrate în Ungaria au fost sub 40 Bq/kg.”

„În final, trebuie să notăm că în Ungaria expunerea populației la radiații provenite din surse artificiale (cu excepția aplicațiilor medicale) a fost estimată pentru ultimii ani la 3-6  $\mu\text{Sv}$ , în timp ce nivelul expunerii la surse naturale de radiații este de aproape trei ori mai ridicat.”

„În concluzie, se poate constata că rezultatele obținute atât în cursul monitorizării naționale a mediului, cât și a celei la nivelul amplasmentului arată că este neglijabil efectul activităților legate de autorizații, cu impact asupra mediului și populației, , dat fiindcă valorile concentrației izotopilor radioactivi au rămas, în mare parte, sub limita de detecție pentru mai multe tipuri de probe. [21]

Figura de mai jos prezintă o descriere a situației naționale pe baza mediei naționale, precum și a valorilor maxime și minime pentru ratele zilnice de expunere la radiații gamma.

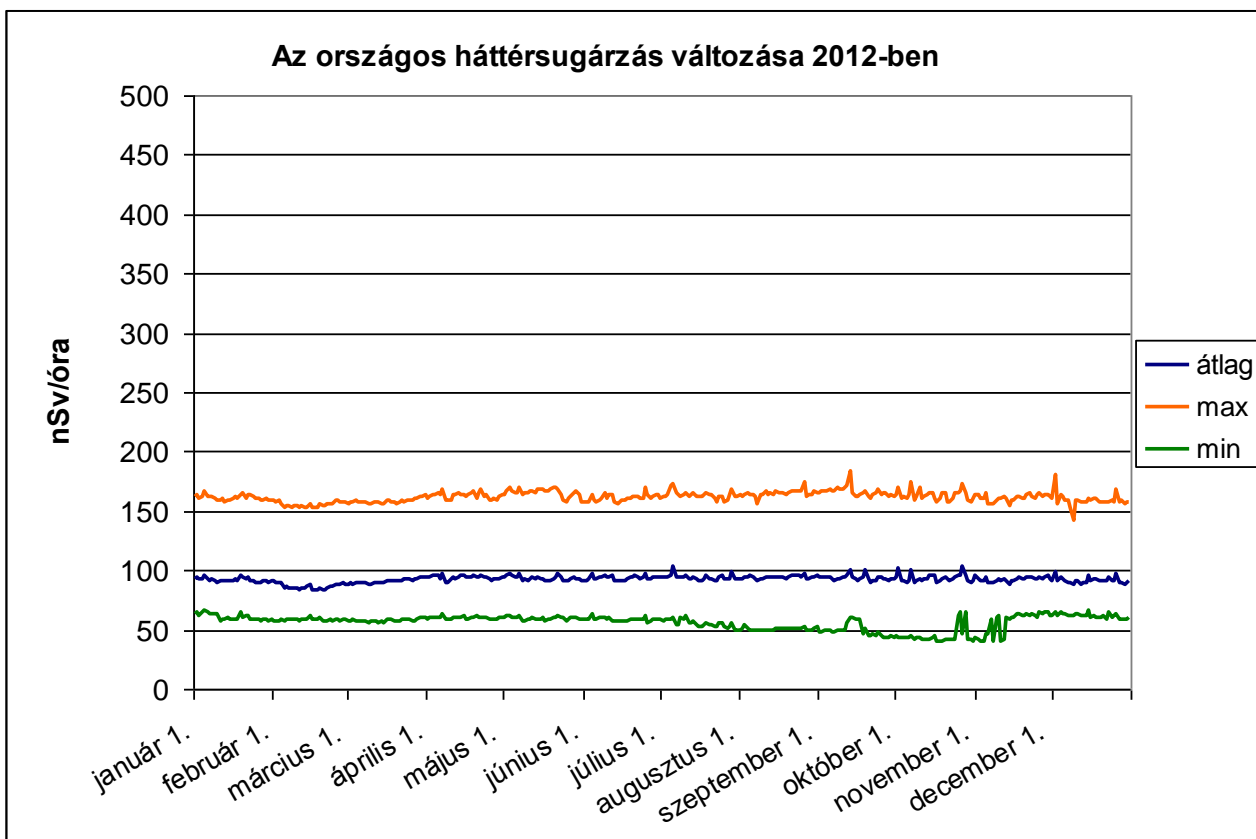


Figura 26: Evoluția mediei naționale, precum și a valorilor maxime și minime pentru ratele de expunere la radiații gamma în anul 2012 [22]

Az országos háttérsugárzás változása 2012-ben	Evoluția radiațiilor de fond la nivel național în 2012
január 1.	1 ianuarie
február 1.	1 februarie
március 1.	1 martie
április 1.	1 aprilie
május 1.	1 mai
június 1.	1 iunie
július 1.	1 iulie
augusztus 1.	1 august
szeptember 1.	1 septembrie
október 1.	1 octombrie
november 1.	1 noiembrie
december 1.	1 decembrie

Pe baza ratelor zilnice de expunere măsurate în 2012 cu ajutorul sondelor pentru măsurarea ratelor de expunere (stații de monitorizare a mediului de tip „A” și „G”) care fac parte din sistemul de monitorizare a mediului Centralei Nucleare de

la Paks, ratele de expunere în apropierea centralei au fost între 58 și 98 nSv/h, ceea ce reprezintă intervalul inferior al valorilor măsurate în Ungaria. Figura de mai jos ilustrează evoluția în timp a valorilor măsurate.

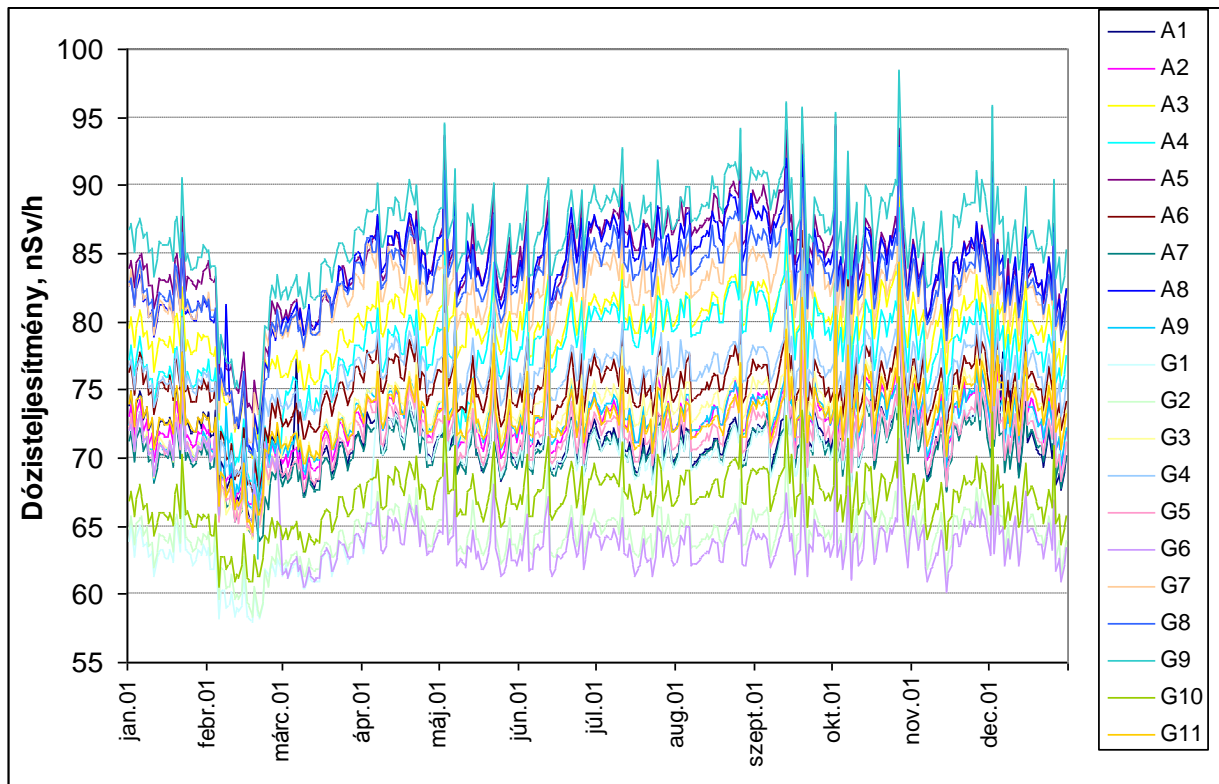


Figura 27: Ratele zilnice de expunere măsurate la stațiile de monitorizare a mediului din Centrala Nucleară de la Paks în 2012

Dózisteljesítmény, nSv/h	Rate de expunere, nSv/h
január 1	1 ianuarie
február 1	1 februarie
március 1	1 martie
április 1	1 aprilie
május 1	1 mai
június 1	1 iunie
július 1	1 iulie
augusztus 1	1 august
szeptember 1	1 septembrie
október 1	1 octombrie
november 1	1 noiembrie
december 1	1 decembrie

## 5.8 SUMARUL CARACTERISTICILOR CENTRALEI DE LA PAKS

În vederea construirii noilor unități, Centrala Nucleară de la Paks are mai multe caracteristici avantajoase:

- există o centrală nucleară care funcționează de peste 30 de ani,
- populația din împrejurimi a acceptat existența și funcționarea Centralei Nucleare de la Paks,
- sediul și împrejurimile Centralei Nucleare de la Paks constituie o zonă bine explorată, cunoscută,
- efectele funcționării Centralei Nucleare de la Paks sunt supravegheate prin sistemele de monitorizare care funcționează constant la sediu și în împrejurimi,
- centrala este conectată direct la Dunăre,
- Dunărea reprezintă o sursă de apă de răcire,
- în apropierea centralei există infrastructură construită și disponibilă,
- centrala este ușor accesibilă atât pe cale rutieră, cât și pe cale feroviară,

- o parte a materialelor de construcție și a echipamentelor de mari dimensiuni poate fi transportată pe apă, pe calea navigabilă, asigurată de Dunăre,
- structura specială a nivelului solului în zonă asigură protecția împotriva inundațiilor și apelor de infiltrație ,
- condiții meteorologice favorabile,
- densitatea populației pe o rază de 30 km (cu excepția localității Paks) este sub media națională,
- unitatea poate fi conectată la rețeaua națională de alimentare cu energie electrică în condiții favorabile,
- în zonă există forță de muncă calificată cu experiență în activitățile desfășurate într-o centrală nucleară,
- datorită condițiilor naturale și infrastructurale, localitatea Paks asigură posibilități bune de cazare pentru lucrătorii în construcții și, mai târziu, pentru operatorii centralei.

Caracterul adecvat al centralei, atât din punctul de vedere al condițiilor geologice, cât și cel al securității nucleare, va fi evaluat în detaliu și confirmat în cadrul procedurii de autorizare în conformitate cu Regulamentele de Securitate Nucleară, anexate la Ordonanța Guvernamentală 118/2011 din 11 iulie privind cerințele Oficiului Național de Energie Nucleară privind securitatea nucleară a instalațiilor nucleare și activitățile autorităților din domeniu.

## **6 METODE POSIBILE DE RĂCIRE CU CONDENSARE PENTRU NOILE UNITĂȚI ALE CENTRALEI NUCLEARE**

### **6.1 POSIBILITĂȚILE ȘI NECESARUL DE RĂCIRE ALE CENTRALELOR CU CONDENSARE UTILIZATE ÎN PRODUCȚIA DE ENERGIE ELECTRICĂ**

Indiferent de tipul centralei, în cazul centralelor cu condensare utilizate în producția de energie electrică, o mare parte a căldurii eliberate din combustibil (în cazul centralelor nucleare: din combustibilul nuclear), care nu poate fi folosită în scopul producerii de energie electrică, este evacuată în mediul înconjurător care astfel este un mediu disipativ final al căldurii. Aceasta se datorează faptului că condensatorul nu poate fi răcit sub temperatura ambientală. Acest lucru determină implicit și eficiența ciclului.

În cazul centralelor nucleare moderne cu tehnologii actuale, cca. 65-67% din căldura eliberată în reactor este evacuată în mediul înconjurător la o temperatură apropiată de temperatura ambiantă în momentul evacuării.

Pe lângă producția de energia electrică în centrala nucleară, atât în circuitul primar, cât și în cel secundar, se produce căldură care nu poate fi folosită la producția de energie electrică și a cărei evacuare este asigurată de sistemele de răcire. Căldura neutilizată, produsă în circuitul primar al centralei nucleare , este evacuată cu ajutorul așa-numitului sistem de răcire de siguranță; căldura de condensare generată în condensatorul circuitului secundar este evacuată prin sistemul de răcire al condensatorului, în timp ce căldura produsă în sistemele tehnologice ale circuitelor secundare este eliminată prin sistemul de răcire cu apă tehnologică.

Într-o centrală nucleară, peste 95% din necesarul de răcire este legat de răcirea condensatorului.

În funcție de caracteristicile unității, mediile disipative finale pentru cantitățile de căldură care trebuie evacuată, pot fi, în primul rând, următoarele:

- un râu cu debit mare;
- un lac mai mare;
- marea.

Dacă în apropierea unei centrale nucleare există o masă de apă suficient de mare, răcirea va fi realizată prin circulația directă a apei de răcire prin condensator, cu așa-numită metodă de răcire cu apă proaspătă. Apa de răcire încălzită este evacuată în mare sau într-un râu fără pierderi semnificative.

În cazul unităților unde nu există sursă de „apă proaspătă” adecvată pentru răcire, se utilizează sisteme cu turnuri de răcire, uscate sau cu apă. În sistemele cu turn, apa este recirculată între turnul de răcire și condensator. În acest caz o mare parte a căldurii de disipat apare sub formă de căldură de vaporizare a apei, în timp ce restul este disipat în aer prin transfer de căldură.

Aproape  $\frac{3}{4}$  din centralele nucleare actuale utilizează răcirea cu apă proaspătă, restul centralelor sunt dotate cu sisteme cu turnuri de răcire. [23]

Deși principala tehnologie, precum și majoritatea sistemelor auxiliare și a instalațiilor din noile unități ale centralei depind doar într-o măsură redusă de mediul în care sunt instalate, sistemul de răcire trebuie ales pentru fiecare proiect în funcție de caracteristicile mediului dat. Metoda de răcire influențează caracteristicile tehnice și economice ale noilor unități și impactul acestora asupra mediului.

## **6.2 CADRU LEGISLATIV ȘI VALORI LIMITĂ PRIVIND POLUAREA TERMICĂ A MEDIULUI ACVATIC**

Apa caldă evacuată în mediul lichid (emisii de căldură) poate influența viața acvatică, peștii și alte organisme acvatice care trăiesc în locul unde apa este evacuată. Efectele negative asupra florei și faunei acvatice pot fi ameliorate prin reducerea temperaturii apei de evacuat, înainte de evacuare, respectiv prin amestecare și prin creșterea nivelului de disipare a căldurii. Efectele pot fi reglate prin limitele de evacuare a căldurii și prin fixarea criteriilor pentru zona de amestec.

### **6.2.1 REGLEMENTARE GENERALĂ PRIVIND POLUAREA TERMICĂ A MEDIULUI ACVATIC**

#### **6.2.1.1 Uniunea Europeană**

Limitele pentru evacuările termice sunt specificate în Anexa I a Directivei 2006/44/EC a Parlamentului European și a Consiliului:

- ❖ în cazul apelor ciprinicole, temperatura măsurată în aval de un punct de evacuare termică (la marginea zonei de amestec) nu trebuie să depășească temperatura apei neafectate cu mai mult de 3°C;
- ❖ în cazul apelor ciprinicole, evacuările termice nu trebuie să determine o creștere a temperaturii în aval de punctul de evacuare termică (la marginea zonei de amestec) care să depășească 28°C.

Din cauza amestecării neuniforme a apei evacuate în mediul receptor, în zona de amestec pot exista și zone cu o temperatură mai mare. Principalii factori care influențează zona de amestec: temperatura, viteza și cantitatea de apă evacuată.

#### **6.2.1.2 Ungaria**

Regulile generale sunt definite în Ordonanța Guvernamentală 220/2004. (VII. 21.) care stabilește regulile cu privire la protecția calității apelor de suprafață și Ordinul Ministerului Mediului și Gospodării Apelor 28/2004. (XII. 25.) privind valorile limită de emisii de substanțe poluante și aplicarea acestora. Valoarea limită privind poluarea termică a mediului acvatic va fi determinată pe baza analizelor individuale, ținând cont de sensibilitatea mediului receptor și luând în considerare capacitatea mediului receptor și conservarea unei stări chimice și ecologice bune. Ordinul Ministerului Dezvoltării Rurale 10/2010. (VIII. 18.), care definește regulile cu privire la valorile limită referitoare la contaminarea apelor de suprafață și la aplicarea acestora, nu conține valori limită pentru evacuările de căldură și poluarea termică.

În conformitate cu Tabelul I din Anexa nr. 4 a Ordinului Ministerului Mediului și Gospodării Apelor 6/2002 (XI. 5.) privind valorile limită referitoare la poluarea apelor de suprafață de unde se obține apa potabilă sau sunt folosite ca și bază de apă potabilă, precum și apele de suprafață desemnate pentru asigurarea condițiilor de viață pentru pești, respectiv monitorizarea acestora, valorile limită referitoare la poluare sunt următoarele:



Caracteristici calitative		Ape cu păstrāv	Ape cu barbun	Ape cu plāticā
Temperatura*	°C	18	25	30
Schimbarea temperaturii **	°C	1,5	3	5

Notā:

\* derogāri tranzitorii de la valorile limitā referitoare la poluarea apei sunt permisibile (paragraful (1) al articolului 12);

\*\* : temperatura māsurasā în aval de un punct de evacuare termicā (la marginea zonei de amestec) nu trebuie sā depāseascā temperatura apei neafectate cu mai mult decāt valoarea specificatā.

Tabelul 9: Valorile limitā referitoare la poluarea apelor cu pește

Pānā în prezent doar cāteva ape de suprafață au fost clasificate; acestea sunt enumerate în Anexa nr. 7 la Ordinul Ministerului Mediului și Gospodārii Apelor 6/2002. (XI. 5.), în care Dunārea nu apare și, prin urmare, nu este inclusā printre apele cu pește definite în legislație (situația în data de 7 iunie 2014). Includerea Dunārii, respectiv a anumitor segmente ale Dunārii în diferite categorii de ape cu pește poate fi bazatā pe evaluarea impactului asupra mediului.

### Practici de autorizare

În cursul autorizārii centralelor tradiționale, autoritāțile de supraveghere stabilesc diferența permisā ( $\Delta T_{max}$ ) între temperatura apei extrase și a celei reintroduse, temperatura maximā permisā a apei evacuate, creșterea temperaturii dupā amestecare ( $\Delta T$ ) și locul verificārii.

## 6.2.2 REGLEMENTĀRI CU PRIVIRE LA POLUAREA TERMICĀ A CENTRALELOR TERMICE

### 6.2.2.1 Statele membre ale Uniunii Europene

Analizānd situația cātorva state membre, cu titlu de exemplu și fārā a fi exhaustive, apar urmātoarele prevederi. [24]

#### Finlanda

În Finlanda nu existā o reglementare aparte cu privire la evacuāriile termice ale centralelor nucleare, valorile limitā fiind stabilite de cātre autoritāțile competente în funcție de caracteristicile locale ale investiției în cauzā.

Cele douā centrale nucleare funcționale în prezent, Olkiluoto și Loviisa, sunt dotate cu un sistem de răcire care utilizează apa mării. În cazul centralei nucleare de la Olkiluoto, valoarea limitā de emisie este de 30°C (medie sāptāmānalā de rulare) la o distanță de 500 m de la canalul de evacuare.

În cazul centralei nucleare de la Loviisa, valoarea limitā de emisie este de 34°C (media pe orā) în punctul de evacuare.

#### Germania

În Germania, creșterea temperaturii între apa extrasā și cea reintrodusā nu poate depāși 10°C. Temperatura maximā a apei evacuate depinde de metoda de răcire: pentru răcirea cu apă proaspātā este de 30°C, pentru răcirea printr-un turn de răcire cu sistem deschis este de 33 °C, iar pentru răcirea printr-un turn de răcire cu sistem închis este de 35°C.

Cantitatea apei extrase nu poate depāși 1/3 din debitul minim.

#### Suedia

În Suedia nu existā o reglementare aparte cu privire la debitul de apă, la cantitatea de apă ce poate fi scoasā și la evacuāriile termice, valorile limitā fiind stabilite și aici de cātre autoritāțile competente în funcție de caracteristicile locale ale investiției în cauzā.

Cantitatea maximā de apă extrasā de centralele nucleare este, în general, de cca. 200 m<sup>3</sup>/s (pentru fiecare unitate), iar creșterea permisā a temperaturii este de 10°C.

## 6.2.2.2 Ungaria

### Normative privind poluarea termică a sistemului de răcire cu apă proaspătă

Paragraful (1) al articolului 10 din Ordinul Ministerului Mediului 15/2001 (VI. 6.) privind emisiile radioactive în aer și apă în cursul utilizării energiei nucleare și monitorizarea acestora cuprinde prevederile aplicabile în vederea asigurării protecției apelor de suprafață și a structurilor de colectare a apei împotriva poluării termice.

Articolul 10 (1). În cazul unor instalații prioritare, în vederea asigurării protecției apelor de suprafață și a structurilor de colectare a apei împotriva poluării termice:

- a) diferența între temperatura apei evacuate și a apei receptoare nu poate depăși 11°C, iar în cazul în care temperatura apei receptoare este sub +4 °C, această diferență nu poate fi mai mare de 14°C;
- b) temperatura apei receptoare, măsurată în aval de punctul de evacuare, în oricare punct al segmentului pe o distanță de 500 m, nu poate depăși 30°C.

Alte limitări în vederea asigurării protecției calității apei referitoare la poluarea termică sunt stabilite de autoritatea de supraveghere în conformitate cu paragraful (1) al articolului 66 din Legea LIII din 1995 privind regulile generale de protecție în cursul autorizării utilizării mediului.

### Legislația privind poluarea termică a sistemului cu turn de răcire

Nu există normative care să limiteze poluarea termică a aerului; nu se cunoaște un indice sau valoare limită referitoare la protecția aerului utilizate la examinarea efectelor formării și condensării vaporilor.

## 6.3 MODALITĂȚI DE RĂCIRE CARE POT FI UTILIZATE ÎN UNITĂȚILE DE LA PAKS

Posibilitățile de răcire care pot fi utilizate în unitățile noi de la Paks au fost evaluate într-o serie de studii separate. Scopul acestora a fost alegerea unei modalități adecvate de răcire pentru perioada planificată de operare, care poate fi realizată cu cea mai bună soluție tehnică posibilă și poate fi operată în mod eficient și rentabil, în conformitate cu standardele de protecție a mediului.

În general, există 2 modalități de răcire care pot fi utilizate în unitățile de la Paks: sistemul cu apă proaspătă, precum și sistemul cu turn de răcire. Studiile au evaluat în detaliu posibilitățile oferite de **sistemul de răcire cu apă proaspătă** care utilizează apa Dunării, precum și de **sistemul cu turn de răcire** care funcționează independent de Dunăre și folosește un sistem de răcire cu aer.

### 6.3.1 RĂCIRE CU APĂ PROASPĂTĂ

În mod similar cu metoda utilizată în prezent la cele patru unități funcționale ale Centralei Nucleare de la Paks, în cazul sistemului de răcire cu apă proaspătă căldura necesară este extrasă prin trecerea apei Dunării printr-un condensator. Pentru a realiza această soluție de răcire, apa Dunării este extrasă cu ajutorul pompelor instalației de extragere a apei, după care este transportată până la camera turbinelor prin filtre și conducte adecvate. Apa de răcire trece prin condensator, după care apa încălzită este transportată înapoi în Dunăre prin canalul de apă caldă și instalația de recirculare a apei.

În ceea ce privește sistemul cu apă proaspătă, s-au efectuat mai multe studii care iau în considerare criterii tehnice, economice și de protecția mediului. Aceste studii au explorat în primul rând posibilitățile de extragere a apei de răcire din Dunăre, transportarea acesteia până la instalațiile nucleare și deversarea apei încălzite în Dunăre, precum și soluțiile tehnice pentru a atinge parametrii cu care apa încălzită va putea fi deversată în Dunăre.

#### 6.3.1.1 Posibilități de alimentare cu apă de răcire

Din punct de vedere tehnic, scopul este acela de a asigura o cantitate adecvată de apă de răcire luând în considerare caracteristicile Dunării, diferitele nivele de apă, debitele și temperatura apei. O posibilă locație pentru extragerea apei este malul Dunării sau golful format de canalul existent de apă rece al Centralei Nucleare de la Paks. Deoarece locația Centralei de la Paks a fost aleasă în așa fel încât să permită construirea altor unități nucleare, scopul este utilizarea, în cea mai

mare măsură, a condițiilor amplasamentului și a instalațiilor existente, chiar și în vederea alimentării cât mai eficiente cu apă de răcire.

Utilizarea instalațiilor existente este recomandabilă și din considerente de protecția mediului, cu condiția adaptării lor în funcție de necesități. Pentru a asigura că terenurile incluse în categoria Natura 2000 sunt folosite la crearea noilor rute și instalații doar în cazuri bine întemeiate, la descrierea diferitelor variante scopul este acela de a utiliza teritoriile Natura 2000 în cea mai mică măsură posibilă.

Principalele variante evaluate cu privire la extragerea și alimentarea cu apă de răcire sunt următoarele:

- Alimentarea cu apă de răcire cu ajutorul instalației de extragere a apei Dunării
- Alimentarea cu apă de răcire cu ajutorul instalației de extragere a apei din golful canalului (varianta aleasă)

### **Evaluarea**

Alimentarea cu apă de răcire din golful canalului este o variantă mai favorabilă decât sistemul de răcire cu apă proaspătă în două trepte atât din punctul de vedere al construcției, cât și din cel al exploatarei.

În ceea ce privește protecția mediului, cea mai bună variantă este cea care asigură cel mai mic consum propriu și cea mai mică pierdere de energie electrică pentru că energia electrică pierdută în formă de consum propriu trebuie generată într-o altă centrală energetică. Dintre variantele evaluate, alimentarea cu apă de răcire din golful canalului reprezintă cea mai bună variantă.

Din punctul de vedere al efectelor naturale, în cazul alimentării cu apă de răcire în două trepte, în zona extragerii apei de pe malul Dunării, o fâșie îngustă este inclusă în categoria Natura 2000 ceea ce reprezintă încă un dezavantaj față de alimentarea cu apă de răcire din golf.

În temeiul evaluărilor efectuate și ținând cont de considerente tehnice, economice, de protecția mediului și a naturii, a fost aleasă varianta care implică extragerea și alimentarea cu apă de răcire din golf.

### **6.3.1.2 VARIANTE PRIVIND EVACUAREA ȘI DEVERSAREA APEI ÎNCĂLZITE**

În analiza căilor de evacuare a apei încălzite (în continuare: apa caldă) de la unitățile centrale până la instalația de menținere a nivelului și transportarea ei până la Dunăre, apoi în examinarea posibilităților de descărcare în Dunăre și compararea diferitelor variante, una dintre priorități a fost evitarea sistemelor de securitate ale unităților funcționale ale Centralei Nucleare de la Paks.

În legătură cu evacuarea apei calde de la dispozitivul de menținere a nivelului până la Dunăre, s-a analizat și utilizarea canalului existent de apă caldă. Pe baza acestei evaluări s-a considerat că este recomandabilă utilizarea canalului existent de apă caldă.

Principalele variante evaluate cu privire la descărcarea apei calde în Dunăre sunt următoarele:

- Descărcare de pe malul stâng al Dunării,
- Descărcare după segmentul navigabil al Dunării la nivelul fundului albiei,
- Descărcare de pe malul drept al Dunării (varianta aleasă).

În condițiile actuale cunoscute, varianta care presupune descărcarea apei de pe malul stâng al Dunării a fost respinsă din cauza condițiilor nefavorabile de amestecare și a costurilor de investiție semnificativ mai ridicate față de celelalte variante.

Descărcarea după segmentul navigabil al Dunării este o variantă care poate fi realizată având în vedere condițiile favorabile de amestecare în cazul deversărilor de apă caldă, dar această variantă necesită câteva soluții tehnice majore, iar construirea instalației care asigură adâncirea albiei este costisitoare. În condițiile actuale cunoscute, descărcarea după segmentul navigabil al Dunării poate fi doar o soluție adițională pe lângă descărcarea de pe malul drept al Dunării.

Principalele variante luate în considerare și evaluate în detaliu cu privire la descărcarea apei calde de pe malul drept al Dunării sunt următoarele:

- ❖ descărcarea apei prin instalația existentă de disipare a energiei și prin noul canal lateral care pornește din canalul de apă caldă în partea de sud,

- ❖ descărcarea apei prin instalația existentă de disipare a energiei și prin noua instalație de descărcare cu un canal lateral care pornește din canalul de apă caldă în partea de nord (variantea aleasă).

### **Evaluare**

Descărcarea apei calde din noile unități în Dunăre prin noul canal lateral, care pornește din canalul de apă caldă în partea de nord, este o variantă mai avantajoasă decât soluția cu canalul lateral care pornește din canalul de apă caldă existent în partea de sud atât din punctul de vedere al construcției, cât și din cel al exploatării.

În ceea ce privește protecția mediului, cea mai bună variantă este cea care asigură o mai bună amestecare a apei calde descărcate cu apa Dunării. În această privință, ramura nordică este o variantă semnificativ mai bună pentru că pe acest segment condițiile de amestecare sunt mai bune.

Din punctul de vedere al efectelor naturale, ramura nordică poate fi o variantă pentru că afectează doar o fâșie îngustă inclusă în categoria Natura 2000 ceea ce reprezintă un avantaj semnificativ față de soluția care implică ramura sudică.

În temeiul evaluărilor efectuate și ținând cont de considerente tehnice, economice, de protecția mediului și a naturii, a fost aleasă acea varianta care implică descărcarea apei calde în Dunăre prin noul canal lateral care pornește din canalul existent de apă caldă în partea de nord.

Prin această ramură nordică realizată în zona dintre canalul existent de apă rece și canalul existent de apă caldă; amestecarea apei calde descărcate în Dunăre poate fi îmbunătățită cu ajutorul noii instalații de descărcare a apei calde (de ex. centrală de recuperare) în paralel cu minimalizarea impactului asupra zonelor Natura 2000.

#### **6.3.1.3 Descărcarea apei încălzite în perioada de vară**

În timpul verii, când temperatura apei Dunării depășește 25°C și debitul scade sub nivelul mediu, poate fi nevoie de aplicarea unei soluții suplimentare pentru a respecta limita de temperatură de  $T_{max}=30^{\circ}C$  prevăzută în segmentul de 500 m după punctul de descărcare, având în vedere creșterea în timp a temperaturii de fond a Dunării în urma schimbărilor climatice.

Posibilitățile evaluate în vederea respectării prevederilor de protecția mediului au fost următoarele:

- Limitarea puterii electrice a unității,
- Amestecarea cu apă rece,
- Utilizarea unei capacități suplimentare de răcire.

Evaluările se bazează pe o răcire de 3°C până la segmentul de 500 m după punctul de descărcare a apei calde (de fapt a apei calde amestecate) din care, prin urmare, rezultă o temperatură maximă de 33°C pentru apa caldă la punctul de descărcare.

#### **Limitarea puterii electrice a unității**

În cazul implementării acestei soluții, temperatura maximă permisă a apei calde este menținută cu limitarea puterii electrice a unității centralei nucleare. Scăderea puterii este însoțită de scăderea cantității de căldură care urmează să fie extrasă în condensator, ceea ce duce la scăderea nivelului de încălzire a apei de răcire presupunând un debit masic identic cu cel al apei de răcire.

#### **Amestecare cu apă rece**

În cazul acestei alternative de răcire temperatura maximă permisă a apei calde este menținută la valoarea cerută prin amestecarea unei cantități suplimentare de apă din canalul de apă rece în canalul de apă caldă, cu ocolirea condensatorilor turbină. Cantitatea suplimentară de apă de răcire necesară la amestecarea apei reci este asigurată de pompele suplimentare amplasate în instalația de extragere a apei, care pot fi înlocuite cu pompele instalației existente de extragere a apei după oprirea unităților care funcționează în prezent. Apa de răcire încălzită în condensator și apa rece amestecată într-o cantitate necesară este transportată înapoi în Dunăre prin canalul existent de apă caldă și prin instalația , construită la locul de descărcare în Dunăre pentru îmbunătățirea amestecării.

### **Utilizarea unui sistem suplimentar de răcire**

În cazul utilizării unui sistem adițional de răcire, temperatura maximă permisă a apei calde este menținută prin răcirea debitului total al apei încălzite care iese din condensatorii turbină cu ajutorul unui turn de răcire cu celule cu tiraj artificial. Cantitatea de apă care este trecută prin sistemul suplimentar de răcire poate fi optimizată. Apa trecută prin condensator și răcită prin sistemul suplimentar de răcire este transportată înapoi în Dunăre prin canalul existent de apă caldă și prin instalația pentru îmbunătățirea amestecării.

### **Evaluare**

Fiecare soluție suplimentară analizată poate asigura menținerea temperaturii apei încălzite deversate în Dunăre sub nivelul permis de 33°C.

În cazul Centralei Nucleare Paks II, un factor care limitează reintroducerea apei este sarcina parțială minimă permisă de 50% a unităților; apoi limita amestecării cu apă rece din cauza extragerii apei de răcire atât pentru Centrala Nucleară de la Paks, cât și pentru Centrala Nucleară Paks II, în condițiile în care debitul Dunării este minim, precum și posibilitățile de extindere a instalațiilor utilizate în comun; post-răcirea poate fi limitată de nivelul de zgomot. Cu toate acestea, ținând cont de prezumțiile de bază, acești factori limitativi nu exclud din punct de vedere tehnic niciuna dintre variante.

Analizele indică faptul că cele trei soluții prezintă diferite avantaje ținând cont de considerente tehnice, economice și de protecția mediului, dar conform cunoștințelor actuale, atât pe baza rezultatelor calculului privind costurile legate de durata de viață, cât și din punct de vedere al protecției mediului, soluția optimă este reducerea temporară a puterii energetice a unității pentru că nu implică nici emisii adiționale, nici utilizarea unor suprafețe suplimentare. [25]

## **6.3.2 SISTEM DE RĂCIRE CU TURN DE**

Dacă se utilizează un sistem cu turn de răcire, amplasat în apropierea canalului existent de apă rece pentru noile unități care urmează să fie construite, căldura este evacuată în cea mai mare parte în atmosferă. Apa extrasă și tratată chimic este folosită doar la înlocuirea pierderilor cauzate de evaporare, pierderea de picături și sedimentare.

În cazul unui sistem cu turn de răcire, apa de răcire trecută prin condensatorul de suprafață al turbinei de abur este transportată în turnul de răcire și este distribuită în mod uniform pe suportul de răcire cu ajutorul sistemului de distribuție și stropire. Pelicula de apă formată pe suportul de răcire se răcește din nou în urma evaporării peliculei în aerul ambiental care trece prin suportul de răcire în sens invers. Pentru a reduce semnificativ pierderea datorată pierderii de picături în cursul trecerii prin suportul de răcire umed, se folosesc sisteme de separare a picăturilor aflate în sistemele moderne de răcire umedă deasupra suporturilor de răcire și a duzelor. Apa răcită de pe suportul de răcire ajunge în bazinul cu apa de răcire, de unde este transportată înapoi la condensatoare cu ajutorul pompelor de circulare. Evaporarea duce la creșterea conținutului de săruri al apei de răcire. Din acest motiv, pentru a evita concentrarea excesivă, o parte a apei de răcire este decantată și completată cu apă proaspătă tratată. De asemenea, se înlocuiește și pierderea cauzată de pierderile de picături. În vederea evitării depunerilor de sare pe suprafețele umede și înfloririi algelor, apa de răcire utilizată în sistemul de răcire este supusă unui tratament chimic; pentru a preveni înflorirea algelor și stabilirea scoicilor se adaugă substanțe biocide la apa de răcire.

### **6.3.2.1 Evaluarea alternativelor de răcire cu turnuri**

Posibilitățile de răcire cu turnuri de răcire care pot fi utilizate în unitățile noi de la Paks au fost analizate într-o serie de studii separate. [26], [27], [28] Alternativele au fost evaluate în detaliu în funcție de criterii tehnice, economice, de protecția mediului și de gradul de acceptare de către societate. În cursul evaluărilor, următoarele alternative tehnice au fost analizate în detaliu în privința sistemelor de răcire cu turn de răcire:

- Răcire umedă cu turn de răcire cu tiraj natural (cu o înălțime de ~186 m),
- Răcire umedă cu turn de răcire cu tiraj natural cu o înălțime maximă a turnului de 100 m,
- Răcire umedă cu turn de răcire cu tiraj natural asistat de ventilator,
- Răcire hibridă (uscată/umedă) cu turn de răcire.

Principalele caracteristici ale alternativelor evaluate sunt rezumate în tabelul de mai jos pentru o putere de 2 x 1 200 MW<sub>e</sub>.

Pentru o unitate cu o putere de 2x1200 MW	Cu tiraj natural	Cu tiraj natural cu înălțimea maximă	Cu tiraj natural asistat de ventilator	Răcire (uscată/umedă) cu turn de răcire
Numărul de turnuri de răcire [buc]	2x1	2x5	2x1	2x1
Înălțimea turnului de răcire [m]	186	100	70	60
Diametrul turnului de răcire la bază [m]	136,5	88	150	160
Diametrul turnului de răcire la gât [m]	77,5	60	95	74
Suprafața netă ocupată de turnurile de răcire (pentru cele două unități) [m <sup>2</sup> ]	30 000	61 000	36 000	40 000
Debitul apei de răcire circulantă [m <sup>3</sup> /h]	2 x 136 820	2 x 5 x 27 364	2 x 136 820	2 x 136 820
Apă de răcire pentru completare [m <sup>3</sup> /h]	≈ 2 x 2 900	≈ 2 x 2 900	≈ 2 x 2 900	≈ 2 x 2 600

Tabelul 10: Datele tehnice ale sistemelor de răcire umedă cu turn de răcire

### 6.3.2.1.1 Emisiile de căldură reziduală

Pe baza literaturii de specialitate, impactul emisiilor de căldură reziduală și umezeală ale turnurilor de răcire asupra atmosferei se resimte probabil doar la nivel local; în anumite condiții meteorologice (creșterea umidității relative, reducerea vizibilității, ceață, burniță, îngheț, brumă) crește probabilitatea apariției unor fenomene meteorologice, acestea pot avea efecte asupra formării de nori și precipitații (de ex. ninsoare), pot modifica locul formării averselor și durata precipitațiilor. Pe termen lung, pot influența într-o oarecare măsură și microclima mediului unității emitente. Conform cunoștințelor noastre actuale, turnurile de răcire nu au efecte globale.

Pădurea de protecție plantată în apropierea zonei industriale și suprafața verde cu o activitate biologică mai mare compensează parțial fenomenul de insulă de căldură. Aceste soluții sunt recomandabile nu doar din punct de vedere climatic, ci și în vederea reducerii altor factori de impact asupra mediului (poluarea aerului, zgomot) și mascării parțiale a priveliștii. Pe timp de iarnă, împrăștierea preventivă de material antiderapant și utilizarea operativă a prognozelor meteorologice de avertizare poate reduce daunele cauzate de un îngheț puternic.

Emisiile de apă reziduală din sistemele de răcire cu turn de răcire pot proveni din decantarea continuă a bazinului și din apa reziduală a tehnologiilor pentru pregătirea apei suplimentare de răcire. Emisia de apă reziduală evacuată conține sărurile substanțelor chimice necesare la tratamentul apei de răcire circulantă prin sistemul de răcire cu turn de răcire, precum și substanțele chimice și saramurile utilizate la pregătirea apei suplimentare de răcire.

### 6.3.2.1.2 Analiza soluțiilor de răcire evaluate din punctul de vedere al protecției peisajului

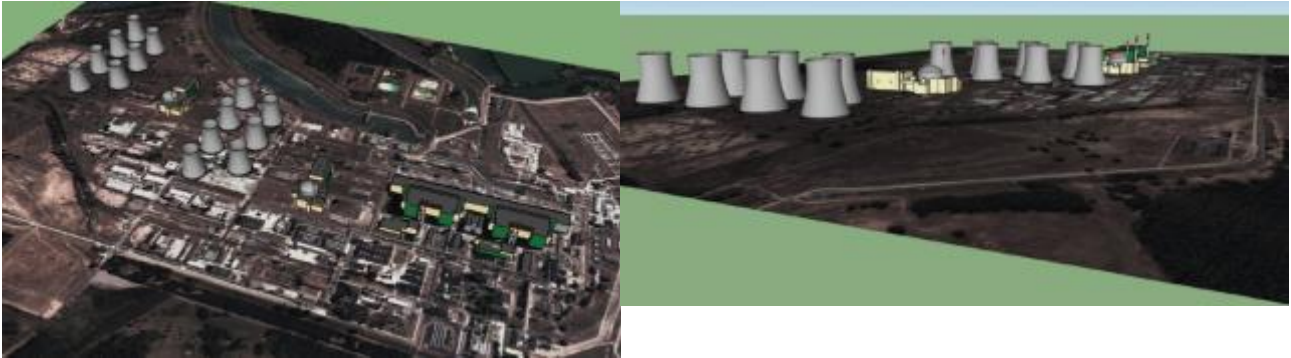
Analiza soluțiilor de răcire evaluate din punctul de vedere al protecției peisajului și evaluarea compatibilității cu peisajul, efectuate în prima parte a anului 2012, s-a concentrat asupra cazului cel mai nefavorabil investigat atunci, pentru 2 x 1 600 MW. Constatările făcute în urma acestor analize și evaluări sunt valabile și în cazul valorii de 2 x 1 200 MW, considerate în prezent, cu diferența că pentru 2 x 1 600 MW ar trebui folosite 2 x 7 sisteme de răcire umedă cu turn de răcire cu tiraj natural, în timp ce pentru 2 x 1 200 MW trebuie folosite 2 x 5 astfel de sisteme.

#### Răcire umedă cu turn de răcire cu tiraj natural

În ceea ce privește efectele asupra peisajului și compatibilitatea cu peisajul, cele 2 sisteme de răcire umedă cu turn de răcire cu tiraj natural, cu o înălțime de 186 m, constituie o problemă îngrijorătoare, dar acest lucru este valabil și în cazul sistemului de răcire umedă cu turn de răcire cu o înălțime maximă de 100 m.

Compatibilitatea sistemului de răcire umedă cu turn de răcire cu tiraj natural este, practic, imposibil de rezolvat, impactul asupra priveliștii fiind cel mai puternic; nu am găsit niciun exemplu pentru o structură de asemenea dimensiuni și cantitate nici în Ungaria, nici în Europa.

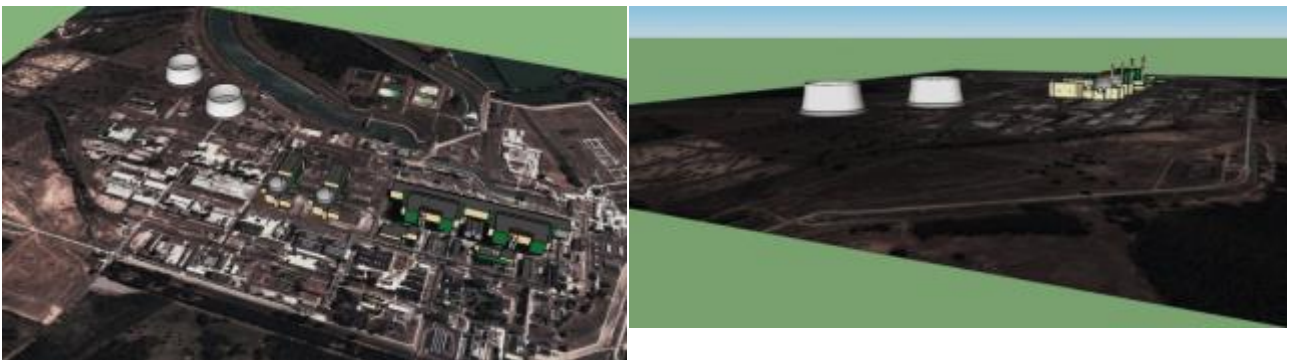
*Răcire umedă cu turn de răcire cu tiraj natural, cu o înălțime maximă a turnului de 100 m*



*Figura 28: Răcire umedă cu turn de răcire cu tiraj natural, cu o înălțime maximă a turnului la 100 m - perspectivă (vedere panoramică și laterală)*

Cele 2 sisteme de răcire umedă cu turn de răcire cu tiraj natural, asistat de ventilator, precum și cele 2 sisteme hibride de răcire umedă cu turn de răcire, asistat de ventilator, sunt compatibile cu peisajul și nu generează diferențe semnificative. În cazul turnurilor hibride de dimensiuni mai reduse, vizibilitatea limitată a norului de aburi reprezintă un avantaj, dar structurile ocupă o suprafață mai mare.

*Răcire umedă cu turn de răcire cu tiraj natural asistat de ventilator*



*Figura 29: Răcire umedă cu turn de răcire cu tiraj natural asistat de ventilator - perspectivă (vedere panoramică și laterală)*



### Răcire hibridă (uscată/umedă) cu turn de răcire

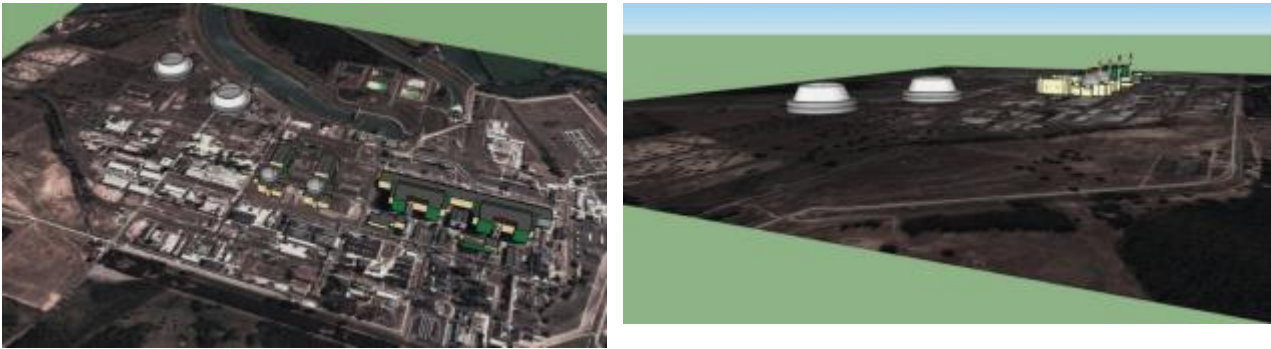


Figura 30: Răcire hibridă (uscată/umedă) cu turn de răcire - perspectivă (vedere panoramică și laterală)

### 6.3.3 ANALIZA COSTURI/BENEFICII A METODELOR DE RĂCIRE CU APĂ PROASPĂTĂ ȘI CU TURN DE RĂCIRE

Deși costurile de investiție și de operare legate de cele două variante pot fi estimate, însă efectele sociale, economice și de mediu sunt greu de anticipat, iar beneficiile pot fi cuantificate cu dificultate. Din acest motiv, pentru ambele variante au fost alese soluții tehnice în cazul cărora riscurile sunt egale, iar prevederile de protecția mediului în vigoare pot fi respectate. Deși efectele asupra mediului sunt diferite, conform cunoștințelor noastre actuale, efectele sociale pot fi considerate echivalente. Ținând cont de riscurile similare și de posibilitatea de a respecta prevederile, dintre cele două variante se poate alege cea care implică costurile cele mai reduse.

În urma evaluărilor efectuate se poate constata că atât sistemul de răcire umedă cu turn de răcire, cât și sistemul de răcire cu apă proaspătă poate fi realizat, prevederile actuale în materie de protecția mediului pot fi respectate prin utilizarea soluțiilor tehnice adecvate, riscurile asociate cu fiecare sistem pot fi gestionate, iar soluțiile pot fi clasificate din punct de vedere economic.

Din punct de vedere tehnic, randamentul noilor unități proiectate este mai mare și se poate obține mai multă energie electrică prin utilizarea sistemului de răcire cu apă proaspătă, decât cu varianta cu turn de răcire. Utilizarea sistemului de răcire cu apă proaspătă, similar cu cel din unitățile existente, reprezintă încă un avantaj, datorită, printre altele, și experienței de operare disponibile.

Închegătura aburilor emiși de turnul de răcire în perioada de iarnă poate cauza daune în mediul construit și prezintă pericole pentru mediu.

În ceea ce privește execuția, sistemul de răcire cu apă proaspătă constă, în fond, din structuri pentru care există profesioniști cu experiență în construcție și execuție în Ungaria. Până în prezent, în Ungaria nu a fost construit niciun sistem de răcire umedă cu turn de răcire cu tiraj natural de asemenea dimensiuni.

Privind protecția mediului, sistemul de răcire cu apă proaspătă nu utilizează sau utilizează o cantitate minimă de chimicale, în timp ce sistemul de răcire cu turn de răcire folosește o cantitate semnificativă de reactivi pentru obținerea apei suplimentare de răcire și condiționarea chimică a apei de răcire circulate prin sistemul de răcire.

În ceea ce privește efectele naturale, compatibilitatea turnurilor sistemului de răcire cu peisajul, chiar și a turnurilor cu o înălțime limitată, nu este mai bună din cauza numărului mai mare de turnuri. Poluarea fonică produsă de varianta cu turnuri de răcire, asistat de ventilator, precum și costurile de investiție și de operare asociate sunt semnificativ mai ridicate.

Din punct de vedere economic, se poate constata că acele costuri care apar pe întreaga durată de viață a sistemului de răcire cu turn de răcire sunt mai mari decât cele asociate cu sistemul de răcire cu apă proaspătă.

În urma evaluărilor efectuate, a fost aleasă varianta cu apă proaspătă, similarăcu soluția utilizată la cele patru unități existente. [28]

## 7 CARACTERISTICILE ȘI DATELE DE BAZĂ ALE CENTRALEI NUCLEARE PAKS II PROIECTATĂ PE AMPLASAMENTUL DE LA PAKS

### 7.1 EVOLUȚIA UNITĂȚILOR RUSEȘTI VVER

Tipul unităților de generația a treia dezvoltate de producătorul rus este VVER-1200.

Aceste unități au o putere termică de 3200 MW și o putere electrică brută de 1200 MW, precum și o capacitate termică de 300 MW.

Există mai multe variante ale unității, diferențele între tipuri fiind rezultatul diferențelor între concepția sistemelor de securitate proiectate de diferiți proiectanți principali (MIR-1200 – proiectat în Sankt Petersburg, AES-2006 – proiectat la Moscova).

Unitatea VVER-1200 a fost dezvoltată în principal în direcția îmbunătățirii rentabilității economice (putere unitară, randament) și a disponibilității (de ex. o rată de exploatare a puterii de 92%, obținerea unei durate de funcționare de 60 de ani). Pe lângă modificările de securitate, s-a îmbunătățit funcționarea pompelor principale de circulație (prin eliminarea ungerii cu ulei), s-a introdus un combustibil conținând otrăvuri neutronice noi care sunt arse și s-a îmbunătățit fiabilitatea generatoarelor de aburi. În noile unități se folosește o tehnologie de control integrată pe bază digitală.

În urma aplicării consecvente a normelor de securitate general acceptate la nivel internațional și a recomandărilor EUR (cerințele europene privind utilitățile), s-a considerat că VVER-1200 îndeplinește cerințele europene privind utilitățile.

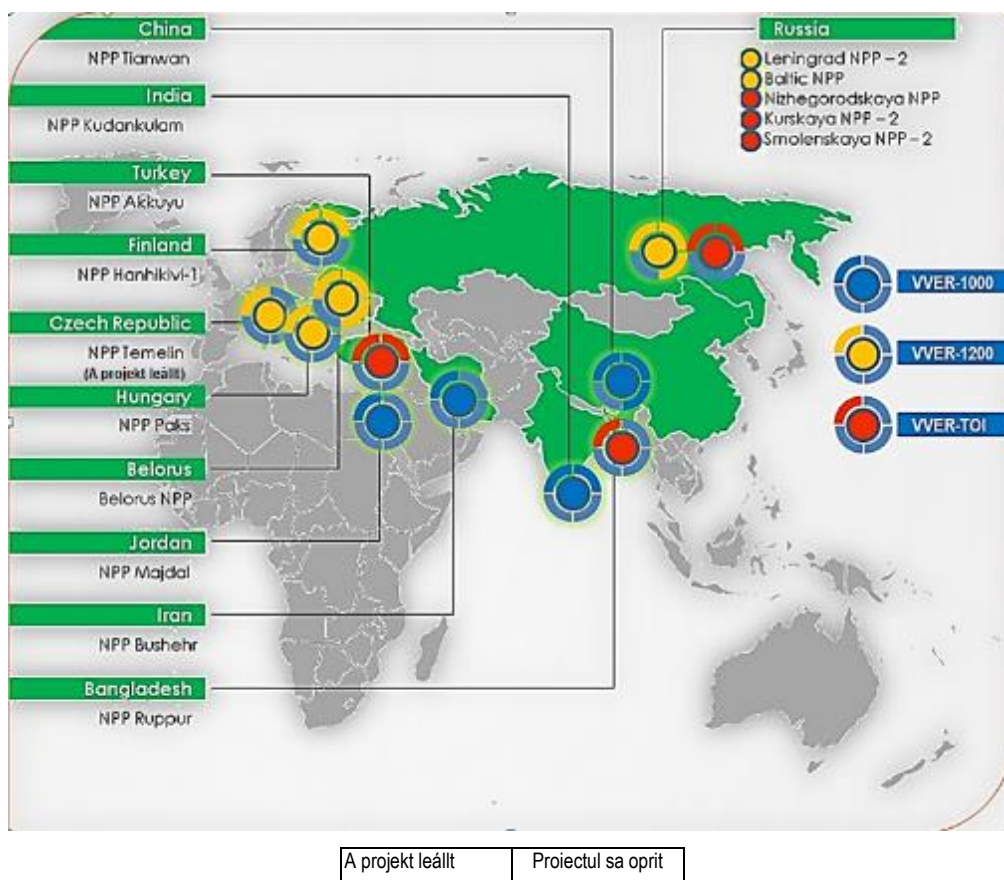


Figura 31: Unități VVER în curs de construcție și proiectate [7]

În Federația Rusă, sunt în curs de construire câte două unități de tip VVER-1200 în Centrala Nucleară de la Leningrad (Sosnovy Bor) și în Centrala Nucleară de la Novovoronezh, care vor fi puse în exploatare aproximativ în perioada 2018-2019.

Federația Rusă intenționează să realizeze o extindere semnificativă a capacității nucleare cu unități de tip VVER-1200, asigurându-se astfel construirea unei capacități de 20 000 MWe până în anul 2020 (17 unități). [29]

## 7.2 CARACTERISTICILE UNITĂȚILOR RUSEȘTI PROIECTATE PE AMPLASAMENTUL DE LA PAKS

### 7.2.1 PRINCIPALII PARAMETRI TEHNICI

Tabelul de mai jos prezintă principalii parametri tehnici ai unităților VVER-1200:

Puterea termică a reactorului	3 200 MW <sub>th</sub>
Putere netă emisibilă (depinde și de tehnologiile alese pentru circuitele secundare)	1113 MW <sub>e</sub>
Durata de funcționare	60 ani
Rata de exploatare a puterii proiectate	>90 %
Înteruperea anuală a operării din cauza reparațiilor planificate	20 de zile
Consum propriu	7,1 %
Tipul combustibilului care poate fi utilizat	UO <sub>2</sub>
Durata ciclului combustibilului într-un cartuș în reactor	54 luni (3 x 18 luni)
Durata campaniei	18 luni
Necesar de combustibil	40,58 t UO <sub>2</sub> / 18 luni
Necesar de elemente de combustibil (combustibil + cartuș)	56,4 t / 18 luni
Numărul cartușelor noi în momentul relocării (în echilibru)	76 buc
Îmbogățirea medie a cartușelor noi	4,95 % ( <sup>235</sup> U)
Ardere medie în cartușele de combustibil	47,5 MW zi / kgU
Reglabilitate	Între 50%–100%, anual max. 250 buc
Numărul buclilor și a pompelor principale de circulație (PPC)	4, 4 PPC
Presiune în circuitul primar	162 bar
Temperatura de intrare în / ieșire din reactor	298,2 / 328,9°C
Generator de abur	4 buc, orizontal
Presiunea de ieșire din generatorul de abur	62,7 bar
Debitul total al agentului de răcire în circuitul primar	86 000 m <sup>3</sup> /h

Tabelul 11: Principalele caracteristici tehnice ale unităților de tip VVER-1200 [13], [30], [31]

### 7.2.2 OBIECTIVE DE SECURITATE ȘI SOLUȚII DE PROIECTARE

Obiectivul propus în materie de securitate	Soluția de proiectare sau procedura de atenuare a consecințelor utilizată pentru atingerea obiectivului
Gestionarea avariilor legate de baza de proiectare extinsă	– Rezervor cu perete dublu – Sistem de răcire – Sistem de răcire de izolare – Recombinatori de hidrogen – Sistem de recuperare a nucleului
Prevenirea proceselor de înaltă presiune care duc la defecțiuni premature ale containerului (izolare)	– Supape de reducere a presiunii – Sistem de răcire
Tratamentul hidrogenului produs	– Recombinatori
Stabilizarea și răcirea nucleului topit	– Sistem de recuperare a nucleului
Scăderea presiunii în container	– Sisteme de răcire cu suprafețe mari (între 0–24 ore) – Instalații mobile (între 24–72 ore)

Tabelul 12: Soluții de proiectare și proceduri de atenuare a consecințelor [13], [30]

Sistemele nucleare ale unității sunt amplasate în containere cu perete dublu. Peretele intern asigură închiderea ermetică a containerului, în timp ce peretele extern protejează spațiul ermetic de efectele externe (de ex. impactul unui avion). Partea inferioară a containerului funcționează ca un sistem de recuperare a nucleului.

Sistemele de securitate, fiecare cu o capacitate de 100%, sunt amplasate în patru canale independente unul de celălalt. Alimentarea cu energie a fiecărui canal de siguranță este asigurată de câte un generator diesel cu o putere de 7,5 MW.

În cazul unor avarii, pe lângă sistemele care asigură răcirea reactorului și a circuitului primar, există 4 hidroacumulatoare de înaltă presiune care trebuie să asigure acoperirea zonei active cu apă fără intervenție din partea operatorilor în perioada inițială a avariilor care duc la pierderi mari de agent termic din circuitul primar, dacă sistemele active ale sistemelor de răcire în caz de avarie nu își îndeplinesc funcția.

### 7.3 COMBUSTIBILUL

Conform proiectelor, combustibilul care urmează să fie utilizat în noile unități este dioxidul de uraniu îmbogățit.

Combustibilul va fi transportat la fața locului în containere care corespund prevederilor legislative relevante, în principiu, pe cale ferată.

Prima încărcătură de combustibil va fi transportată la centrală cu cca. 1-1,5 ani înaintea începerii exploatarei comerciale. Combustibilul proaspăt necesar la completarea (relocarea) combustibilului uzat va fi transportat la fața locului la fiecare 18 luni în cursul perioadei de funcționare prevăzute de 60 de ani. Ca și rezervă strategică, centrala nucleară va depozita în fiecare unitate o cantitate de combustibil proaspăt într-o cantitate necesară pentru două completări.

După îndepărtarea lor din reactor, cartușele cu combustibilul uzat sunt transferate într-un **bazin de depozitare** care asigură **eliminarea căldurii remanente**, până când valoarea acesteia ajunge la un nivel care să permită depozitarea uscată temporară a combustibilului. Cartușele cu combustibil pot fi depozitate în acest bazin timp de maximum 10 ani.

După depozitarea lor în bazin, cartușele cu combustibilul uzat sunt depozitate temporar. În prezent, există două posibilități:

- cartușele cu combustibilul uzat sunt transportate în Federația Rusă pentru depozitare tehnologică temporară sau depozitare tehnologică și reprocesare. Cartușele cu combustibilul uzat, sau în cazul reprocesării, deșeurile nucleare sunt depozitate pe teritoriul Federației Ruse pe o perioadă egală cu perioada prevăzută în Acordul (contract) specificat în paragraful 1 al articolului 7 pentru alimentarea cu combustibil nuclear (20 de ani), după care vor fi aduse înapoi în Ungaria,
- cartușele cu combustibilul uzat sunt depozitate temporar în Ungaria.

În ceea ce privește durata de funcționare planificată a noilor unități și perioadele specificate în Acordul interguvernamental, pentru depozitarea temporară a cartușelor cu combustibilul uzat, se ia în considerare **depozitarea lor temporară în Ungaria**, în locația unităților sau în imediata lor apropiere. Depozitarea temporară va dura până la depozitarea finală directă a cartușelor sau depozitarea finală în Ungaria a deșeurilor radioactive obținute din reprocesarea cartușelor.

După depozitarea lor temporară, se va trece la **depozitarea finală directă în Ungaria** a cartușelor cu combustibil uzat, având în vedere următoarele:

- conform Legii privind energia atomică, una dintre condițiile prevăzute pentru depozitarea finală în străinătate a deșeurilor produse în Ungaria (și anume: funcționarea depozitului de deșeurii radioactive a fost autorizată pentru deșeurile radioactive care urmează să fie transportate, depozitul funcționând și înainte de efectuarea transportului) nu este îndeplinită,
- datorită duratei de funcționare planificate, fezabilitatea pe termen lung a altor posibilități este îndoielnică pentru că implică riscuri semnificative.

### 7.4 CIRCUITUL PRIMAR

Pe baza procesului de producere a energiei, noile unități proiectate pot fi împărțite, în general, în două părți principale: circuitul primar și circuitul secundar.

Circuitul primar transportă căldura produsă în zona activă a reactorului în generatorul de abur, apoi aburii produși în generator asigură lucrul mecanic în cursul transformării în turbina circuitului secundar și, prin urmare, generatorul conectat la turbină produce energie electrică.

## 7.5 CIRCUITUL SECUNDAR

Sarcina circuitului secundar este aceea de a transforma energia termică produsă în reactor în energie cinetică, iar mai apoi în energia electrică. Apa de alimentare din circuitul secundar este încălzită și adusă la punctul de fierbere cu apa din circuitul primar care circulă prin țevile de transfer al căldurii, având o temperatură de 300–320°C.

Aburul care iese din generatorul de abur ajunge în turbină, unde pune în mișcare paletetele turbinei utilizând energia sa cinetică. În turbină, blocurile de înaltă presiune, respectiv de joasă presiune, precum și rotorul generatorului se află pe același ax. În blocul de turbină de înaltă presiune, temperatura aburului scade, iar nivelul de umiditate a aburului crește semnificativ. Din acest motiv, înainte să intre în blocul de joasă presiune, aburul ajunge într-o așa-numită instalație de separare a picăturilor și de supraîncălzire, unde sunt eliminate picăturile de apă care pot dăuna paletetelor de turbină.

Aburul uzat ajunge în condensator în care circulă apă de răcire prin câteva mii de țevi subțiri. În țevile de răcire aburul se condensează la cca. 25°C, după care este transportat de pompele de alimentare înapoi în generatorul de abur prin sistemele de preîncălzire în vederea creșterii eficienței.

Eficiența ciclului de abur este ~37 %.

## 7.6 SISTEME DE RĂCIRE

Pe lângă producția de energie electrică în centrala nucleară, atât în circuitul primar, cât și în cel secundar se produce căldură care nu poate fi folosită la producția de energie electrică și a cărei evacuare este asigurată de sistemele de răcire.

Sistemele de răcire pentru noile unități proiectate au trei componente principale.

Sarcina **sistemului de răcire a condensatorului** este de a extrage căldura de condensare din circuitul de abur provenind din *condensatorii circuitului secundar* din unitățile nucleare cu ajutorul apei Dunării, filtrată mecanic și circulată prin condensatorii de suprafață.

**Sistemului de răcire cu apă tehnologică** va evacua căldura produsă în *instalațiile auxiliare din circuitul secundar*. În noile unități proiectate soluția tehnică pentru sistemul de răcire cu apă tehnologică este de a extrage căldura reziduală a grupului turbină-generator, a pompelor de alimentare și a motoarelor electrice de înaltă putere printr-un circuit intermediar închis. Sistemul de răcire cu apă tehnologică este o ramificație care iese din sistemul de răcire al condensatorului în camera turbinelor, în timp ce apa tehnologică de răcire încălzită este deversată în Dunăre împreună cu apa de răcire încălzită din condensator.

Funcția **sistemului de răcire de siguranță** este de a alimenta *echipamentele circuitului primar* din noile unități care necesită răcire constantă în timpul funcționării lor normale. De asemenea, o altă funcție a acestui sistem este de a asigura răcirea circuitului primar al unităților în cursul funcționării normale, precum și în cazul unor avarii, iar mai apoi de a extrage căldura remanentă a combustibilului din reactor, din instalațiile de relocare și din bazin, în condițiile în care circuitul primar este răcit. Sistemul de răcire de siguranță are două moduri de funcționare. În primul mod de funcționare, sistemul transferă căldura în aerul ambiental prin celulele de răcire cu tiraj artificial, în timp ce în celălalt mod de funcționare extragerea căldurii se face prin răcire cu apă proaspătă, disipatorul final fiind Dunărea. În general, sistemul de răcire de siguranță funcționează cu apă proaspătă extrasă din Dunăre, dar dacă sistemul de răcire de siguranță nu poate îndeplini din orice motiv (de ex. condiții meteorologice extreme, nivelul extrem al apei Dunării, avarii ale instalațiilor hidraulice care duc la pierderea funcțiilor de securitate), funcțiile de securitate în modul de funcționare cu apă proaspătă se va trece la modul de funcționare cu celule de răcire. Ținând cont de condițiile amplasamentului în cursul proiectării, sistemul de răcire de siguranță al noilor unități nucleare proiectate va funcționa cu apă proaspătă în cea mai mare parte a timpului.

### 7.6.1 EXTRAGEREA APEI DUNĂRII

În cele două moduri de funcționare ale sistemului de răcire de siguranță, cantitățile de apă extrase din Dunăre sunt de 64,15 m<sup>3</sup>/s și 66,01 m<sup>3</sup>/s pentru o singură unitate, respectiv 128,3 m<sup>3</sup>/s și 132,02 m<sup>3</sup>/s pentru două unități. În ceea ce privește efectele generate de extragerea și reintroducerea apei în Dunăre, sunt luate în considerare valorile mai mari.

Privind *modul de funcționare cu apă proaspătă* a sistemului de răcire de siguranță, tabelul de mai jos prezintă cantitățile totale (apa de răcire a condensatorului, apa tehnologică de răcire, apă de răcire de siguranță și pregătirea apei suplimentare) de apă pură extrasă din Dunăre.

Denumire	Unitate	1 x 1 200 MW <sub>e</sub>	2 x 1 200 MW <sub>e</sub>
Apa de răcire a condensatorului*	m <sup>3</sup> /s	61,5	123
Apă tehnologică de răcire (în circuitul secundar) [31]	m <sup>3</sup> /s	2,6	5,2
Apă de răcire de siguranță (în circuitul primar) [31]	m <sup>3</sup> /s	1,9	3,8
Apă pură pentru pregătirea apei suplimentare (pregătirea apei nesărate)	m <sup>3</sup> /s	0,01	0,02
Total apă extrasă din Dunăre	m <sup>3</sup> /s	66,01	132,02
Necesarul maxim anual (8760 h) de apă de răcire	miliarde de m <sup>3</sup> /an	2,08	4,16

Tabelul 13: Cantitățile de apă extrase din Dunăre în modul de funcționare cu apă proaspătă a sistemului de răcire de siguranță

## 7.6.2 SISTEMUL DE RĂCIRE AL CONDENSATORULUI

La fel ca și sistemul folosit în cele patru unități funcționale existente în centrala nucleară, sistemul de răcire al condensatorului extrage căldura necesară prin trecerea apei din Dunăre prin condensator. Apa Dunării se extrage cu ajutorul pompelor instalației de extragere a apei, apoi este transportată către condensatorii din camera turbinelor prin filtre și conducte.

Pe baza variantelor evaluate ale sistemului de răcire a condensatorului noilor unități nucleare, ținând cont de considerente tehnice, economice, de protecția mediului și a naturii, a fost aleasă opțiunea care prevede extragerea apei de răcire din golf, alimentarea cu apă de răcire, evacuarea apei calde prin încrucișarea canalului existent de apă rece și extinderea canalului existent de apă caldă.

Luând în considerare o treaptă de temperatură a condensatorului de  $\Delta t = 8^{\circ}\text{C}$  și o cantitate de căldură de  $\approx 2\,075\text{ MW}_{\text{th}}$  ce trebuie extrasă în condensatoare în fiecare unitate, în cazul funcționării normale a unei singure unități, debitul sistemului de răcire necesar pentru condensatori este de 61,5 m<sup>3</sup>/s, iar pentru funcționarea normală a două unități, va fi de 123 m<sup>3</sup>/s.

Puterea unității	Unitate	1 x 1 200 MW <sub>e</sub>	2 x 1 200 MW <sub>e</sub>
Debit apă de răcire [31]	m <sup>3</sup> /s	61,5	123
Debit apă de răcire	m <sup>3</sup> /h	221 400	442 800
Încălzirea apei de răcire în condensator [31]	°C	8	8
Necesarul maxim anual (8760 h) de apă de răcire	miliarde de m <sup>3</sup> /an	1,94	3,88

Tabelul 14: Cantități de apă de răcire în condensator

## 7.6.3 SISTEMUL DE RĂCIRE CU APĂ TEHNOLOGICĂ (ÎN CIRCUITUL SECUNDAR)

Pe lângă răcirea condensatorului, necesarul de răcire a circuitului secundar este asigurat de sistemul de răcire cu apă tehnologică. Apa de răcire necesară în sistemul de răcire cu apă tehnologică este transportată prin sistemul de răcire al condensatorului până la camera turbinelor, de unde printr-o remificație, va ajunge la punctul de consum al sistemului de răcire cu apă tehnologică cu ajutorul unei pompe compresor booster. Apa de răcire încălzită în sistemul de răcire cu apă tehnologică va ajunge în sistemul de răcire a condensatorului în ramura de apă caldă de după condensator. Apa tehnologică de răcire este deversată înapoi în Dunăre împreună cu apa de răcire a condensatorului. Agentul de răcire în sistemul de răcire cu apă tehnologică este apa Dunării care, după filtrare în sistemul de răcire al condensatorului, trece prin filtrele mecanice fine suplimentare în vederea preservării siguranței schimbătoarelor de căldură. Pe segmentul agentului răcit din schimbătoarele de căldură din sistemul de răcire cu apă tehnologică, în camera turbinelor va circula apă nesărată în sistemul intermediar închis de răcire.

Sistemul de răcire cu apă tehnologică are un design de 2x100%, fiind construite 2 unități paralele din principalele elemente ale sistemului, cu interconexiunile corespunzătoare.

În sistemul de răcire cu apă tehnologică, necesarul de apă de răcire pentru funcționarea normală a unei singure unități, este de 9 360 m<sup>3</sup>/h, în timp ce pentru două unități, în regim normal de funcționare, este de 18 720 m<sup>3</sup>/h. Necesarul de apă tehnologică pentru stările tranzitorii (de ex. pornire, oprire) nu diferă în mod semnificativ de necesarul de apă de răcire pentru modul de funcționare normală. Cantitățile de apă tehnologică au fost calculate luând în considerare o putere termică care trebuie extrasă pentru fiecare unitate de ≈86,6 MW<sub>th</sub> și pentru o încălzire de 8°C, valoare identică cu cea pentru apa de răcire a condensatorului.

Puterea unității	Unitate	1 x 1 200 MW <sub>e</sub>	2 x 1 200 MW <sub>e</sub>
Debit apă tehnologică de răcire în regim de funcționare normală	m <sup>3</sup> /s	2,6	5,2
Debit apă tehnologică de răcire în regim de funcționare normală	m <sup>3</sup> /h	9 360	18 720
Încălzirea apei de răcire în sistemul de răcire cu apă tehnologică	°C	8	8
Necesarul maxim anual de apă de răcire	milioane de m <sup>3</sup> /an	82	164

Tabelul 15: Cantități de apă tehnologică de răcire [32]

#### 7.6.4 SISTEMUL DE RĂCIRE DE SIGURANȚĂ

Răcirea sistemelor auxiliare ale circuitului primar al noilor unități este asigurată de așa-numitul sistem de răcire de siguranță, construit în fiecare unitate. Fiecare unitate are patru sisteme independente unul de celălalt, dar cu aceleași funcții, și astfel în regim de funcționare normală, sistemul va fi redundant, în timp ce în stările tranzitorii, vor funcționa două sisteme.

Acest sistem este complet independent de sistemul de răcire a condensatorului din circuitul secundar și de sistemul de răcire cu apă tehnologică; instalații comune vor exista în alimentarea cu apă de răcire și în sistemul de evacuare.

Necesarul de apă de răcire al sistemului de răcire de siguranță pentru o singură unitate, în regim de funcționare normală, este de 6 840 m<sup>3</sup>/h, în timp ce pentru două unități este de 13 680 m<sup>3</sup>/h. Necesarul de apă tehnologică pentru stările tranzitorii (de ex. pornire, oprire) este de 13 680 m<sup>3</sup>/h. Dat fiindcă din cauza condițiilor operaționale nu ne putem aștepta ca cele două unități să fie în stare tranzitorie concomitent, este puțin probabil ca necesarul total al celor două unități să depășească debitul de 20 520 m<sup>3</sup>/h. Cantitățile de apă de răcire pentru sistemul de răcire de siguranță au fost calculate luând în considerare o încălzire de 8°C, valoare identică cu cea pentru apa de răcire a condensatorului.

Puterea unității	Unitate	1 x 1 200 MW <sub>e</sub>	2 x 1 200 MW <sub>e</sub>
Debit apă de răcire de siguranță în regim de funcționare normală	m <sup>3</sup> /s	1,9	3,8
Debit apă de răcire de siguranță în regim de funcționare normală	m <sup>3</sup> /h	6 840	13 680
Debit apă de răcire în cazul stărilor tranzitorii	m <sup>3</sup> /h	13 680	20 520
Încălzirea apei de răcire în sistemul de apă de răcire de siguranță	°C	8	8

Tabelul 16: Cantități de apă de răcire de siguranță

##### Răcire cu celule de răcire cu tiraj artificial

În primul dintre modurile de funcționare posibile, sistemul de răcire de siguranță transferă căldura în aerul ambiental prin celulele de răcire cu tiraj artificial, prin urmare, mediul disipativ final este aerul. În acest caz, sistemul de răcire de siguranță nu va folosi apa Dunării pentru disiparea căldurii, prin urmare, căldura extrasă nu va ajunge în Dunăre. În acest caz, sistemul de răcire de siguranță funcționează ca un sistem cvasi-închis, debitul de apă de răcire fiind cantitatea circulantă între celulele de răcire de siguranță și schimbătoarele de căldură ale sistemului de răcire de siguranță. După umplerea cu apă a sistemului la începerea exploatarei, nu va fi necesară decât completarea pierderilor de apă datorate pierderilor de picătură și decantării, ceea ce se asigură prin tehnologia de pregătire a apei suplimentare pentru centrala nucleară. Cantitatea anuală de apă suplimentară este minimă pentru că în cazul turnurilor de răcire de siguranță se poate presupune o durată maximă de funcționare de doar o lună, prin urmare, necesarul de apă care trebuie extras din Dunăre este nesemnificativ față de cantitățile de apă extrase pentru alte scopuri de răcire.

Puterea unității	Unitate	1 x 1 200 MW <sub>e</sub>	2 x 1 200 MW <sub>e</sub>
Cantitatea de apă suplimentară	m <sup>3</sup> /s	0,04	0,08
Necesarul maxim anual de apă suplimentară (necesarul de apă din Dunăre pentru răcire de siguranță)	milioane de m <sup>3</sup> /an	≈0,1	≈0,2

Tabelul 17: Cantitatea de apă suplimentară pentru sistemul de răcire de siguranță în cazul turnurilor de răcire de siguranță



Turnul de răcire cu celule cu tiraj artificial care disipă căldura sistemului de răcire de siguranță are un design de 4x100% pentru fiecare unitate. (Mărimea rezervelor poate fi finalizată pe baza rezultatelor evaluărilor privind siguranța efectuate pentru centrala nucleară.) În regim de funcționare normală, în fiecare unitate funcționează doar câte un singur turn de răcire, celelalte turnuri vor fi de rezervă, în timp ce la pornirea, oprirea și răcirea de după oprirea unităților vor funcționa câte două turnuri de siguranță.

Cele 4 celule de răcire de siguranță din fiecare unitate se află lângă rezervor. Celulele de răcire de siguranță au o suprafață de bază de cca. 17 x 35 m, având o înălțime totală de cca. 15 m, din care înălțimea celulelor este de cca. 13 m, iar coșul deasupra celulelor de cca. 2 m. Lângă celulele de răcire se află stația de pompe a sistemelor de răcire de siguranță care circulă apa de răcire între sistemele de siguranță și celulele de răcire. Turnurile de răcire de siguranță funcționează cu celule gemene, cu două sisteme de distribuire a apei și două ventilatoare în fiecare celulă de răcire.

În sistemele de siguranță din circuitul primar, apa de răcire încălzită este introdusă în celulele de răcire de siguranță și, cu ajutorul duzelor, este uniform distribuită pe suporturile umede de răcire. Pelicula de apă formată pe suportul de răcire se răcește din nou în urma efectului aerului ambiental care trece prin suportul de răcire în sens invers. Pentru a reduce pierderea legată de pierderea de picături la trecerea prin suportul de răcire umed, se folosesc sistemele de separare a picăturilor aflate deasupra suporturilor de răcire și a duzelor. Apa răcită de pe suportul de răcire ajunge în bazinul cu apă de răcire, de unde, cu pompe de circulație va fi transportată înapoi în sistemele de siguranță din circuitul primar. Completarea cantității de apă evaporată și decantată este asigurată de sistemul de apă suplimentară, unde se adaugă și substanțele chimice necesare funcționării sigure a sistemului.

#### Răcirea cu apă proaspătă

În cel de-al doilea mod de funcționare posibil, sistemul de răcire de siguranță extrage căldura prin trecerea apei Dunării prin sistem și, prin urmare, căldura extrasă ajunge în Dunăre prin canalul de apă caldă. În acest caz, sistemul de răcire de siguranță constituie un sistem deschis, debitul de apă de răcire este asigurat din Dunăre extras cu instalația de extragerea de siguranță și trecut prin schimbătoarele de căldură ale sistemului de răcire de siguranță. Necesarul maxim de apă de răcire se referă la o durată de funcționare de 8760 h pentru că pot exista ani de funcționare în care sistemul de răcire de siguranță va opera tot anul într-un regim de „răcire cu apă proaspătă”.

Puterea unității	Unitate	1 x 1 200 MW <sub>e</sub>	2 x 1 200 MW <sub>e</sub>
Debit apă de răcire de siguranță în regim normal de funcționare (apă de răcire circulantă sau apa Dunării)	m <sup>3</sup> /s	1,9	3,8
Necesarul maxim anual de apă de răcire de siguranță (în cazul extragerii de apă din Dunării)	milioane de m <sup>3</sup> /an	59,9	119,8

Tabelul 18: Cantități de apă de răcire de siguranță în cazul răcirii cu apă proaspătă

Metoda de răcire poate fi finalizată pe baza rezultatelor analizelor tehnice și de securitate efectuate pentru centrală; dacă este nevoie, răcirea sistemelor de securitate poate fi realizată și cu un bazin cu apă de răcire cu răcitor distribuitor sau prin alimentare cu apă de răcire din instalația de extragere a apei, independentă de sistemul de răcire al condensatorului.

Sistemul de răcire de siguranță trebuie să îndeplinească cerințele AIEA și RSN, care prevăd că evacuarea căldurii remanente trebuie asigurată și în cazul pierderii absorbției normale a căldurii, chiar și dacă această situație apare în urma unor efecte externe (cutremur; condiții meteorologice extreme (îngheț extrem, puterea vântului, ninsoare, prăbușirea unui avion, incendiu etc.). [32]

## 7.6.5 INSTALAȚIILE HIDRAULICE ALE SISTEMELOR DE RĂCIRE

### Canal existent și extins de apă rece

Canalul existent de apă rece este folosit atât de Centrala Nucleară de la Paks, cât și de unitățile Centralei Nucleare Paks II. Până în 2030, când cele 4 unități existente și cele 2 unități noi proiectate vor începe să funcționeze concomitent, canalul de apă rece trebuie extins pe o lungime de cca. 1300 m pentru a permite introducerea unei cantități suficiente de apă rece în canalul de apă rece.

### Instalația de extragere a apei

Cel mai bun loc pentru amplasarea noii instalații de extragere a apei din golf la noile unități nucleare este pe malul canalului existent de apă rece în perimetrul Centralei Nucleare de la Paks, la nord de instalația existentă de extragere a apei, într-o zonă liberă de cca. 150 m. Instalația de extragere a apei în fiecare este prevăzută cu o pompă pentru apa de răcire a condensatorului, cu un design de 3 x 33 % sau de 4 x 25 % și un sistem de filtrare (6-8 sisteme paralele pentru două unități). Instalația de extragere de apei are o structură hidraulică cu curățare mecanică, un filtru bandă și cofraje executate în mod corespunzător.

În cazul modului de funcționare de răcire cu apă proaspătă a sistemului de răcire de siguranță, apa Dunării ca apă de răcire de siguranță este extrasă de câte 4 pompe în fiecare unitate. Ținând cont de condițiile amplasamentului în cursul proiectării, instalația de extragere a apei din sistemul de răcire de siguranță funcționează aproape tot timpul.

### **Conducte de apă de răcire**

Apa de răcire din sistemul de răcire a condensatorului (care include și apa de răcire a sistemului de răcire cu apă tehnologică) va trece între instalația de extragere a apei și camera turbinelor, prin conducte subterane pe un segment de cca. 300-400 m. Pentru cantitatea de apă de răcire care trece prin sistemul de răcire există în fiecare unitate câte 3 conducte cu diametrul între 3,2-4 m .

Apa de răcire din sistemul de răcire este transportată în paralel cu sistemul de răcire al condensatorului până la camera turbinelor, de unde, pe o rută independentă, ajunge în clădirea în care se află sistemul de răcire de siguranță. Pentru cantitatea de apă de răcire care trece prin sistemul de răcire de siguranță există în fiecare unitate câte 4 conducte cu diametrul între 0,5-0,8 m .

### **Condensatoarele turbinelor și schimbătoarele de căldură ale sistemelor de răcire**

Apa de răcire circulantă prin sistemul de răcire a condensatorului extrage căldura din condensatoarele turbină, care trebuie eliminată în cursul condensării aburilor care intră în condensatoare. Căldura extrasă astfel încălzește apa de răcire circulantă prin conductele cu apă de răcire din condensatoare. În faza de proiectare, gradul de încălzire a apei de răcire în condensatoare este de 8°C.

În cazul sistemului de răcire cu apă tehnologică și în sistemul de siguranță, apa de răcire circulantă prin schimbătoarele de căldură extrage căldura de răcire din sistemul intermediar închis de răcire conectat la sistemul de răcire cu apă tehnologică și la cel de siguranță. Căldura extrasă încălzește apa de răcire (apa Dunării) circulantă prin conductele schimbătoarelor de căldură. În faza de proiectare, se prevede ca gradul de încălzire a apei de răcire în sistemul de răcire cu apă tehnologică și în cel de siguranță să fie de 8°C.

### **Canale închise de apă caldă**

Apa de răcire încălzită trece de la camera turbinelor până la canalul de apă rece, apoi pe podul construit deasupra canalului de apă rece și ajunge prin canalul din beton armat, aflat după pod, la instalația de menținere a nivelului, pe un traseu de cca. 500 m. Apa de răcire încălzită include apa tehnologică încălzită introdusă în interiorul camerei turbinelor și apa de răcire de siguranță încălzită introdusă în afara camerei turbinelor (în regimul de funcționare cu apă proaspătă a sistemului de răcire de siguranță). Cantitatea de apă de răcire va trece în fiecare unitate prin sistemul de răcire cu 2 canale din beton armat cu o secțiune de 0,5-0,8 m .

### **Pod pentru canale**

Deasupra canalului existent de apă rece, apa de răcire încălzită este transportată până la instalația de menținere a nivelului apei pe un pod nou pentru canale, executat în mod corespunzător. Podul pentru canale este construit din elemente prefabricate din beton armat, având pilonii în albia canalului existent de apă rece. Podul are o lățime de cca. 25-30 m, cea mai mare deschidere nedepășind 50 m.

### **Instalația de menținere a nivelului**

Funcția instalației de menținere a nivelului este de a asigura presiunea pe partea apei de răcire a condensatoarelor necesară funcționării sigure a sistemului de răcire al condensatoarelor, precum și a posibilității reamestecării apei calde în canalul de apă rece.

### **Canal nou cu secțiunea în formă de trapez, cu suprafață deschisă**

Între instalația de menținere a nivelului și canalul existent de apă caldă trebuie construit un segment nou de canal de apă caldă din beton armat, cu suprafață deschisă, cu o secțiune de trapez, cu un profil Y, care transportă apa caldă a noilor unități în canalul existent de apă caldă. Apa caldă trece prin canalul nou cu suprafață deschisă va trece din cauza gravitației către canalul existent de apă caldă pe un segment de cca. 500 m. Lățimea proiectată a canalului nou cu suprafață deschisă la nivelul fundului este de 16 mg, lățimea canalului de 80 m (cu lățimea coroanei de 50 m), panta taluzului fiind de 1:2, iar nivelul mediu al apei de cca. 2,5-3 m.

### **Canal existent și extins de apă caldă**

După noul profil Y, apa de răcire încălzită ajunge în instalația de reintroducere prin secțiunea corespunzător extinsă a canalului existent de apă caldă. Apa de răcire încălzită este reintrodusă în Dunăre cu ajutorul gravitației prin segmentul corespunzător extins al canalului existent de apă caldă.

În timpul construirii Centralei Nucleare de la Paks, canalul existent de apă caldă a fost în așa fel conceput încât să permită evacuarea apei calde atât de la centrala nucleară, cât și de la extinderea proiectată la acea vreme de 2 x 1 000 MW. Ținând cont de acestea, capacitatea proiectată a canalului de apă caldă a fost de 220 m<sup>3</sup>/s. S-a efectuat o evaluare a capacității canalului de apă caldă pentru unitățile proiectate cu o putere de 2 x 1 200 MW, luând în considerare nivelul probabil al Dunării și efectul limitativ al instalației existente de menținere a nivelului la Centrala Nucleară de la Paks asupra celor mai ridicate nivele din canalul de apă caldă.

Canalul de apă caldă trebuie extins, pentru ca în 2030, când cele 4 unități existente și cele 2 unități noi proiectate vor începe să funcționeze concomitent, să poată evacua apa caldă din cele 6 unități, Cantitatea de apă din unitățile care vor începe să opereze în 2025 ar crește semnificativ nivelul apei în canalul de apă caldă și ar îngreuna efectuarea lucrărilor de extindere a canalului de apă caldă, astfel este recomandabil ca extinderea canalului necesară în 2030, să fie realizată până în 2025, anul dării în exploatare a primei unități.

### **Instalația existentă de disipare a energiei cu un al doilea punct de deversare**

Deversarea apei calde în Dunăre poate fi asigurată cu ajutorul unei instalații noi de disipare a energiei construite pentru cantitatea de apă caldă din cele 4 unități existente și cele 2 unități noi proiectate.

Crearea celui de-al doilea punct de deversare are mai multe avantaje față de posibilitatea de extindere a instalației existente de disipare a energiei. Amestecarea apei calde în Dunăre poate fi îmbunătățită cu o instalație construită la cel de-al doilea punct central de deversare și cu construirea unei centrale de recuperare în zona cuprinsă între gura de vărsare a canalului de apă rece și cea a canalului de apă caldă, ceea ce ar permite de asemenea recuperarea unei cantități semnificative de energie electrică, cu efecte minime asupra teritoriilor Natura 2000.

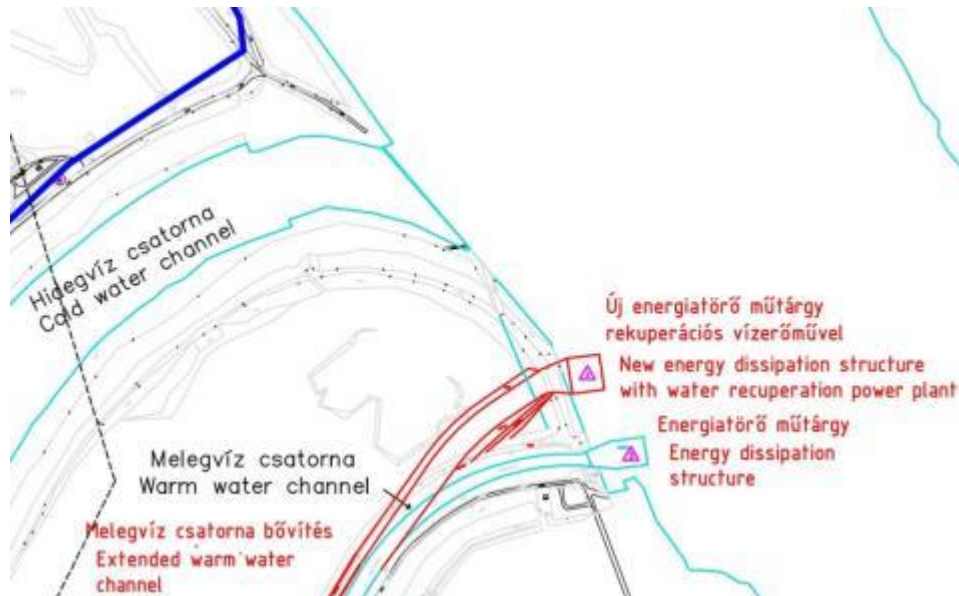


Figura 32: Plan de ansamblu al instalației existente de disipare a energiei cu un al doilea (nou) punct de deversare

Hidegvíz csatorna	Canal apă rece
Melegvív csatorna	Canal apă caldă
Melegvív csatorna bővítés	Extindere canal apă caldă
Új energiatörő mőtárgy rekuperációs vízerőművel	Instalație nouă de disipare a energiei cu hidrocentrală de recuperare
Energiatörő mőtárgy	Instalație de disipare a energiei

### 7.6.5.1 Hidrocentrală de recuperare

Prin creșterea nivelului apei din canalul de apă caldă care pornește din centrală, se poate asigura o pantă a canalului de apă caldă la gura de vărsare în Dunăre, pentru acționarea turbinelor de apă cu o putere instalată nominală totală de ~7-8 MW. Luând în considerare regimul Dunării și funcționarea unităților, cantitatea de energie electrică care poate fi produsă anual este de 35 GWh.

Nivelul crescut în amonte al centralei de recuperare este asigurat de digul de la capătul canalului de apă caldă, în care se găsesc turbinele de apă și infrastructura de deservire directă. Acestea includ structurile de închidere care determină ruta apei cât și elementele de acționare, echipamentele necesare deservirii și întreținerii, precum și instalațiile auxiliare. Într-o clădire independentă cu instalații electrice, situată lângă hidrocentrală, vor fi amplasate echipamentele electrice și tehnologia de control, tablourile electrice și transformatoarele. Aici intră cablurile de care conectare la centrala electrică și cablurile electrice utilizate la transportarea energiei electrice produse. Aici se găsesc și echipamentele care asigură energia auxiliară, compresoarele și stația de ulei.

Hidrocentrala de recuperare este dotată cu o instalație limitatoare care, în cazul pierderii sau întreținerii turbinelor de apă, poate evacua și deversa în Dunăre, în condiții de siguranță cantitatea maximă de apă de răcire provenind din centrala nucleară.

Hidrocentrala este o structură separată, înconjurată cu un gard, care nu necesită prezența constantă a unui operator. Siguranța stabilimentului este dată de un dig fizic și de un sistem de alarmă.

## 7.7 SISTEME ȘI INSTALAȚII AUXILIARE

### 7.7.1 APA NESĂRATĂ

Legat de extinderea planificată a unităților, se prevede construirea unei noi instalații de pregătire a apei cu o capacitate de 3x100 %, justificată de necesitatea de a asigura redundanțele. Principalele elemente ale sistemului vor fi folosite la construirea a 3 unități paralele, cu interconexiunile corespunzătoare.

Lanțul tehnologic de pregătire a apei suplimentare constă din următoarele procese: decantare, filtrare multimedia, desalinizare prin membrane și, în caz de nevoie, post-desalinizare cu schimb de ioni. Procedura de desalinizare prin membrane include încă trei procese, și anume: ultrafiltrare, desalinizare pe principiul osmozei inverse și desalinizare cu electro-deionizare. Pasul cel mai important în procesul de pregătire a apei suplimentare este desalinizarea prin membrane; una dintre caracteristicile importante ale acestui proces este că necesită mai puține substanțe chimice decât înmuierea tradițională cu var și procedura de desalinizare cu schimb de ioni. Cantitatea de chimicale evacuate cu apele uzate poate fi astfel redusă semnificativ. Instalația de pregătire a apei suplimentare asigură alimentarea cu apă suplimentară de răcire în turnurile din sistemul de răcire de siguranță. Apa suplimentară de răcire de calitate corespunzătoare poate rezulta din procesul intermediar al procedurii de pregătire a apei suplimentare, după desalinizarea cu membrane. Din acest motiv, în prima etapă a procesului de pregătire a apei suplimentare (în funcție de depozitarea apei suplimentare de răcire și de cerințele privind calitatea apei din turnurile de răcire) se asigură o capacitate mai mare, în timp ce desalinizarea fină va fi efectuată doar pentru cantitatea necesară de apă nesărată din circuitul primar și cel secundar.

În funcție de cele două moduri posibile de funcționare ale sistemului de răcire de siguranță, instalația de pregătire a apei suplimentare are, de asemenea, două moduri de funcționare. Având în vedere că sistemul de răcire de siguranță funcționează cu turnul de răcire doar pentru o perioadă scurtă (câteva zile pe an, maximum timp de o lună), bilanțul de apă al instalației de pregătire a apei suplimentare este prezentat pentru regimul caracteristic de funcționare, cu sistem de răcire de siguranță cu apă proaspătă și astfel nu este nevoie de apă suplimentară de răcire.

Pe baza celor de mai sus, în cazul funcționării normale, necesarul de apă pură al instalației de pregătire a apei suplimentare este de 36 m<sup>3</sup>/h pentru o singură unitate și 72 m<sup>3</sup>/h pentru două unități. Necesarul anual total de apă pură pentru cele două unități probabil nu va depăși 640.000 m<sup>3</sup>.

Denumire	Unitate de măsură	1x1 200 MW	2x1 200 MW
Apă pură (apa Dunării)	m <sup>3</sup> /s	0,01	0,02
Apă pură (apa Dunării)	m <sup>3</sup> /h	36	72
Apă uzată	m <sup>3</sup> /h	12	24
Apă nesărată produsă	m <sup>3</sup> /h	24	48

Tabelul 19: Bilanțul de apă al instalației de pregătire a apei suplimentare în condiții normale de funcționare

Funcția sistemului de depozitare și de distribuire a apei nesărate este depozitarea și transportarea apei nesărate la punctele de consum din circuitul primar, la camera turbinelor și la instalațiile auxiliare. Instalația de pregătire a apei suplimentare și instalațiile de depozitare a apei nesărate trebuie să acopere necesarul maxim de apă nesărată care apare concomitent în mai multe puncte. În cazul funcționării normale, necesarul de apă nesărată al noilor unități nucleare este de 24 m<sup>3</sup>/h pentru o singură unitate, respectiv 48 m<sup>3</sup>/h pentru două unități. Necesarul de apă nesărată mai mare pe timpul stărilor tranzitorii este acoperit din rezervoarele de apă nesărată. Durata stărilor tranzitorii este de doar câteva zile pe an, astfel factorul decisiv este necesarul de apă nesărată pentru funcționarea normală. Necesarul total anual de apă nesărată pentru cele două unități nu depășește 420.000 m<sup>3</sup>.

În cazul funcționării normale, apa uzată din instalația de pregătire a apei suplimentare (comună pentru noile unități nucleare) este de 12 m<sup>3</sup>/h pentru o singură unitate, respectiv 24 m<sup>3</sup>/h pentru două unități. Cantitatea totală anuală de apă uzată din instalația de pregătire a apei suplimentare pentru cele două unități nu depășește 220.000 m<sup>3</sup>.

În instalația de pregătire a apei suplimentare apele uzate produse în diferitele procese tehnologice sunt colectate și depozitate într-un rezervor pentru colectarea apei uzate temporare. Apele uzate produse în diferitele procese sunt amestecate, apoi, înainte de a fi evacuate se verifică normele de emisie. Dacă este nevoie, apele uzate vor fi neutralizate pe cale chimică. Apa uzată este evacuată în sistemul de apă tehnologică uzată al centralei. [32]

## 7.7.2 APA TEHNOLOGICĂ UZATĂ

### 7.7.2.1 Sistemul de tratare a apei uzate radioactive din circuitul primar

Apa uzată radioactivă produsă în regim de funcționare normală este colectată, tratată și depozitată în sistemul de apă uzată din circuitul primar. Apele uzate radioactive din sistemele camerei turbinelor ajung în acest sistem (de ex. apa decantată pe partea apei de alimentare a generatorului de abur).

Una dintre principalele funcții ale tratării deșeurilor radioactive lichide este colectarea selectivă a diferitelor tipuri de ape uzate pe baza proprietăților fizice și chimice de bază, respectiv pe baza gradului lor de poluare. Prin colectarea selectivă a apelor uzate, separarea apelor uzate active de cele inactive, cantitatea diferitelor deșeuri care urmează să fie eliminate se reduce semnificativ. Cea mai mare parte a apelor radioactive este reintrodusă în procesul tehnologic corespunzător al circuitului primar după efectuarea operațiilor necesare de decontaminare. Apele uzate radioactive care nu pot fi reintroduse în procesul tehnologic, trec printr-o serie tehnologică de decontaminare în cursul căreia substanțele active separate sunt concentrate și depozitate într-un mod adecvat. Apa uzată decontaminată obținută după tratarea și eliminarea apei uzate radioactive, cu o concentrație controlată de radionuclizi, este transportată din sistemul de apă uzată din circuitul primar în canalul de apă caldă printr-o conductă de deversare controlată plasată după rezervorul de control.

Tabelul de mai jos prezintă maximele zilnice și mediile anuale de evacuare a apelor uzate epurate din sistemul de apă uzată radioactivă.

Denumire	Unitate de măsură	1x1 200 MW	2x1 200 MW
Funcționare normală	m <sup>3</sup> /h	5	10
Cantitatea anuală de apă uzată	mii de m <sup>3</sup> /an	44	88

Tabelul 20: Cantitatea de deșeuri radioactive lichide din circuitul primar [32]

### 7.7.2.2 Sistemul de tratare a apelor uzate din camera turbinelor

Sistemul de tratare a apelor uzate din camera turbinelor colectează și prelucrează apele uzate provenind din camera turbinelor și din instalațiile auxiliare.

Sistemul de tratare a apelor uzate din camera turbinelor este alcătuit din trei subsisteme principale:

- sistemul închis de colectare al condensatului,
- sistemul de colectare a levigatului,
- sistemul de apă uzată industrială.

În cazul funcționării normale, apa uzată din sistemul închis de colectare al condensatorului ajunge înapoi în sistemul de alimentare cu apă, fără să apară în sistem ca apă uzată. Apa uzată din sistemul de colectare a levigatului și sistemul de apă uzată industrială este evacuată ca și apă uzată după decontaminare, neutralizare sau după eliminarea uleiului. Tabelul de mai jos prezintă cantitatea de apă uzată.

Denumire	Unitate de măsură	1x1 200 MW	2x1 200 MW
Funcționare normală	m <sup>3</sup> /h	20	40
Cantitatea anuală de apă uzată	mii de m <sup>3</sup> /an	175	350

Tabelul 21: Cantitatea de deșeuri lichide din camera turbinelor

Cantitatea anuală de apă uzată din camera turbinelor și din instalațiile auxiliare pentru cele două unități proiectate nu depășește 350.000 m<sup>3</sup>.

După o verificare corespunzătoare și atingerea limitelor de emisie, apele uzate colectate de sistemul de ape uzate sunt transportate de sistemul de ape uzate al camerei turbinelor din centrală în canalul de apă caldă. [32]

### 7.7.3 APA UZATĂ DIN TURNURILE DE RĂCIRE DE SIGURANȚĂ

În cazul funcționării sistemului de răcire de siguranță cu turn de răcire, din cauza evaporării în turnul de răcire și a contaminanților care ajung în turn împreună cu aerul, în cursul disipării căldurii este nevoie de decantarea continuă a sistemului de apă de răcire, din cauza concentrării apei de răcire și menținerea concentrației de poluanți în apa de răcire. În cazul funcționării turnului de răcire de siguranță, apa uzată provenită din decantare ajunge în Dunăre prin canalele de evacuare a apei calde împreună cu apa de răcire încălzită a condensatoarelor. Această cantitate de apă este cu mult mai mică decât cea a apei de răcire a condensatoarelor.

Apa uzată produsă în cazul funcționării sistemului de răcire de siguranță cu turn de răcire provine din decantarea apei în turnul de răcire. Apa decantată rezultă, practic, din concentrarea apei desalinizate parțial în instalația de pregătire a apei suplimentare în urma evaporării în turnul de răcire. Tabelul de mai jos prezintă cantitățile de apă uzată din turnurile de răcire, defalcate pe ore și pe an în condițiile de funcționare descrise.

Denumire	Unitate de măsură	1x1 200 MW	2x1 200 MW
Apa uzată decantată din turnurile de răcire de siguranță	m <sup>3</sup> /h	36	72
Cantitatea anuală maximă de apă uzată (pe o durată maximă de funcționare de 1 lună)	mii de m <sup>3</sup> /an	26	52

Tabelul 22: Cantitatea maximă a apei uzate din turnurile de răcire de siguranță, provenită din decantare

Cantitatea anuală de apă uzată din funcționarea sistemului de răcire de siguranță cu turn de răcire nu depășește 52.000 m<sup>3</sup> pentru cele două unități proiectate.

După o verificare corespunzătoare și atingerea limitelor de emisie, apele uzate produse sunt transportate de sistemul de ape uzate ale centralei în canalul de apă caldă.

### 7.7.4 APĂ POTABILĂ – APE REZIDUALE COMUNALE

Sursă: Analiză pentru pregătirea deciziilor în ceea ce privește alimentarea cu apă potabilă și evacuarea apelor uzate în noile unități nucleare care urmează să fie construite la Paks, MVM ERBE Zrt., 2013. [6-10]

Pe baza evaluărilor, soluția optimă, atât din punct de vedere tehnic, cât și cel economic, pentru asigurarea alimentării cu apă potabilă a noilor unități este instalația de apă și sistemele auxiliare de la Csámpa; soluția optimă pentru evacuarea apelor uzate comunale este instalația de epurare și sistemele auxiliare care funcționează pe teritoriul Centralei Nucleare de la Paks.

Necesarul maxim de apă potabilă va apărea în perioada în care prima unitate va fi început să funcționeze, iar cea de-a doua unitate va fi în curs de construire (concomitent cu prima perioadă amintită); cantitatea maximă este de 646 m<sup>3</sup>/zi, în timp ce cantitatea maximă a apei reziduale produse este 95% din aceasta, adică 614 m<sup>3</sup>/zi.





Figura 33: Locația instalației de apă de la Csámpa [33]

### 7.7.5 APE PLUVIALE

Apele pluviale colectate din curtea și de pe acoperișurile noilor unități, respectiv din alte zone, precum și apele de suprafață nepoluante ajung în canalul de apă caldă.

În zona de operare există o rețea de ape pluviale nepoluante și una de ape pluviale contaminate cu ulei. În vederea colectării apelor pluviale posibil contaminate cu ulei se construiesc colectoare de ulei de mărimi corespunzătoare în zonele de parcare de suprafață. Fundația pentru transformatoare este dotată cu mine de colectare a apelor pluviale cu o capacitate suficientă și un sistem de colectare a uleiurilor pentru scurgerile de ulei. Apele pluviale colectate din jurul rezervorului de ulei sunt evacuate, de asemenea, prin colectorul de ulei. Apele pluviale decontaminate de ulei sunt evacuate împreună cu apele pluviale decontaminate.

### 7.7.6 APĂ PENTRU STINGEREA INCENDIILOR

Noile unități ale centralei nucleare sunt dotate cu o rețea de apă pentru stingerea incendiilor, alimentată cu apă de la sistemul de apă pură al noilor unități. Apa pură cu un debit maxim de 380 m<sup>3</sup>/h este transportată de la sistemul de apă pură prin conducte până la bazinul sistemului de apă pentru stingerea incendiilor. Sistemul de alimentare cu apă pentru stingerea incendiilor va fi conceput conform planului de protecție împotriva incendiilor care urmează să fie elaborat mai târziu.

### 7.7.7 DESCĂRCAREA ȘI DEPOZITAREA SUBSTANȚELOR CHIMICE

În noua centrală nucleară proiectată s-a prevăzut o stație proprie de descărcare și depozitare a substanțelor chimice. Toate substanțele folosite în centrală sunt primite, descărcate, depozitate și tratate de o stație de descărcare și depozitare într-o încăpere separată care se află în clădirea pentru pregătirea apei. Pe baza utilizării substanțelor în regim de funcționare normală a centralei, trebuie asigurată o cantitate de substanțe chimice suficientă pentru cel puțin 30 de zile. Pentru a preveni ajungerea substanțelor în mediul înconjurător, se construiesc bazine de decontaminare. În clădirea destinată depozitării substanțelor chimice, în jurul rezervoarelor cu chimicale se instalează bazine de colectare a substanțelor și guri de drenare, de unde substanțele chimice scurse ajung în instalația de tratare a apelor reziduale cu substanțe chimice pentru a fi neutralizate. La rezervoarele pentru substanțe chimice se instalează pompe adecvate pentru transportul acestor substanțe. Pentru transportul substanțelor chimice nelichide se construiește un sistem pneumatic adecvat. Cantitatea de substanțe chimice depozitate este transportată cu ajutorul unui cărucior sau al unui dispozitiv de ridicat.

Denumire	Cantitate depozitată
<b>Depozit de hidrazină și amoniac</b>	
Hidroxid de amoniu	1 m <sup>3</sup>
Hidrazină	3 t
<b>Depozit de hidrogen</b>	13 m <sup>3</sup>
<b>Depozit de substanțe chimice</b>	
Acid azotic	4 m <sup>3</sup>
Acid sulfuric	7 m <sup>3</sup>
<b>Uzină de tratare a apei</b>	
Acid clorhidric	53 m <sup>3</sup>
Hidroxid de sodiu	40 m <sup>3</sup>
<b>Depozit bor</b>	2 x 3 t

Tabelul 23: Depozitarea substanțelor chimice în perioada de funcționare

### 7.7.8 GENERATOARE DIESEL

Alimentarea cu energie electrică a sistemelor de securitate în caz de avarie este asigurată de 4 generatoare diesel, fiecare cu o putere de ~7,5 MW<sub>e</sub> în fiecare unitate; căldura de combustibil introdusă în fiecare unitate este 18,75 MW<sub>th</sub>. Oricare dintre generatoarele diesel poate asigura alimentarea cu energie electrică necesară pentru o eventuală situație de urgență. Pentru a asigura o oprire sigură, generatoarele diesel trebuie să asigure un timp continuu de funcționare de 168 de ore în fiecare unitate. Prin urmare, pentru funcționarea unui generator diesel, capacitatea totală de depozitare necesară (putere calorifică de 42 MJ/kg; cu o greutate specifică de 0,83 kg/l și un randament de 40%) este de ~325 m<sup>3</sup>. Cu toate acestea, pentru a asigura redundanța alimentării sigure cu combustibil, fiecare generator diesel este dotat cu câte un rezervor de combustibil, fiecare asigurând cantitatea de combustibil diesel necesară pentru o durată de funcționare de 168 de ore. Prin urmare, în clădirile generatoarelor diesel se asigură o capacitate de depozitare de 8 x 325 m<sup>3</sup> (adică în total 2600 m<sup>3</sup>) de combustibil diesel.

Conform proiectelor, în condiții normale de funcționare, generatoarele diesel funcționează doar în regim de încercare, în medie timp de 8 ore lunar separat în fiecare unitate, timpul anual de încercare fiind de maximum 8x8x12, adică 768 de ore.

### 7.7.9 CAZANUL AUXILIAR

În cursul construirii și în perioada de funcționare, în vederea asigurării necesarului de aburi pentru accelerarea pornirii unității se instalează 2 cazane electrice auxiliare, fiecare cu o putere de 15 MW. Aceste cazane sunt alimentate de la rețeaua electrică de 10 kV și asigură în total 46 t/h aburi la 12 bar / 192°C. [34]

### 7.7.10 INSTALAȚII

Sistemele de ventilație ale centralei nucleare asigură atât prevenirea sau reducerea răspândirii materialelor radioactive în perimetrul centralei, cât și condițiile climatice necesar personalului și/sau echipamentelor pentru a menține o anumită stare.

### 7.7.11 SISTEM DE ALIMENTARE CU AER COMPRIMAT

Necesarul de aer comprimat pentru circuitul primar și cel secundar este asigurat de stațiile de compresare și de uscătoarele cu aer. În general, atât circuitul primar, cât și cel secundar are câte 2 stații de alimentare cu aer comprimat.

### 7.7.12 SISTEM DE TERMOFICARE

Funcțiile sistemului de termoficare care operează în prezent în Centrala Nucleară de la Paks sunt următoarele:

- alimentarea cu apă fierbinte pe partea primară a schimbătoarelor de căldură ale centralelor termice instalate în zona rezidențială și, prin urmare, asigurarea încălzirii zonei rezidențiale;

- alimentarea orașului Paks cu apă caldă și alimentarea sistemului de încălzire al centralei.

Necesarul maxim de încălzire al orașului este de cca. 30 MW<sub>th</sub>, sistemul actual fiind prea mare, astfel are o anumită rezervă. Sistemul de încălzire al orașului este construit ca și o rețea cu conducte principale de tur sau de retur (temperatură nominală de tur/retur: 130 / 70°C, în cazul unei perioade reci mai lungi: 150 / 70°C).

Există trei unități principale ale sistemului de termoficare urbană:

- Centrale termice (schimbătoare de căldură);
- Sistem de circulație;
- Sistem de apă suplimentară.

În cazul noilor unități, sistemul de termoficare urbană proiectat este echivalent cu sistemul actual, adică aburul de la prizele turbinelor noi care urmează să fie instalate va ajunge la un distribuitor comun, iar schimbătoarele de căldură vor fi instalate după acest distribuitor, luând în considerare o putere de cca. 30 MW pe baza necesarului termic. Întregul sistem cu schimbătoare de căldură, sistemul de circulație și distribuitorii sunt amplasate într-o clădire (parte de clădire) separată. [35]

## 7.8 TEHNOLOGIA DE CONTROL

Funcția sistemului de control este de a asigura gestionarea sigură și fiabilă a proceselor de producere a energiei în centrală și reducerea posibilității de avarie, de defectare sau de accidentare la un nivel acceptabil. Sistemul de control asigură supravegherea completă și gestionarea automată a proceselor tehnologice sau de producere a energiei, semnalarea unor fenomene anormale și controlul acestora cu ajutorul unor soluții redundante.

Verificarea continuă a proceselor și echipamentelor necesare funcționării centralei, dar care reprezintă un nivel de expunere sau riscuri pentru mediul natural și pentru populație, este asigurată de mijloace și sisteme de monitorizare independente de procesele tehnologice.

## 7.9 SISTEME ELECTRICE

Sub aspectul expunerii mediului, sistemul de energie electrică al noilor unități nucleare este alcătuit în fiecare unitate din trei transformatoare principale unifazate, două transformatoare trifazate în regim redus și un transformator trifazat de rezervă de rețea/de pornire. [36]

### Transformatoare principale

Putere efectivă: min. 1 200/3 MW (~1 500/3 MVA)

Cantitate: 3 transformatoare unifazate

Cantitate de ulei: ~ 90 tone / transformator unifazat; ~270 tone / 3 transformatoare unifazate

Nivel maxim de poluare fonică: ~75 dB / transformator

### Transformator normal în regim redus

Putere efectivă: ~70 MW (~90 MVA)

Cantitate: min. 2 transformatoare

Cantitate de ulei: ~33 tone / transformator; ~66 tone / 2 transformatoare

Nivel maxim de poluare fonică: ~70 dB / transformator

### Transformator de rezervă de rețea/de pornire

Este recomandabil să se ia în calcul cel puțin un transformator cu o putere identică cu cea a transformatorului normal în regim redus.

Putere efectivă: ~70 MW (~90 MVA)

Cantitate: 1 transformator

Cantitate de ulei: ~33 tone

Nivel maxim de poluare fonică: ~70 dB

Cantitatea estimată de ulei necesară în total pentru transformatoarele enumerate (principal, în regim redus, de rezervă): ~370 tone / unitate

Sub transformatoare se instalează bazine de decontaminare pentru a preveni eventualele scurgeri de ulei.

## 7.10 CONSTRUCȚII

### 7.10.1 NIVELELE DE FUNDAȚIE ALE UNITĂȚILOR PROIECTATE

În zona evaluată, până la o adâncime de 10 m formațiunile geologice sunt alcătuite, în general, din sedimente clasice slab sortate, cu coeziune redusă și cu granulație fină. În general, sedimentele cu granulație mai fină constituie straturi cu o consistență variabilă, cu plasticitate redusă, compresibile și cu rezistență redusă. Sub aceste straturi, formațiunea nisipos-aluvionară are o rezistență adecvată, cu o consistență medie, potrivită pentru fundație, care însă, din cauza distribuției granulelor, este sensibilă la eroziune și susceptibilă la lichefiere sub apă la efecte dinamice (de ex. cutremure). Deasupra lentilelor nămolose-argiloase, apele pluviale care se scurg în jos pot forma așa-numite lentile de apă pendulară. În cazul unui nivel mediu al apei subterane, nivelul apelor pendulare este întotdeauna mai ridicat decât cel al apei subterane.

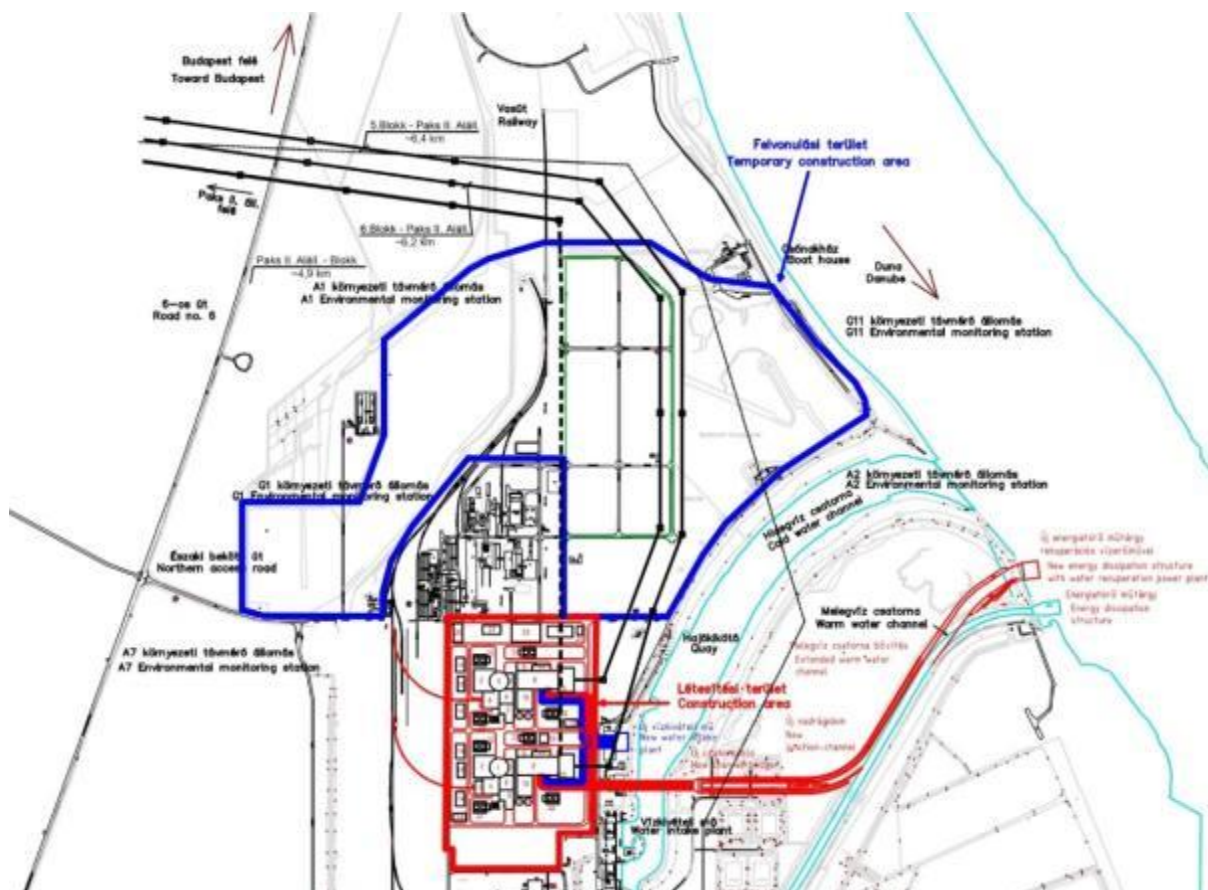
Nivelul general propus de  $\pm 0,00$  al Centralei Nucleare Paks II a fost înregistrat la nivelul de 97 mrMB.

Luând în considerare datele inițiale de bază preconizate, adâncimile estimate ale fundațiilor sunt următoarele:

- ❖ Ansamblul de clădire al reactorului (insulă nucleară), clădirea turbinelor, generatoarele diesel și alte clădiri care fac parte din sistemul de siguranță. Datorită necesarului de suprafață pentru tehnologie și a sarcinii dinamice semnificative a grupului de turbine, adâncimea estimată a fundației este în jur de ~14-20 m. În aceste locuri se realizează o fundație tip placă susținută de piloni din beton armat.
- ❖ Alte clădiri care nu fac parte din sistemul de siguranță. În cazul altor clădiri separate care nu au echipamente tehnologice care să genereze o sarcină dinamică semnificativă, se realizează o placă monolitică adâncită sau o fundație tip placă după schimbarea parțială a solului. Adâncimea estimată a fundației va fi de 2-6 m.

### 7.10.2 PLANUL DE ANSAMBLU AL CENTRALEI NUCLEARE PAKS II

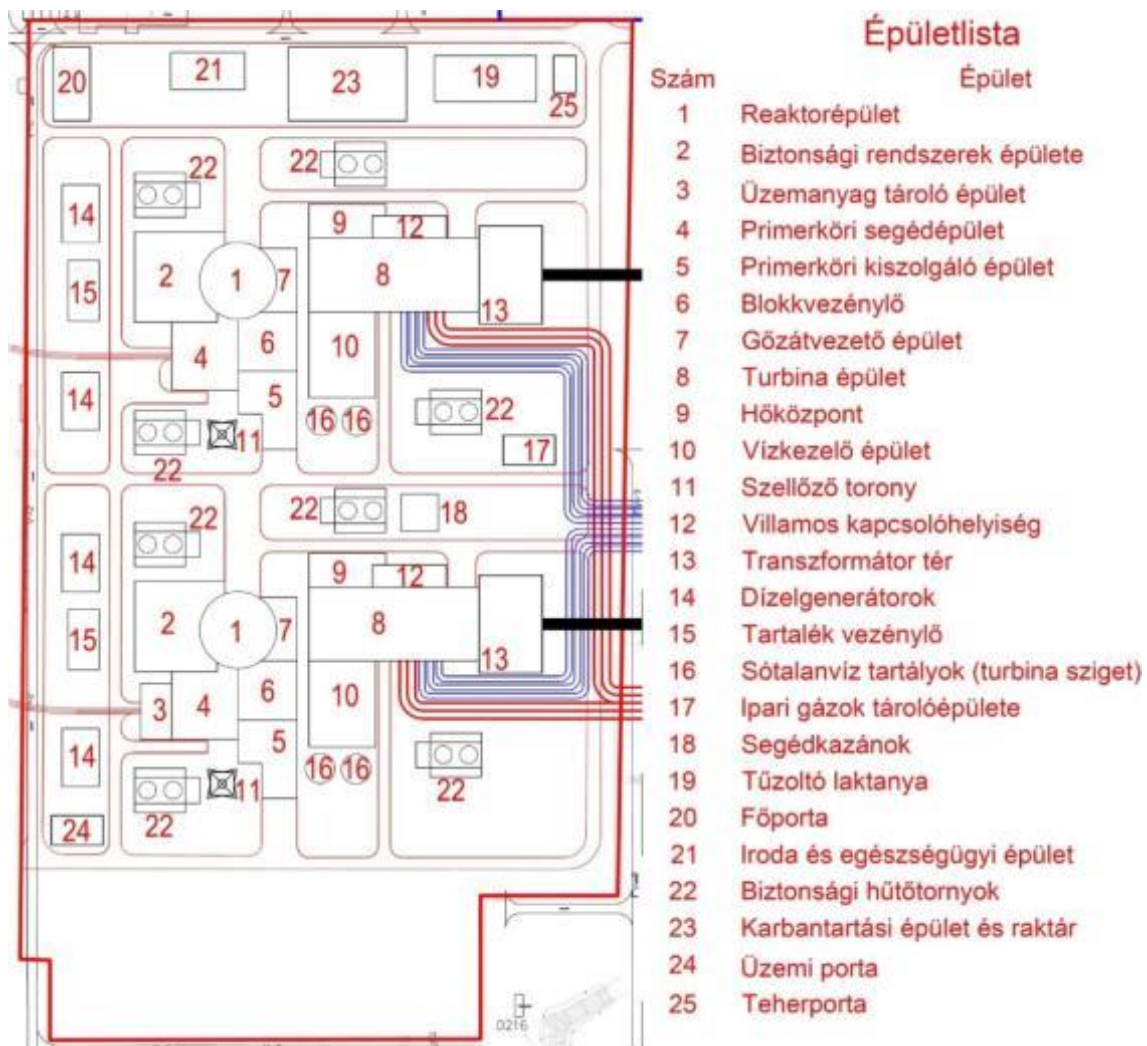
În planul de instalare elaborat pentru evaluarea impactului asupra mediului, amplasarea clădirilor și structurilor a fost realizată luând în considerare unitățile tehnologice care ocupă cea mai mare suprafață. În baza considerentelor funcționale, de fizică a construcțiilor, de structura clădirilor, de rezistență la cutremure și de protecția împotriva incendiilor, poziționarea și dimensiunea structurilor poate fi modificată.



Budapest felé	Spre Budapesta
Vasút	Cale ferată
Felvonulási terület	Organizare de șantier
Paks II áll. felé	Spre stația Paks II
6-os út	Drumul 6
A1 környezeti távmérő állomás	Stație de telemetrie A1
Csónakház	Debarcader
6. blokk – Paks II aláll.	Unitate 6 – Substația Paks II
Paks II aláll. – blokk	Substația Paks II – unitate
G1 környezeti távmérő állomás	Stație de telemetrie G1
A7 környezeti távmérő állomás	Stație de telemetrie A7
Északi bekötő út	Drumul de legătură din nord
Hidegvíz csatorna	Canal de apă rece
Létesítési terület	Zonă de construire
Hajókiható	Port
Melegvíz csatorna	Canal de apă caldă
Vízkivételi mű	Instalație de extragere a apei
A2 környezeti távmérő állomás	Stație de telemetrie A2
Új energiatörő műtárgy rekuperációs vízerőművei	Hidrocentralele de recuperare ale noii instalații de disipare a energiei
Energiatörő műtárgy	Instalație de disipare a energiei
Melegvíz csatorna bővítés	Extindere canal de apă caldă
Új nadrágidom	Instalație Y nouă

Figura 34: Planul de instalare a Centralei Nucleare Paks II – Hartă de ansamblu

### 7.10.3 CARACTERISTICILE CLĂDIRILOR ȘI CONSTRUCȚIILOR CENTRALEI NUCLEARE PAKS II



Épületlista	Lista clădirilor
Szám	Număr
Épület	Clădire
1 Reaktorépület	Clădirea reactorului
2 Biztonsági rendszerek épülete	Clădirea pentru sistemele de siguranță
3 Üzemanyag tároló épület	Clădirea pentru depozitarea combustibilului
4 Primerkör segédépület	Clădirea auxiliară a circuitului primar
5 Primerköri kiszolgáló épület	Clădirea de deservire a circuitului primar
6 Blokkvezénylő	Centru de comandă al unității
7 Gőzátvezető épület	Clădirea pentru trecerea aburilor
8 Turbina épület	Clădirea turbinelor
9 Hőközpont	Centrală termică
10 Vízezelő épület	Clădirea pentru tratarea apei
11 Szellőző torony	Tur de ventilare
12 Villamos kapcsolóhelyiség	Încăpere pentru tabloul de distribuție
13 Transzformátor tér	Spațiu transformatoare
14 Dízelgenerátorok	Generatoare diesel
15 Tartalék vezénylő	Centru de comandă de rezervă
16 Sótalanvíz tartályok (turbina sziget)	Rezervoare cu apă nesărată (insulă turbine)
17 Ipari gázok tárolóépülete	Clădirea pentru depozitarea gazelor industriale
18 Segédkazánok	Cazane auxiliare
19 Tűzoltó laktanya	Stația de pompieri
20 Főporta	Poarta principală
21 Iroda és egészségügyi épület	Clădire de birouri și unități sanitare
22 Biztonsági hűtőtornyok	Tururi de răcire de siguranță
23 Karbantartási épület és raktár	Clădire pentru întreținere și depozit
24 Üzemi porta	Poarta centralei
25 Teherporta	Poartă pentru transportul de mărfuri

Figura 35: Poziția clădirilor și construcțiilor Centralei Nucleare Paks II pe planul de construcție



Gradul de detaliere a caracteristicilor clădirilor și construcțiilor Centralei Nucleare Paks II permite determinarea datelor de bază pentru evaluarea impactului asupra mediului care se bazează, cu preponderență, pe datele incluse în informațiile furnizate de furnizori. Acolo unde nu am găsit date, am pornit de la structurile existente ale centralei nucleare. Toate clădirile și construcțiile din zona de construire trebuie să *corespundă cerințelor privind protecția împotriva incendiilor și rezistența la cutremure.*

#### 7.10.4 PERSPECTIVELE CENTRALEI NUCLEARE PAKS II

Blocurile de clădire ale Centralei Nucleare Paks II și liniile de ieșire de 400 kV sunt prezentate în vedere panoramică și de la nivelul ochiului, din următoarele unghiuri:

- Primul punct de vedere: Din direcția sud-vest față de amplasament, aproximativ între Centrala Nucleară de la Paks și Centrala Nucleară Paks II
- Al doilea punct de vedere: Din direcția nord-vest față de amplasament, văzut din colțul zonei destinate organizării de șantier

##### **PRIMUL PUNCT DE VEDERE**



Figura 36: Vedere panoramică a unităților proiectate și a liniilor de 400 kV – din direcția sudvest



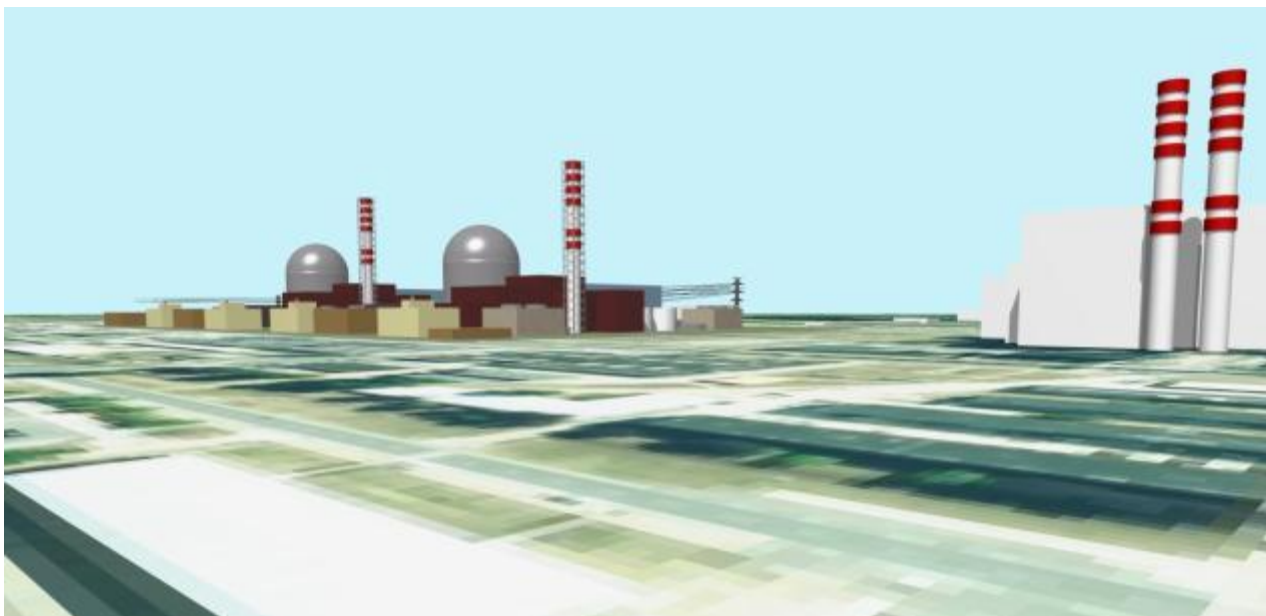


Figura 37: Vedere la nivelul ochilor a unităților proiectate și a liniilor de 400 kV – din direcția sudvest

#### AL DOILEA PUNCT DE VEDERE

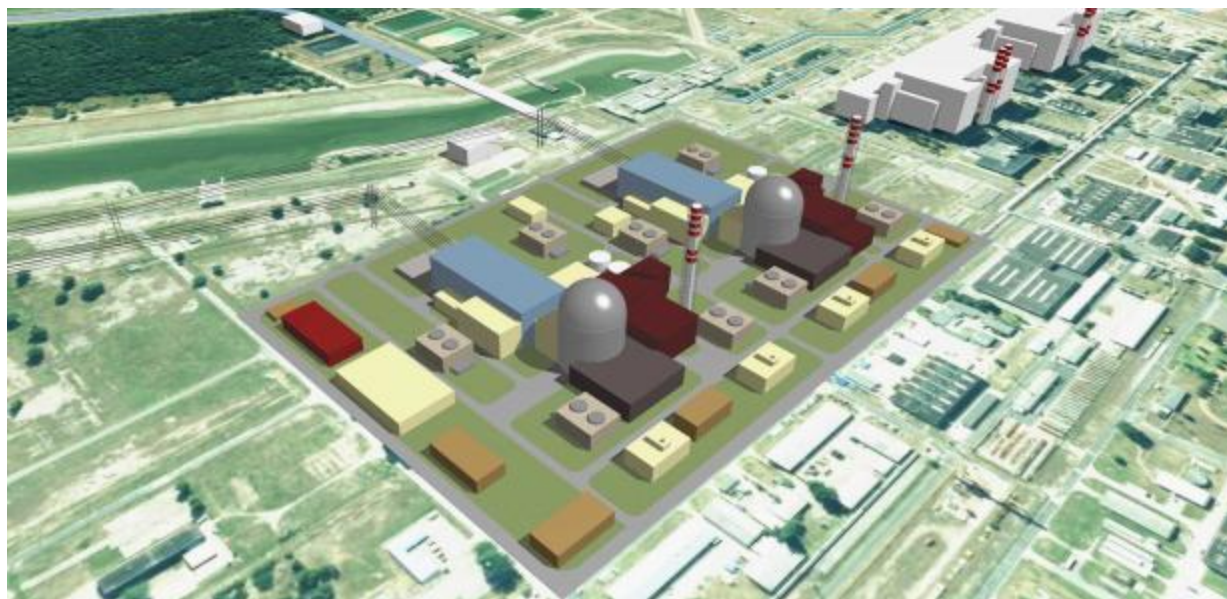


Figura 38: Vedere panoramică a unităților proiectate și a liniilor de 400 kV – din direcția nord-vest

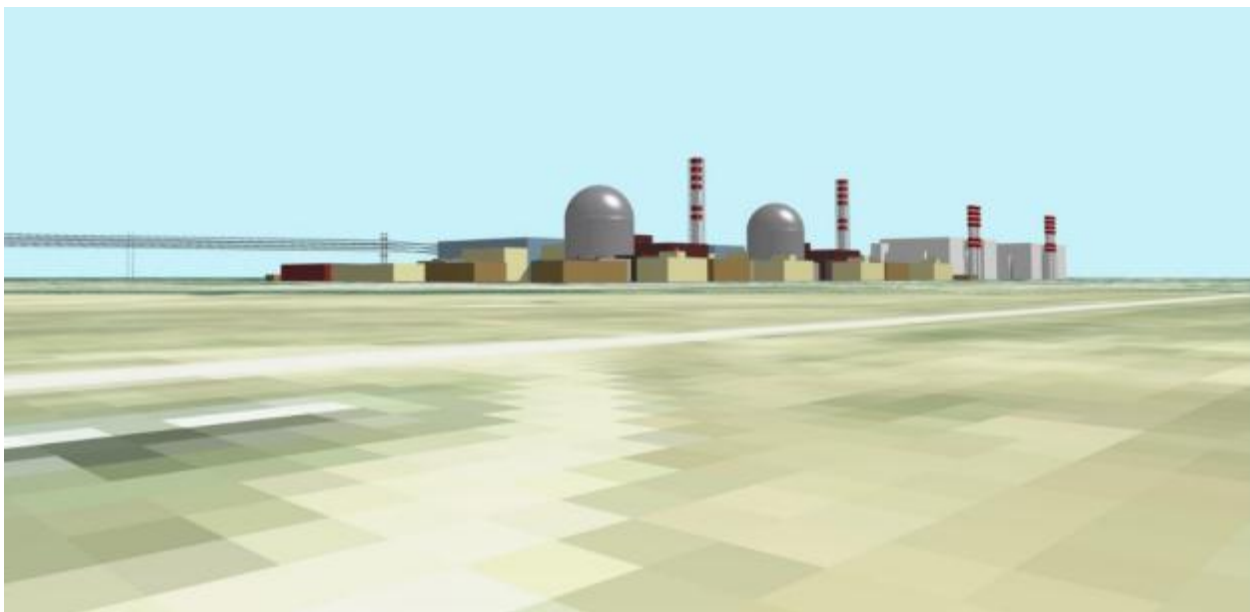


Figura 39: Vedere la nivelul ochilor a unităților proiectate și a liniilor de 400 kV – din direcția nord-vest

## 7.11 CRITERIILE DE ACCEPTARE AFERENTE DIFERITELOR CONDIȚII DE FUNCȚIONARE

### 7.11.1 FUNCȚIONARE NORMALĂ

Condiții de funcționare	Denumire	Frecvență f [1/an]	Expunerea în exces a populației	
			Criteriu	Prognoză pentru VVER-1200
BP1	Funcționare normală	1	20 μSv/an	< 2 μSv/an

Tabelul 24: Criterii de acceptare – funcționare normală [30]

### 7.11.2 EVENIMENTE BAZĂ DE PROIECTARE

Condiții de funcționare	Denumire	Frecvență f [1/an]	Expunerea în exces a populației	
			Criteriu	Prognoză pentru VVER-1200
BP2	Evenimente anticipate	$f \geq 10^{-2}$	100 μSv/an	< 60 μSv/an*
BP3	<b>Incidente de proiectare cu frecvență redusă</b>	$10^{-2} > f \geq 10^{-4}$	1 mSv/eveniment	< 1 μSv/eveniment
BP4	<b>Incidente de proiectare cu frecvență foarte redusă</b>	$10^{-4} > f \geq 10^{-6}$	5 mSv/eveniment	< 3,4 mSv/eveniment

Conform RSN doza de radiație la care populația este expusă nu poate depăși limita referitoare la doza de radiații (90 μSv) care este mai mică decât criteriul prezentat în tabel (100 μSv), dar este mai mare decât valoarea prognostizată (60 μSv).

Tabelul 25: Criterii de acceptare – Evenimente baza de proiectare [30]

### 7.11.3 PREVEDERI NAȚIONALE ȘI INTERNAȚIONALE APLICABILE PENTRU EVENIMENTE CARE DEPĂȘESC BAZA DE PROIECTARE

Prevederi naționale și internaționale aplicabile (CONFORM TEXTULUI RSN ÎN VIGOARE ÎN DATA DE 20 OCTOMBRIE 2014)		
<p><b>Volume 2 - GENERIC NUCLEAR ISLAND REQUIREMENTS</b></p> <p><b>Chapter 1 - SAFETY REQUIREMENTS</b></p>	<p><u><b>Anexa nr 3 a Ordonanței Guvernamentale 118/2011 (VII. 11.)</b></u></p> <p><b>Regulamente de Securitate Nucleară</b></p> <p><b>Volumul 3: Cerințe de proiectare pentru centrale nucleare</b></p>	<p><b>Ordinul 16/2000 (VI. 8.) al Ministerului Sănătății cu privire la implementarea anumitor prevederi ale Legii CXVI din 1996 privind energia nucleară</b></p>
<p>2.5.1 Off-site release Targets for Severe Accidents</p> <p>2.5.2 Off-site release Targets for Complex Sequences</p> <p><b>Appendix B 1. Criteria for Limited Impact for DEC</b></p>	<p><b>3.2.4.0700</b> În cazul unităților, pentru a îndeplini criteriul privind impactul limitat asupra mediului, pentru evenimente care duc la BPE1, respectiv în cazul unităților noi ale centralelor nucleare, luând în considerare cerințele punctului 3.2.2.4100, pentru evenimente care duc la BPE2, trebuie demonstrate următoarele:</p>	<p><b>Nivele de intervenție referitoare la expunerea la radiații în situații de urgență</b></p> <p><i>Nivel de intervenție:</i> Valoarea dozei echivalente evitabile sau a dozei efective, la atingerea căreia trebuie luate în considerare măsurile de intervenție. Doza evitabilă sau valoarea rezultată se referă exclusiv la ruta/rutele de iradiere care fac/e obiectul măsurii de intervenție.</p>
<p><b>no Emergency Protection Action beyond 800 m from the reactor during releases from the containment</b></p> <p><i>Emergency Protection Action:</i> Actions involving public evacuation, based on projected doses up to 7 days, which may be implemented during the emergency phase of an accident, e. g. during the period in which significant releases may occur. This period is generally shorter than 7 days.</p>	<p>a) la o distanță de peste 800 m de la reactorul nuclear nu este nevoie de măsuri timpurii în cazuri de urgență, adică nu se prevede evacuarea rapidă a populației;</p>	<p><b>Izolare:</b> o doză efectivă de 10 mSv în cursul unei perioade care nu depășește 2 zile</p> <p><b>Evacuare:</b> o doză efectivă de 50 mSv într-o perioadă care nu depășește 1 săptămână</p> <p><b>Tratament profilactic cu iod:</b> o doză absorbită în tiroidă de 100 mGy</p>
<p><b>no Delayed Action at any time beyond about 3 km from the reactor</b></p> <p><i>Delayed Action:</i> Actions involving public temporary relocation, based on projected doses up to 30 days caused by ground shine and aerosol resuspension, which may be implemented after the practical end of the releases phase of an accident.</p>	<p>b) la o distanță de peste 3 km de la reactorul nuclear nu este nevoie de măsuri temporare, adică nu este nevoie de relocarea temporară a populației;</p>	<p><b>Relocare temporară:</b> o doză efectivă de 30 mSv/lună (suspendată la o doză efectivă de 10 mSv/lună)</p>
<p><b>no Long Term Action at any distance beyond 800 m from the reactor</b></p> <p><i>Long Term Action:</i> Actions involving public permanent resettlement, based on projected doses up to 50 years caused by ground shine and aerosol resuspension. Doses due to ingestion are not considered in this definition.</p>	<p>c) la o distanță de peste 800 m de la reactorul nuclear nu este nevoie de măsuri de protecție târzie, adică nu este nevoie de relocarea definitivă a populației;</p>	<p><b>Relocare permanentă:</b> o doză efectivă de &gt;1 Sv/durata vieții</p>
<p><b>limited economic impact:</b> restrictions on the consumption of foodstuff and crops shall be limited in terms of timescale and ground area</p>	<p>d) în afara perimetrului centralei nucleare pot exista doar efecte economice limitate.</p>	
<p><b>Appendix B 2. Release Targets for Design Basis Category 3 and 4 Conditions</b></p> <p>(1) no action beyond 800 m</p> <p>(2) limited economic impact</p>	<p><b>3.2.4.0100.</b> În cazul proceselor care rezultă dintr-un eveniment inițial care duce la BP2-4, trebuie demonstrat că doza la care este expus grupul de referință din populație nu depășește:</p> <p>a) În cazul unor unități noi:</p> <p>aa) valoarea limită a dozei (90μSv/an) în cazul proceselor care rezultă dintr-un eveniment inițial care duce la BP2</p> <p>ab) valoarea de 1 mSv/eveniment în cazul proceselor care rezultă dintr-un eveniment inițial care duce la BP3, și</p>	<p><u><b>Anexa nr. 2 a Ordinului 16/2000 (VI. 8.) al Ministerului Sănătății</b></u></p> <p><b>I. Limite de doză, nivele de acțiune referitoare la concentrațiile de radon</b></p> <p>4.2. Totalul expunerilor populației externe și interne din surse artificiale (cu excepția expunerii care necesită intervenție diagnostică și terapeutică, asistență medicală neprofesională și participare voluntară la cercetare medicală) nu poate depăși limita anuală a dozei efective de <b>1 mSv</b>.</p>

	ac) valoarea de 5 mSv/eveniment în cazul proceselor care rezultă dintr-un eveniment inițial care duce la BP4.	<b>În condiții excepționale, referitor la un anumit an, Oficiul de Sănătate Publică poate aproba o limită a dozei efective mai mare</b> cu condiția ca, începând cu anul specificat, în următorii 5 ani consecutivi expunerea individuală medie să nu depășească valoarea anuală a dozei efective de 1 mSv.  Indiferent de limita stabilită pentru doza efectivă, limita anuală a dozei echivalente pentru cristalin este de 15 mSv. Limita anuală a dozei echivalente pentru piele (media pentru orice suprafață de 1 cm <sup>2</sup> ) și pentru membre este de 50 mSv.
--	---	---

Tabelul 26: Prevederi naționale și internaționale aplicabile pentru evenimente care depășesc baza de proiectare

#### 7.11.4 EVENIMENTE SEMNIFICATIVE

Pentru toate condițiile de funcționare ale unităților VVER-1200 proiectate pot fi definite acele evenimente care generează cele mai mari emisii în mediu în anumite condiții. Conform datelor preliminare, cazurile de izolare pot fi revizuite pe baza planului tehnic detaliat.

### 7.12 CARACTERISTICILE CONSTRUIRII CENTRALEI NUCLEARE PAKS II

#### 7.12.1 ZONELE DE CONSTRUIRE DESTINATE CENTRALEI NUCLEARE PAKS II ȘI INSTALAȚIILOR AFERENTE

În cursul realizării noilor unități, construirea părții tehnologice a centralei și a instalațiilor necesare funcționării va afecta următoarele zone:

##### Centrala Nucleară Paks II

- Zona de deservire pentru construirea Centralei Nucleare: *Organizare de șantier*
- Zona de construire a noilor unități: *Zona de funcționare*

##### Instalații aferente

Extragerea apei proaspete din Dunăre: *canalul de apă rece, zona instalației de extragere a apei*

Evacuarea apei de răcire încălzite: *canalul de apă caldă, „insula” între canalul de apă rece și canalul de apă caldă, zona centralei de recuperare*

##### Liniile unităților și alte linii

*Ruta liniilor de 400 kV până la noile substații și cea a liniilor electrice de 120 kV*

#### 7.12.2 ETAPELE CONSTRUIRII CENTRALEI NUCLEARE PAKS II

Procesul construirii noilor unități constă din următoarele etape principale care pot fi începute după obținerea autorizațiilor de instalare și de construire necesare și valide:

- ❖ Activități premergătoare construcției
  - Pregătirea organizării șantierului și amenajarea teritoriului
  - Demolarea clădirilor, construcțiilor și pavajelor din zona de instalare
  - Înlocuirea/demolarea construcțiilor fixe din zona de instalare
  - Îndepărtarea / relocarea vegetației din zona de instalare
  - Îndepărtarea / depunerea separată a stratului superior al solului

- Construirea infrastructurii
- Construirea de birouri și unități sanitare pentru lucrătorii constructori
- ❖ **Lucrări de construcție și montare**
  - Realizarea zonei de excavații
  - Instalarea pereților mulați și/sau palplanșelor
  - Fundații
  - Eliminarea apei din zona de excavații până când pilonii / fundațiile se ridică deasupra nivelului pânzei freatice și până la efectuarea altor lucrări de montare în mediu uscat
  - Construirea ansamblului de clădire al reactorului (insulă nucleară) și a clădirii turbinelor aferente
  - Construirea clădirilor separate care nu conțin echipamente tehnologice
  - Construirea instalației de extragere a apei
  - Construirea instalațiilor aferente
  - Extinderea canalului de apă rece și a celui de apă caldă
  - Construirea ramificației noului canal de apă caldă
  - Construirea hidrocentralei de recuperare
  - Construirea celulelor de răcire
  - Instalarea cablurilor și liniilor unităților
  - Lucrări de montaj tehnologic
  - Amenajarea zonei centralei
- ❖ **Procese premergătoare funcționării**
  - Puneri în exploatare
  - Încercări
  - Încercarea individuală a echipamentelor (de siguranță, în afara domeniului securității)
  - Testarea (complexă a) sistemelor tehnologice (de siguranță, în afara domeniului securității)
  - Introducerea primei încărcături / teste
  - Testarea unităților
  - Conectare paralelă
  - Test de funcționare
  - Măsurători de garanție

Construcțiile care fac obiectul unei proceduri separate de autorizare (noi substații electrice, depozitul temporar al combustibilului uzat) vor fi realizate în funcție de calendarul realizării unităților.

### 7.12.3 CALENDARUL REALIZĂRII CENTRALEI NUCLEARE PAKS II

Termenele pentru diferitele etape ale realizării sunt prezentate în următorul tabel, presupunând că procedura de autorizare decurge fără probleme și că între construirea celor două unități trec 5 ani:

Lucrări	Paks II	
	Unitatea 1	Unitatea 2
Începerea procedurii pentru obținerea unei autorizații de mediu	2014	
Lucrări de demontare în zona de instalare	2017-2022	
Elaborarea proiectelor pentru autorizații și execuție	2018-2019	
Lucrări de amenajare	2018-2019	
Obținerea autorizațiilor necesare începerii lucrărilor de construire	2018-2020	
Începerea lucrărilor de construire	2020	2025
Fundații	2020-2021	2025-2026
Construirea și montarea structurilor	2022-2023	2027-2028
Testări, punere în exploatare	2024	2029
Introducerea primei încărcături	2024	2029
Prima conectare în paralel	2024	2029
Începerea testului de funcționare	2025	2030
Începerea exploatării comerciale	2025	2030

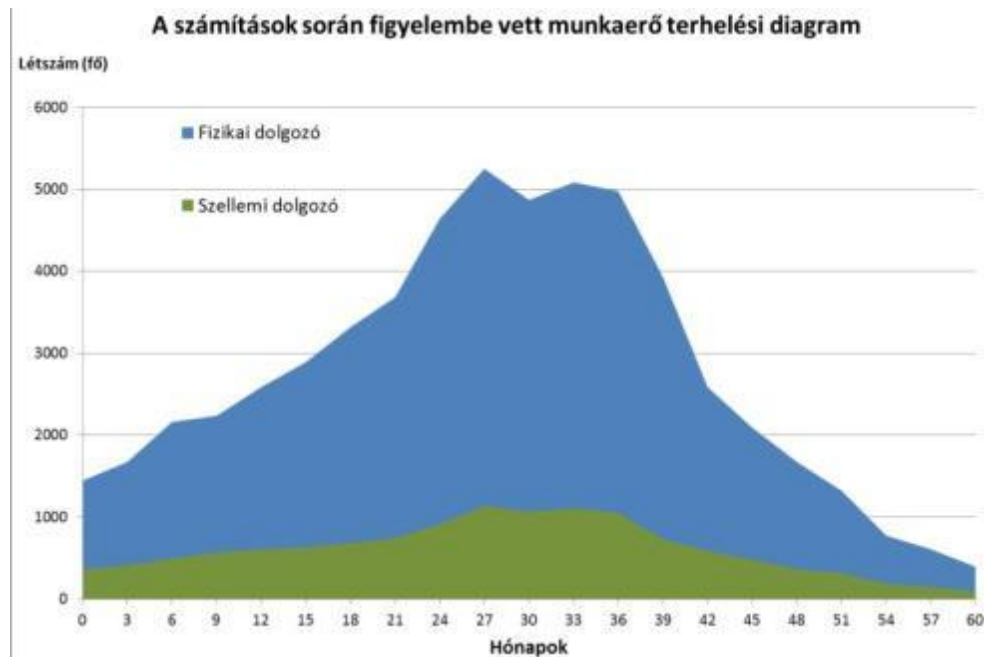
Tablul 27: Calendarul realizării Centralei Nucleare Paks II



## 7.12.4 NECESARUL DE RESURSE UMANE ÎN PERIOADA DE REALIZARE

Construirea unei unități necesită 5 ani. Lucrările la a doua unitate vor începe cu o diferență de 5 ani. În perioada construcțiilor am calculat cu un efectiv de maxim 5250 de oameni pentru o singură unitate (pe baza referatelor întocmite de furnizorul tehnologic).

În ceea ce privește distribuția în timp a forței de muncă, am luat în considerare distribuția specificată în planul elaborat de PÖYRY ERŐTERV.



A számítások során figyelembe vett telephelyi munkaerő terhelési diagram	Graficul solicitării forței de muncă luată în considerare în calcule
Hónapok	Numărul de luni
Fizikai dolgozó	Lucrător manual
Szellemi dolgozó	Lucrător intelectual
Létszám (fő)	Efectiv (nr. persoane)

Figura 40: Graficul solicitării forței de muncă luată în considerare în calcule [33], [37], [38]

## 7.13 CARACTERISTICILE FUNCȚIONĂRII CENTRALEI NUCLEARE PAKS II

### 7.13.1 CALENDARUL EXPLOATĂRII CENTRALEI NUCLEARE PAKS II

Exploatarea comercială a Unității 1 a Centralei Nucleare Paks II va începe în 2025, în timp ce exploatarea Unității 2 în 2030.

Durata proiectată de funcționare a unităților este de 60 ani.

Se presupune că durata de funcționare a unităților 1 și 2 ale Centralei Nucleare Paks II va face obiectul unei proceduri de prelungire, respectiv al unui proces de prelungire, dar efectele acestuia nu vor fi luate în considerare în prezentul studiu.

### 7.13.2 NECESARUL DE FORȚĂ DE MUNCĂ PENTRU EXPLOATAREA NOILOR UNITĂȚI

Pe baza analizei efectuate de Societatea ERBE, în cazul funcționării unei singure unități se poate lua în considerare un număr de 600 de angajați, dintre care 400 de angajați în schimburi prelungite și 200 de angajați în schimburi normale. Dintre cei 200 de angajați care lucrează în schimburi normale, cu 5 schimburi, în regim de 3 schimburi zilnic, ajungem la 120 angajați/zi peste angajații în schimburilor prelungite și, prin urmare, putem calcula cu prezența zilnică a 520 de angajați.

După darea în exploatare a Unității 2, operarea celor două unități va necesita 800 de angajați, dintre care 300 de angajați în schimburi normale, iar 500 de angajați în regim de schimburi prelungite de zi. Dintre cei 300 de angajați în schimburi normale, cu 5 schimburi, în regim de 3 schimburi zilnic, ajungem la 180 angajați/zi peste angajații în schimburi prelungite și, prin urmare, putem calcula cu prezența zilnică a 680 de angajați.

Personalul operator nu include angajații care efectuează lucrări de întreținere, având în vedere practica actuală conform căreia majoritatea sarcinilor sunt externalizate.

Pe baza datelor puse la dispoziție de furnizor, efectivul suplimentar necesar pentru reparațiile capitale anticipate la fiecare 10 ani pentru fiecare unitate este de cca. 1000 de angajați, dintre care 200 de angajați în schimburi prelungite de zi și 800 de angajați în schimburi normale. Luând în considerare 5 schimburi, în regim de 3 schimburi zilnic, ajungem la 480 angajați/zi peste angajații în schimburi prelungite și, prin urmare, pe lângă personalul operator putem calcula cu prezența zilnică a 680 de angajați. [37], [38]

### 7.13.3 CARACTERISTICILE OPERAȚIONALE ALE NOILOR UNITĂȚI

#### 7.13.3.1 Reglabilitate, disponibilitate și întreținere

Puterea electrică a noilor unități poate fi reglată între 50-100 %, iar unitățile vor putea funcționa atât cu monitorizarea sarcinii, cât și în mod izolat. Rata de schimbare a sarcinii unităților este de 5%/minut (60 MW/minut) în sens pozitiv și negativ. Disponibilitatea anuală estimată a noilor unități va fi de >90%, incluzând și lucrările anuale de întreținere minore și durata relocării combustibilului uzat. Lucrări majore de întreținere se vor efectua la fiecare 10 ani, acestea ținând cca. 1 lună. Durata necesară estimată a lucrărilor anuale de întreținere este de 20 de zile calendaristice (relocarea combustibilului și lucrări de întreținere minore), în timp ce durata estimată a opririlor mai lungi este de 30 de zile calendaristice (lucrări de întreținere majore ale circuitului secundar și primar).

#### 7.13.3.2 Datele energetice anuale ale noilor unități

Denumire	Unitate de măsură	Valoare/unitate
Număr de ore în caz de utilizare maximă	h/an	8 147
Putere electrică incorporată (brută)	MW	1 200
Consum propriu	MW	87
Energia electrică produsă în fiecare unitate	GWh/an	9 776
Energia electrică emisă în fiecare unitate	GWh/an	9 068

Tabelul 28: Date energetice anuale

### 7.13.4 BILANȚUL ANUAL MATERIAL ȘI ENERGETIC AL UNITĂȚILOR NOI

Bilanțul anual material și energetic a fost elaborat pentru 2 unități 1200 MW<sub>e</sub> ținând cont de o durată anuală de funcționare corespunzătoare disponibilității tehnice (8147 de ore) și de sarcina totală. Valorile incluse în tabel pot fi modificate în funcție de echipamentele principale selectate.



Denumire	Unitatea de măsură	Valoare
Producția anuală brută de energie electrică	GWh/an	19 552
Consum propriu de energie electrică	GWh/an	1 418
Producția anuală netă de energie electrică	GWh/an	18 136
Necesarul de combustibil	t/18 luni	64,6
Necesarul de elemente de combustibil (combustibil + cartuș)	t/18 uni	96
Încărcare strategică de combustibil	t	225,6
<i>Utilizări de ulei</i>		
Uleiul pentru turbinele de abur	m <sup>3</sup>	~240
Uleiul pentru transformatoare	t	~804
Cantitatea de ulei pentru transformatoarele principale	t	~540
Cantitatea de ulei pentru transformatoarele în regim redus	t	~132
Cantitatea de ulei pentru transformatoarele de rezervă	t	~66
Uleiuri de lubrefiere și hidraulice	t/an	20
Generatoare diesel	m <sup>3</sup> /168 ore	2600
Sistemul de răcire cu hidrogen al generatorului		8 m <sup>3</sup>
Unsoare lubrifiantă	kg/an	~280
<i>Necesar de apă</i>		
<i>Necesar de apă tehnologică</i>		
Apa de răcire a condensatorului (inclusiv apa de răcire tehnologică)	milioane de m <sup>3</sup> /an	≈3 900
Apă nesărată	mii de m <sup>3</sup>	640
<i>Necesar de apă pentru scopuri comunale</i>	m <sup>3</sup> /an	25 276
În timpul solicitărilor maxime (prima unitate funcționează, iar a doua unitate este în curs de construire)	m <sup>3</sup> /an	235 790
<i>Utilizarea de substanțe chimice</i>		
Acid clorhidric (33 % HCl)	m <sup>3</sup> /an	640
Hidroxid de sodiu (100 % NaOH)	m <sup>3</sup> /an	480
Hidroxid de amoniu	m <sup>3</sup>	15
Hidrazină	t	32
Acid azotic	m <sup>3</sup>	51
Acid sulfuric	m <sup>3</sup>	80
Bor	t	62
Alte substanțe chimice utilizate în pregătirea apei (substanțe folosite la îndepărtarea clorului, la împiedicarea depunerilor, la curățare)	t/an	25
<i>Ape reziduale tehnologice</i>		
Ape uzate produse în urma pregătirii apei	mii de m <sup>3</sup> /an	200
Ape uzate radioactive lichide din circuitul primar	mii de m <sup>3</sup> /an	88
Ape uzate radioactive lichide din camera turbinelor și instalațiile auxiliare	mii de m <sup>3</sup> /an	350
Ape reziduale comunale	m <sup>3</sup> /an	24 012
în perioada în care se produce cantitatea maximă (prima unitate funcționează, iar a doua unitate este în curs de construire)	m <sup>3</sup> /an	224 110
<i>Deșeuri</i>		
<i>Deșeuri radioactive</i>		
Deșeuri radioactive cu activitate redusă	m <sup>3</sup> /an	140
Deșeuri radioactive cu activitate medie	m <sup>3</sup> /an	22
Deșeuri radioactive cu activitate ridicată	m <sup>3</sup> /an	1,0
Deșeuri radioactive de dimensiuni mari care nu pot fi procesate (produse în cursul lucrărilor de întreținere/reparații)	m <sup>3</sup> /an	10
<i>Deșeuri tradiționale neradioactive</i>		
Deșeuri nepericuloase	t/an	800
Deșeuri periculoase	t/an	100

Tabelul 29: Bilanțul material și energetic aferent exploatarea Centralei Nucleare Paks II



## **7.14 ABANDONAREA NOILOR UNITĂȚI**

### **7.14.1 STRATEGIA DE DEZAFECTARE A NOILOR UNITĂȚI**

În prezentul Studiu de impact asupra mediului, în cazul Centralei Nucleare Paks II s-a ales opțiunea dezafectării imediate având în vedere tendințele internaționale și următoarele considerente:

- prin prevederile legale actuale se asigură costurile dezafectării disponibile la sfârșitul perioadei de funcționare,
- depozitarea finală a deșeurilor radioactive produse în cursul dezafectării se poate rezolva în timpul disponibil,
- cunoștințele necesare dezafectării nu se vor pierde.

Procedura de dezafectare a unei instalații nucleare (centrale nucleare) este una lungă și complexă. Sfera actuală a activităților efective de dezafectare, planificarea și elaborarea detaliată a acestora sunt specifice fiecărui amplasament și instalații, depinzând în mare măsură de strategia aleasă pentru dezafectarea centralei.

Determinarea strategiei de dezafectare care urmează să fie efectiv implementată după oprirea unităților va avea loc mai târziu, pe baza unor evaluări detaliate referitoare la un orizont mult mai larg. Optimizarea strategiei privind viitoarea oprire va fi efectuată în cadrul unui program național în conformitate cu Directiva 2011/70/Euratom a Consiliului.

Autorizarea abandonării și dezafectării, peste minim 60 de ani, cel mai târziu în jurul anului 2080 trebuie să fie obținută și pentru starea actuală, ținând cont de condițiile legale actuale. [39]

### **7.14.2 FINANȚAREA ȘI COSTURILE ACTIVITĂȚII DE DEZAFECTARE**

Conform paragrafului (1) al Articolului 62 din legea CXVI din 1996 privind energia nucleară (Legea energiei nucleare), costurile dezafectării instalațiilor nucleare sunt finanțate de Fondul Central de Finanțare pentru Instalații Nucleare (FFCIN) dintr-un fond de stat separat.

Autoritatea care gestionează Fondul Central de Finanțare pentru Instalații Nucleare este ministerul condus de ministrul desemnat pentru gestionare.

În cursul construirii noilor unități, transformarea Fondului trebuie pregătită în așa fel încât să permită, printre altele, finanțarea dezafectării noilor unități conform legii.

Costurile dezafectării pot fi doar estimate pe baza cunoștințelor actuale. Ținând cont de previziunile furnizorului, se consideră că dezafectarea noilor tipuri de reactoare va fi probabil mai simplă și va produce mai puține deșeuri decât cantitatea care se poate anticipa în cursul dezafectării reactoarelor energetice utilizate astăzi.

## **8 CONECTAREA LA REȚEAUA ELECTRICĂ A UNGARIEI**

În continuare vom prezenta unele activități din domeniul energetic și nevoile de dezvoltare a rețelei care, pe baza planurilor actuale de evaluare, sunt legate de construirea Centralei Nucleare Paks II și, prin urmare, sunt și necesare. Impactul cumulat al acestor activități asupra mediului este nesemnificativ față de impactul total al centralei viitoare asupra mediului. În funcție de evaluările și deciziile ulterioare, poziția și execuția stației, traseul liniilor și structura stâlpilor pentru linii pot fi modificate. [36]

### **8.1 COMPATIBILITATEA NOILOR UNITĂȚI CU REȚEAUA ELECTRICĂ A UNGARIEI**

Unitățile Centralei Nucleare care funcționează în prezent vor fi conectate la rețeaua electrică a Ungariei prin instalația de distribuție de 400 kV a substației de 400 / 120 kV, aflată în proprietatea Societății MAVIR ZRt care deține autorizația pentru rețeaua de transmisie.

Legat de pregătirile pentru construirea Centralei Nucleare Paks II, evaluarea preliminară a îmbunătățirilor necesare la rețeaua electrică a fost efectuată de Societatea PÖYRY ERÓTERV Zrt. în cadrul proiectului Lévai, într-un studiu de fezabilitate pentru pregătirea deciziilor, luând în considerare mai multe variante pentru stații și transformarea necesară a liniilor. Au fost efectuate calcule preliminare privind rețeaua, pentru a examina condițiile în care puterea electrică generată poate fi transportată pe rețea în regim normal de funcționare, respectiv în cazul unor avarii, luând în considerare unități cu o putere netă de 1200 MW.

Conform rezultatelor, integrarea noilor unități în rețeaua de energie electrică poate fi realizată doar prin crearea unor noi conexiuni la rețea.

- Pentru conectarea la rețeaua electrică a noilor unități este nevoie de o nouă substație de 400 / 120 kV (Substația Paks II).
- Ținând cont de rezultatele evaluărilor referitoare la stări de dublu deficit, precum și de alimentarea de rezervă a noii Centrale Nucleare, se justifică construirea în zonă a unui al treilea transformator de 400 / 120 kV
- Construirea unei linii de transport cu circuit dublu între Paks și Albertirsa este o condiție esențială a extinderii.

Asigurarea stabilității corespunzătoare a sistemului de energie electrică presupune ca, în cazul pierderii neintenționate a alimentării la capacitatea maximă integrată în sistem, necesarul de putere să poată fi acoperit în cel mai scurt timp posibil pentru rețea. În Ungaria, MAVIR Zrt este operator de rețea având această responsabilitate. Capacitatea noilor unități este, estimativ, de 1200 MW, care va fi cea mai mare valoare în întregul sistem de energie electrică din Ungaria. Până la punerea în exploatare a primei unități noi a Centralei Nucleare Paks II, trebuie asigurată o rezervă terțiară cu o capacitate corespunzătoare puterii noii unități. Acest necesar trebuie acoperit prin achiziționarea energiei electrice din import în temeiul unui acord internațional și/sau prin crearea capacității cu ajutorul unei centrale cu pornire rapidă, de construit în Ungaria, care să fie o rezervă terțiară nouă.

În urma evaluărilor s-a constatat că, datorită îmbunătățirilor și extinderilor descrise mai sus, capacitatea produsă de noile unități poate fi conectată și exploatată în rețeaua electrică din Ungaria în condiții sigure.

## **8.2 LOCUL DE INSTALARE AL NOII SUBSTAȚII PAKS II DE 400 / 120 kV**

Ținând cont de cerințele legate de instalarea stațiilor tip MAVIR, de obiectivele și cerințele speciale față de stațiile de transmisie MAVIR, precum și de criteriile privind conectarea Centralei Nucleare Paks II la rețea, au fost identificate mai multe locații posibile pentru noua Centrală. Din punctul de vedere al fezabilității și al alimentării cu energie electrică în condiții de siguranță, locul cel mai bun se află de-a lungul liniei electrice în direcția nord-vest, în zona dintre drumurile care leagă orașul Paks cu Nagydorog, respectiv cu Kölesd (la intersecția drumului către Kölesd și linia de 400 kV), care se găsește la aproximativ 6 km de la locul noilor unități, în apropierea segmentului 2 km a drumului 6233, pe partea nordică a drumului, în imediata vecinătate a coridorului existent pentru liniile electrice.

Pe baza datelor primite, această locație a fost considerată punctul de referință; trebuie, însă, să notăm că responsabilitatea pentru stabilirea locației finale a Substației Paks II îi revine Societății MAVIR Zrt, în calitatea sa de viitor proprietar al Substației Paks II. După câte știm, deocamdată nu s-a ajuns la o decizie finală.

În conformitate cu practicile din Ungaria, Substația Paks II va fi o stație tip MAVIR de 400 / 120 kV.

Substația Paks II și liniile electrice care sunt conectate la rețeaua electrică a Ungariei (cu excepția liniilor unităților) vor fi proprietatea Societății MAVIR Zrt și vor face parte din rețeaua publică de electricitate.

## **8.3 LINIILE UNITĂȚILOR DE 400 kV ȘI LINIILE ELECTRICE DE 120 kV**

În Ungaria, liniile electrice ale rețelei de transmisie cu o tensiune de 400 kV sunt linii electrice aeriene.

Zona de construire, respectiv condițiile tehnice, economice și de protecția mediului permit instalarea liniilor legate direct de centrală după cum urmează:

- liniile de 400 kV ale unităților vor fi linii electrice aeriene,
- segmentul liniei de 120 kV din perimetrul amplasamentului centralei, care asigură alimentarea de rezervă, va fi un cablu subteran, iar în afara amplasamentului va fi o linie electrică aeriană.

### 8.3.1 LINIILE DE 400 KV ALE UNITĂȚILOR

Energia electrică produsă în unitățile Centralei Nucleare Paks II va fi transportată la viitoarea Substație Paks II prin linii de 400 kV (liniile producătorului). Traseul liniilor electrice este ilustrat în Figura Figura 41, în timp ce legenda este prezentată în Figura Figura 42.



Figura 41: Traseul liniilor unităților între Centrala Nucleară Paks II și Substația Paks II (amplasamentul substației)

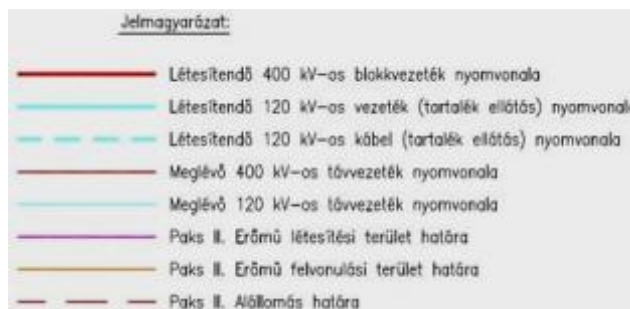


Figura 42: Legenda pentru planul liniilor unităților cu numărul V-01195 ERBE

Jelmagyarázat	Legendă
Létesítendő 400 kV-os blokkvezeték nyomvonala	Traseul liniei de 400 kV a unității care urmează să fie instalată
Létesítendő 120 kV-os vezeték (tartalék ellátás) nyomvonala	Traseul liniei de 120 kV a unității care urmează să fie instalată (alimentare de rezervă)
Létesítendő 120 kV-os kábel (tartalék ellátás) nyomvonala	Traseul cablului de 120 kV care urmează să fie instalat (alimentare de rezervă)
Meglévő 400 kV-os távvezeték nyomvonala	Traseul liniei existente de 400 kV a unității
Meglévő 120 kV-os távvezeték nyomvonala	Traseul liniei existente de 120 kV a unității
Paks II Erőmű létesítési terület határa	Limitele zonei de construire a Centralei Paks II
Paks II Erőmű felvonulási terület határa	Limitele zonei destinate organizării de șantier a Centralei Paks II
Paks II Alállomás határa	Limitele Substației Paks II

Energia electrică produsă în cele două unități noi este transportată la Substația Paks II prin linia electrică aeriană instalată pe câte un șir separat de stâlpi pentru fiecare unitate. Utilizarea unor șiruri de stâlpi separate crește securitatea operațională, instalarea lor este justificată și de lungimea relativ redusă în comparație cu alte linii electrice aeriene.

Lungimea liniilor de 400 kV ale unităților instalate între Centrala Nucleară Paks II și Substația Paks II: ~6,4 km, respectiv ~6,2 km. Stâlpii sunt de tip brad, numărul lor total fiind de 40. Lățimea zonei de siguranță este de 34,4-34,4 m în ambele direcții de la axa traseului liniilor, în total 68,8 m, pentru fiecare linie; în cazul a două linii instalate în paralel, lățimea totală a zonei de securitate este de 128,8 m.

În funcție de evaluările și deciziile ulterioare, execuția tehnică a liniilor unităților și tipul stâlpilor utilizați se poate modifica în vederea creșterii siguranței noilor unități.

## Peisajul

Liniile electrice aeriene vor fi instalate într-o zonă aproape plană. În afara perimetrului centralei, liniile trec, în principal, pe terenuri agricole și împădurite.

În Ungaria există deja rețele electrice construite cu stâlpi de tipul celor proiectați pentru liniile conectate la centrală, a căror stare după realizare este ilustrată în imaginile de mai jos:



Figura 43: Linia electrică aeriană de 400 kV între Martonvásár și Győr, cu stâlpi în formă de brad



Figura 44: Linia electrică aeriană de 400 kV între Pécs și graniță, cu stâlpi în formă de brad, cu coridor pentru linie

Pentru ca liniile electrice aeriene să fie în armonie cu mediul înconjurător și pentru a reduce impactul asupra mediului, la construirea liniilor aeriene și la liniile care urmează să fie instalate se vor utiliza metodele testate mai devreme în măsura necesităților și posibilităților (de ex.: linii paralele; vopsirea stâlpilor în verde; instalarea pe stâlpuri a unor locuri pentru cuiburi ; instalarea unor dispozitive pentru păsări pentru a creștere vizibilității liniilor ).

## Efectele funcționării liniilor electrice aeriene

### Intensitatea câmpurilor electrice și magnetice

În apropierea liniilor electrice de înaltă tensiune se creează un câmp electromagnetic. Limitele intensității câmpurilor electrice și inducția magnetică de care trebuie ținut cont în privința efectelor fiziologice au fost definite de Asociația **Internațională de Protecție împotriva Radiațiilor** (IRPA) din cadrul Organizației **Mondiale a Sănătății** (WHO) a ONU. Standardele din Ungaria (MSZ 151-1-2000/15.6.3.) sunt conforme cu recomandările acestei organizații internaționale acceptate peste tot în lume.

Temp de expunere sub liniile electrice aeriene	Intensitatea câmpului electric E (kV/m)	Inducție magnetică B (μT)
câteva ore zilnic	10	1000
țimp nelimitat de expunere	5	100

Tablul 30: Valorile admisibile pentru intensitatea câmpului electric și inducția magnetică

Valorile caracteristice pentru intensitatea câmpului electric și inducția magnetică în apropierea liniilor electrice de înaltă tensiune existente:

	Valori măsurate sub rețeaua de 120-750 kV din Ungaria, la o înălțime de 1,8 m	
	intensitatea câmpului electric [kV/m]	inducția magnetică [μT]
sub linia electrică aeriană	2-17*	10-37
la marginea zonei de securitate	0,2-1,1	1-9

\* Notă:

Valori de peste 10 kV/m pot apărea doar sub conducta liniei aeriene de 750 kV.

Tablul 31: Valori măsurate de intensitate a câmpului electric și de inducție magnetică

În cursul proiectării execuției liniilor aeriene, prin alegerea înălțimii liniilor deasupra solului se poate asigura ca valorile intensității câmpurilor electrice și magnetice măsurate în condițiile cele mai nefavorabile să rămână sub valorile specificate în recomandările WHO. Trebuie să subliniem din nou faptul că liniile electrice aeriene nu trec prin zone locuite.

Rezultatele cercetărilor de până acum arată că, în apropierea liniilor electrice aeriene, intensitatea câmpurilor electrice și magnetice nu are efecte dăunătoare asupra sănătății.

### Descărcarea coronă (efecte ionizante, efecte ale frecvențelor radio, pierderi de radiații)

Pentru mediul înconjurător, una dintre fenomenele cele mai vizibile asociate cu liniile electrice aeriene este descărcarea electrică de înaltă frecvență (descărcarea coronă). Acest fenomen poate fi observat mai ales în condiții meteo de umezeală, de ceață, dacă intensitatea câmpului electric format neuniform pe suprafața liniei conductoare depășește limita de 30 kV/cm. La această valoare aerul din jurul liniei electrice conductoare se ionizează și se produce o descărcare, apar radiații și pocnituri care sunt acompaniate de un fenomen luminos vizibil în întuneric.

Descărcarea coronă poate avea următoarele efecte directe asupra mediului:

- se aud pocnituri, sfârșituri datorită efectului ionizant al intensității locale înalte a câmpului,
- se produc unde electromagnetice de înaltă frecvență care, în apropierea liniilor, pot produce interferențe în recepția radio și TV,
- se produc pierderi pe linie în urma descărcărilor coronă.

### Efecte ionizante

În urma descărcărilor coronă pe liniile aeriene, mai ales la valori de peste 400 kV, se formează, în primul rând, ozon (O<sub>3</sub>) și oxizi de azot (NO<sub>x</sub>), substanțe al căror nivel rămâne sub limita măsurabilității și, prin urmare, este neglijabil în comparație cu orice altă sursă.



### 8.3.2 LINII AERIENE DE 120 kV

Funcția viitoare a liniei electrice aeriene de 120 kV este alimentarea energiei electrice de rezervă a Centralei Nucleare Paks II din viitoare Substație Paks II.

Linia electrică de 120 kV între Centrala Nucleară Paks II și Substația Paks II are un segment de linie aeriană de ~4,9 km, precum și segmente de cablu de ~1,4 km și de ~2,0 km. Stâlpii sunt de tipul „SZIGETVÁR”, în total 19 stâlpi. Lățimea zonei de siguranță este de 15,6-15,6 m pe ambele părți de la axa liniei, în total 31,2 m.

În funcție de evaluările și deciziile ulterioare, în vederea creșterii securității noilor unități, poate fi nevoie de instalarea liniilor de 120 kV, care să asigure alimentarea de rezervă pentru fiecare unitate, pe un șir separat de stâlpi. De asemenea, tipul și numărul stâlpilor liniei poate fi modificat.

### 8.3.3 ZONĂ COMUNĂ DE SIGURANȚĂ

În cazul în care cele două linii de 400 kV și linia electrică aeriană de 120 kV pentru alimentarea de rezervă sunt instalate în paralel, lățimea totală a zonei de siguranță este de 170 m.

### 8.3.4 INSTALAREA LINIILOR ELECTRICE

Principalele etape ale instalării liniilor electrice sunt următoarele:

- pregătirea lucrărilor, marcarea traseului liniilor
- fundații
- montarea stâlpilor și a lanțurilor de izolare
- instalarea stâlpilor
- fixarea și reglarea liniilor

În general, în cursul instalării liniilor electrice, pentru lucrările de instalare este nevoie de o fâșie de-a lungul liniilor, cu o lățime de cca. 3-5 m. În cazul terenurilor agricole unde au loc lucrările de execuție, se va elabora un aviz geologic pentru asigurarea lucrărilor de recultivare, pe baza căruia utilizarea temporară a terenurilor agricole în alte scopuri va fi autorizată de un Oficiu de Cadastru competent.

Mărimea părții supraterește depinde de tipul lor, dacă se instalează stâlpi de susținere sau de întindere. De asemenea, depinde și de secțiunea și numărul liniilor montate pe stâlpi.

La calcularea spațiului necesar construcției se vor lua în considerare și dimensiunile zonelor necesare montării și instalării stâlpilor la fața locului, care, în funcție de tipul stâlpilor și de locul instalării, sunt următoarele:

- pentru stâlpi de 400 kV: cca. 60x40 m
- pentru stâlpi de 120 kV: cca. 40x40 m

În cazul terenurilor agricole, aceste fâșii de pământ vor fi temporar scoase din categoria terenurilor cultivate.

Cele trei linii electrice (șiruri de stâlpi) conectate la Centrala Nucleară Paks II pot fi instalate concomitent sau în etape consecutive. În cazul construirii în etape, mai întâi se vor instala liniile de 400 kV și de 120 kV pentru Unitatea 1, după care se trece la instalarea liniei de 400 kV pentru Unitatea 2.

Necesarul de timp pentru lucrările de construcție:

- Amenajarea teritoriului, terasamente: 2 zile de lucru/km
- Fundații: 2 săptămâni/km
- Montarea și instalarea stâlpilor: 1 săptămână/km
- Montarea liniilor: 1-3 săptămâni/km

Aceste lucrări se desfășoară, parțial în paralel, de aceea durata estimată de execuție este de aproximativ 8-10 luni. În cazul construirii în etape, necesarul de timp poate fi semnificativ mai mare. În acest timp, mediul înconjurător nu este afectat concomitent pe întreaga lungime a liniilor. Echipamentele de lucru rămân în zona de lucru doar cât este strict

necesar, fiind transportate de la locul de instalare al unui stâlp la stâlpul următor de instalat. În cursul construirii, lucrările vor fi efectuate atât mecanic, cât și manual în funcție de tehnologiile de montare.

Următoarea imagine ilustrează montarea stâlpilor pentru linii electrice instalate mai devreme.



Figura 45: Linia electrică aeriană de 400 kV între Martonvásár și Győr, montarea stâlpilor

## 9 POTENȚIALII FACTORI DE IMPACT ȘI AFECTĂRILE POSIBILE

### 9.1 POTENȚIALII FACTORI DE IMPACT

În procesul de creare a condițiilor pentru producerea energiei și pentru funcționarea centralei, la elaborarea studiului de impact asupra mediului, primul pas va fi definirea factorilor de impact din parametri tehnologici detaliați mai sus. La unitățile centralei nucleare proiectate factorii de impact au fost examinați în 3 grupuri tematice principale, privind: gradul de afectare a teritoriului, ordinea cronologică și factorii specifici de impact.

La construirea și exploatarea noilor unități vor fi afectate următoarele **zone**:

#### Centrala Nucleară Paks II

- Zona de funcționare a noilor unități
- Zona de organizare a șantierului

#### Instalațiile conexe Centralei Nucleare Paks II

- Canalul de apă rece
- Canalul de apă caldă
- Zonele „insulei” format de canalul de apă rece și cel de apă caldă
- Zona hidrocentralei de recuperare

#### Liniile electrice ale unităților și liniile electrice aeriene

- Liniile electrice de 400 kV până la substația nouă și liniile de 120 kV

#### Rute de transport

- Rute implicate în transportul spre-, și dinspre centrală

Factorii de impact legați de noile unități și instalațiile conexe pe zonele care vor fi utilizate sunt analizați în **ordine cronologică** (construire/montare, exploatare, abandonare) :

**Construire / montare:** După activitățile de pregătire premergătoare construcției, durata efectivă a lucrărilor de construcție este de aproximativ 5 ani, ceea ce în cazul celor două unități înseamnă 2 cicluri consecutive, adică în total 10 ani.

**Exploatare:** Durata de funcționare a unităților este de 60 de ani; această durată poate fi împărțită în mai multe faze luând în considerare etapele lucrărilor de construcție și prelungirea duratei de funcționare a celor 4 unități funcționale existente:

Exploatarea concomitentă a unităților 1-4 ale Centralei Nucleare de la Paks și a unității 1 a Centralei Nucleare Paks II între 2025-2030

Exploatarea concomitentă a unităților 1-4 ale Centralei Nucleare de la Paks și a unităților 1-2 ale Centralei Nucleare Paks II între 2030-2032

După oprirea unităților 1-4 ale Centralei Nucleare de la Paks, exploatarea concomitentă a unităților 1-2 ale Centralei Nucleare Paks II care funcționează în mod autonom între 2037-2085

După sfârșitul duratei de funcționare și oprirea unității 1 a Centralei Nucleare Paks II, exploatarea în mod autonom a unității 2 a Centralei Nucleare Paks II între 2085-2090

Sfârșitul duratei de funcționare a unității 2 a Centralei Nucleare Paks II: 2090

**Abandonare:** La sfârșitul duratei de funcționare, se va opri mai întâi unitatea 1 a Centralei Nucleare Paks II, apoi unitatea 2 (conform punctului 31 a Anexei 1 din Ordonanța Guvernamentală 314/2005, această activitate în sine, trebuie să facă obiectul studiului de impact asupra mediului)

Aceste faze sunt examinate grupat în funcție de grupurile celor mai reprezentativi **factori de impact**. Având în vedere natura instalației, dintre factorii de impact, emisiile și deșeurile au fost clasificate în 2 grupe: neradioactive (tradiționale) și radioactive.

- ❖ **utilizarea elementelor din mediu**
- ❖ **emisiile de poluanți**
  - *emisii tradiționale, neradioactive*
  - *emisii radioactive*
- ❖ **deșeuri**
  - *generarea și tratarea deșeurilor tradiționale, neradioactive*
  - *generarea și tratarea deșeurilor radioactive*
- ❖ **elemente uzate de combustibil**
  - *tratarea și depozitarea elementelor uzate de combustibil*

## 9.2 DOMENII AFECTATE

La redactarea studiului de impact asupra mediului, al doilea pas va fi estimarea și identificarea proceselor generate de factorii de impact care apar legat de construirea și exploatarea Centralei Nucleare Paks II, trecând prin fazele de construire, exploatare și de abandonare. Analiza proceselor estimate permite identificarea **acelor elemente și sisteme de mediu** la care procesele generate de factorii de impact (utilizarea mediului, expunerea mediului) pot duce la apariția unor **efecte directe și indirecte**.

În cursul construirii, exploatării și abandonării noilor unități, următoarele elemente și sisteme de mediu trebuie să se considere a fi afectate:

- Apele de suprafață - Dunăre*
- Mediul geologic, apele subterane (amplasament, valea Dunării)*
- Aerul*
- Mediul zonei rezidențiale (zgomot, deșeuri, emisii radioactive)*
- Flora și fauna - ecosistemele*
- Mediul artificial, elementele construite*
- Populația (emisii radioactive)*

### **9.3 POSIBILE MATRICE DE EFECTE**

Estimările privind efectele posibilibl factori de impact sunt prezentate pe scurt într-o matrice de efecte.

Factorii de impact și domeniile afectate au fost identificate în cursul construirii, exploatării și abandonării activităților proiectate, respectiv în aceste trei faze în situații care diferă de o funcționare normală (avarii, accidente și evenimente din baza de proiectare).

Factori de impact	Domenii afectate								
	Elemente/sisteme de mediu								
	Ape de suprafață	Mediu geologic, ape subterane		Aer	Mediul zonei rezidențiale	Floră și faună -ecosisteme	Patrimoniul cultural	Populație	Mediu construit
	Dunăre	Amplasament	Valea Dunării						
<b>Construire</b>									
Demolarea clădirilor	-	I	-	T	T	T	-	I, T	I, T
Ocuparea zonei	I	I	-	T	I	T	-	-	I
Transport	-	-	-	T	I, T	T	T	T	I, T
Construirea amplasamentului	I	I	-	T	I, T	T	-	T	I, T
Instalarea tehnologiei	I	I	-	T	I, T	T	-	T	I, T
Activități aferente	I	I	-	T	I, T	T	-	T	I, T
Accidente	T	T	-	T	T	T	T	T	T
<b>Funcționare</b>									
Tehnologie	T	I	T	T	I, T	T	-	T	I, T
Activități aferente	-	-	-	T	I, T	T	-	T	I, T
Transport	-	-	-	T	I, T	T	T	T	I, T
Accidente	T	T	-	T	T	T	T	T	T
<b>Abandonare</b>									
Demontarea tehnologiei	-	T	-	T	I, T	T	-	T	T
Demolarea clădirilor	-	T	-	T	I, T	T	-	T	T
Transport	-	T	-	T	I, T	T	-	T	T
Activități aferente	T	T	-	T	I, T	T	-	T	T
Amenajarea teritoriului	-	T	-	T	I	T	-	T	I
Accidente	T	T	-	T	T	T	T	T	T

Legendă:  
T – Expunerea mediului  
I – Utilizarea mediului

Tabelul 32: Matrice sumară de efecte, descrierea naturii factorilor de impact și a elementelor afectate

Factori de impact	Domenii afectate								
	Elemente/sisteme de mediu								
	Ape de suprafață	Mediu geologic, ape subterane		Aer	Mediul zonei rezidențiale	Floră și faună - ecosistem	Patrimoniul cultural	Populație	Mediu construit
	Dunăre	Amplasament	Valea Dunării						
<b>Construire</b>									
Demolarea clădirilor	-	I	-	H	H	H	-	H, I	H, I
Ocuparea zonei	I	I	-	H	I	H	-	-	I
Transport	-	-	-	H	I, H	H	H	H	I, H
Construirea amplasamentului	I	I	-	H	I, H	H	-	H	I, H
Instalarea tehnologiei	I	I	-	H	I, H	H	-	H	I, H
Activități aferente	I	I	-	H	I, H	H	-	H	I, H
Accidente (H)	H	H	-	H	H	H	H	H	H
<b>Exploatare</b>									
Tehnologie	H+R	I	H	H+R	I, H+R	H+R	-	H+R	I, H+R
Activități aferente	-	-	-	H	I, H	H	-	H+R	I, H
Transport	-	-	-	H	I, H+R	H+R	H	H+R	I, H+R
Evenimente bază de proiectare (R); Accidente (H)	H+R	H+R	-	H+R	H+R	H+R	H	H+R	H+R
<b>Abandonare</b>									
Demontarea tehnologiei	-	H+R	-	H+R	I, H+R	H+R	-	H+R	H+R
Demolarea clădirilor	-	H+R	-	H+R	I, H+R	H+R	-	H+R	H+R
Transport	-	H+R	-	H+R	I, H+R	H+R	-	H+R	H+R
Activități aferente	H	H+R	-	H	I, H+R	H+R	-	H+R	H+R
Amenajarea teritoriului	-	H	-	H+R	I	H+R	-	H+R	-
Evenimente bază de proiectare (R); Accidente (H)	H	H+R	-	H+R	H+R	H+R	H+R	H+R	H+R

Legendă:

H – efecte asupra mediului în domenii tradiționale  
R – efecte radiologice

Tabelul 33: Matrice sumară de efecte, identificare efectelor în domenii tradiționale și radiologice

## 10 EFECTELE SOCIALE ȘI ECONOMICE ALE INVESTIȚIEI DE LA PAKS

### 10.1 EFECTE ȘI CONDIȚII ECONOMICE

Investiția de la Paks va avea un impact semnificativ asupra economiei întregii țări, a regiunii și orașului Paks.

La nivel național, se poate remarca creșterea performanței economice (GDP) în urma investiției deoarece pregătirea companiilor din Ungaria care doresc să participe la realizarea investiției începe încă din faza de pregătire, ceea ce influențează și va influența educația, investițiile în personalul și în activele corporale ale societăților, precum și inovațiile.

În conformitate cu punctul 2 al articolului 4 al Legii II din 2014 privind promulgarea Acordului dintre Guvernul Ungariei și Guvernul Federației Ruse privind cooperarea pentru utilizarea energiei nucleare în scopuri pașnice, „Părțile vor face tot posibilul pentru ca, în cazul în care acest lucru poate fi realizat în vederea cooperării descrise în prezentul Acord și este permis de cadrul legal, să atingă nivelul minim de localizare de 40%.”, ceea ce înseamnă că Guvernul Ungariei consideră că investiția propusă este importantă atât din punctul de vedere al politicii energetice, cât și din cel al politicii industriale. Conform proiectului, din valoarea totală a investiției de 12,5 miliarde de euro, investiții în valoare de 5 miliarde de euro vor fi realizate cu participarea companiilor din Ungaria, ceea ce reprezintă cca. 5% din PIB-ul anual al Ungariei, o sumă extrem de mare și la nivelul economiei naționale.

În ceea ce privește politica energetică, Guvernul se așteaptă ca „mixul” care asigură producția de energie electrică a țării să rămână echilibrat și după oprirea celor 4 unități ale Centralei Nucleare de la Paks; în comparație cu renunțarea la investiție, aceasta va scădea dependența de sursele de energie din import (combustibilul nuclear poate fi achiziționat din mai multe surse și depozitarea unei rezerve mai mari este de asemenea posibilă) și de importul direct de energie electrică, iar prețul energiei electrice produse de investiția de la Paks va deveni competitiv pe termen lung, ceea ce poate asigura un avantaj de competitivitate pentru societățile din Ungaria care au nevoie de o cantitate mare de energie și poate permite creșterea volumului lor de producție.

Un aspect extrem de important din punctul de vedere al politicii industriale este faptul că, în opinia celor amintiți, companiile implicate în investiție vor deveni mai competitive datorită investițiilor în personal și în active corporale după realizarea investiției, ceea ce, pe lângă efectele directe ale investiției de la Paks, va avea mai târziu un efect multiplicator asupra performanței economiei naționale, șomajului, creșterii consumului populației și, prin urmare, asupra veniturilor bugetului central din impozite și taxe. De asemenea, un alt aspect economic este faptul că investiția de la Paks reprezintă o instalație modernă de mare valoare care se adaugă la patrimoniul statului și care, nu în ultimul rând, contribuie la menținerea unei culturi profesionale de renume și de nivel mondial.

În privința investiției în noile unități, un obiectiv economic este implicarea în lucrări a unui procent cât mai mare a furnizorilor din Ungaria. Limita superioară care poate fi atinsă în mod realist este în jur de 30-40%. Investițiile (internaționale) actuale în centrale nucleare în străinătate arată clar că subcontractorii (furnizorii), factorii ai economiei naționale a clientului pot fi implicați într-un procent ridicat în lucrările de pregătire, construcție, montare, execuție, producție și întreținere doar în cazul în care au fost pregătiți și organizați în mod conștient și planificat într-un sistem complementar. Utilitatea economică a proiectului de construire a centralei crește semnificativ în urma pregătirii subcontractorilor într-o manieră bine organizată, planificată și desfășurată sistematic, ceea ce permite evitarea unor costuri adiționale semnificative în cursul investiției.

Construirea noilor unități reprezintă o investiție care poate asigura comenzi majore timp de mai mulți ani, chiar și timp de un deceniu, pentru multe societăți și contractori din Ungaria și în cursul lucrărilor de pregătire oferă locuri de muncă câtorva mii de angajați la fața locului, în institutele de proiectare și de cercetare precum și în diferitele unități de montare și fabricare. Acoperirea unui procent de 30-40% din costurile de investiție prin intermediul furnizorilor din Ungaria presupune o pregătire planificată și o cooperare organizată la nivelul întreprinderilor și instituțiilor. Capacitatea Ungariei de a produce energie electrică și performanța diferitelor firme din sectorul construcțiilor a scăzut în mod semnificativ în ultimele două decenii. Recrudeștența completă a ramurii nu este o variantă realistă; un obiectiv mai potrivit ar putea fi pregătirea și reunirea întreprinderilor în mod sistematic, în principal al celor mici și mijlocii.

În cadrul proiectului pregătit, au fost deja identificate firmele și întreprinderile care pot participa la investiție (dată fiind situația lor actuală). În acest proces au fost utilizate două abordări. Pe de o parte, au fost analizate societățile prioritare, pe de altă parte au fost înregistrate întreprinderile din regiunea mai largă a Centralei Nucleare de la Paks, în principal,



acele întreprinderi care au șanse să fie contractate pentru executarea unor lucrări în lanțul subcontractorilor. În urma acestei evaluări naționale, un număr de aproape 150 de societăți au fost înregistrate într-o bază de date care include specificațiile privind furnizarea și prestarea de servicii, grupate pe domenii (nuclear, inginerie, tehnologie de control, electric, construcții, industria chimică, altele) și pe activități (dezvoltare și cercetare, producție, transport, construcții, montare, punere în exploatare, consultanță, altele). Au fost înregistrate și activele, capacitățile, referințele, caracteristicile companiei din punctul de vedere al asigurării calității, precum și procentul componentelor din import în domeniul producției.

Implicarea societăților care au șanse să participe la investiție și care funcționează în regiunea Centralei Nucleare de la Paks este atât o ambiție, cât și o cerință naturală, ceea ce va îmbunătăți potențialul antreprenorial în regiune și va oferi posibilitatea de a utiliza resursele umane în domeniul protecției mediului. Această regiune bine definită, delimitată pe baza mai multor criterii, cuprinde 90 de localități, atinge ambele maluri ale Dunării și acoperă trei județe. Obiectul analizei îl constituie acele întreprinderi care operează în industria construcțiilor, a producției, montării și transportului, având un efectiv de cel puțin 10 angajați, respectiv fiind interesați și dispuși să participe la investiție în orice tip de structură contractuală. În cursul acestei evaluări, întreprinderile potențiale sunt clasificate în funcție de pregătire (personal, active), referințe, capital, sau pe baza datelor privind bilanțului, calificările obținute și disponibilitatea de a asigura formarea profesională. Societățile din regiune pot candida pentru a participa la investiție nu doar în mod direct, ci și prin lucrări indirecte conexe (de ex. construirea infrastructurii). În urma evaluării, au fost incluse în baza de date aproape 240 de întreprinderi din regiune.

## 10.2 ASPECTE SOCIALE ȘI SISTEMUL DE CRITERII

Societatea MVM Paks Atomerőmű Zrt este prezentă în regiunea cu centrele în Paks, Szekszárd și Kalocsa de aproape patru decenii. În urma unui proces sistematic și bine gândit, s-a reușit să se construiască un sistem de relații în regiune care se bazează pe respect reciproc, înțelegere și asigurarea unor avantaje. Aceste relații puternice, simbiotice, de sprijin au creat o bază solidă pentru factorii de decizie în adoptarea unor hotărâri de mare anvergură cum ar fi cele referitoare la prelungirea duratei de funcționare și construirea noilor unități. Deciziile Parlamentului și Guvernului privind construirea unităților noi fac o prioritate din îmbunătățirea, extinderea și stimularea sistemului de relații economice și sociale cu regiunea din jurul centralei nucleare. Consolidarea disponibilității regiunii pentru primire și cooperare, creșterea încrederii din partea administrațiilor locale, a întreprinderilor și cetățenilor constituie o condiție de bază a programului de extindere care trebuie creată încă din faza pregătitoare a investiției.

Fiind cea mai mare societate și angajator al regiunii, MVM Paks Atomerőmű Zrt își asumă responsabilitatea pentru starea mediului său înconjurător, pentru calitatea vieții celor care trăiesc aici, pentru dezvoltarea și viitorul regiunii. Centrala nucleară și proiectul de dezvoltare legat de aceasta poate avea succes doar dacă funcționează într-un mediu economic și social dinamic, iar eficiența domeniilor implicate se consolidează reciproc. Construirea noilor unități constituie o preocupare majoră a populației din regiunea Centralei care așteaptă cu entuziasm procesele democratice cu posibilități de a interveni și pentru locuitorii de aici. În prezent, sprijinul din partea regiunii este satisfăcător, relațiile sunt dinamice, dar s-au exprimat și așteptări serioase. Administrația locală și populația localităților, precum și întreprinderile implicate așteaptă măsuri care să dea credibilitate cooperării pe termen lung încă din faza pregătitoare a acestei investiții majore.

Implicarea și interesarea regiunii este esențială care, pe lângă dezvoltarea întreprinderilor, poate fi legată de asigurarea resurselor umane și a sistemului logistic aferent. Toate aceste probleme au fost adresate în detaliu în proiectul pregătitor referitor la extindere. În primul rând, a fost nevoie de întocmirea unei liste cu profesiile care sunt necesare la construirea, montarea, punerea în exploatare și funcționarea unei centrale nucleare și care sunt conforme cu Lista Națională de Calificări și cu orientarea formării profesionale la nivel superior din Ungaria. Acest material a fost elaborat cu ajutorul unor specialiști în energetică și al unor facultăți cu o bogată experiență în investițiile majore. Necesarul de forță de muncă pentru tipurile de unități propuse de ofertanții care au putut fi prevăzuți mai devreme reprezintă o bază de comparație pentru toate evaluările viitoare. Încheierea Acordului între guvernele Ungariei și Rusiei a simplificat situația, căci de acum evaluările trebuie să se bazeze în continuare doar pe datele preliminare furnizate de Atomstroiexport.

În vederea identificării forței de muncă calificate disponibile în regiune sau care va fi de prevăzut pe termen lung pentru această regiune, s-a întocmit un studiu pe scară largă, în 90 de localități din județele Tolna, Baranya și Bács-Kiskun. În lipsa unui sistem central sau administrativ de evidență, baza de date s-a creat prin munci de teren la scară largă bazată pe eșantionare. Toate acestea oferă o bază solidă la examinarea gradului de implicare a forței de muncă din regiune în lucrările investiției și de pregătire a sa în acest scop. Necesarul de forță de muncă este deja cunoscut, grupat pe profesii și poate fi comparat cu ușurință cu potențialul de resurse umane. Presupunând că doar 20% din forța de muncă calificată

disponibilă în această regiune poate fi orientată către lucrările de construcție și montare la noile unități, se poate constata că doar cca. 25-30% din necesarul de forță de muncă poate fi asigurată din această regiune. Evident, există diferențe mari în privința diferitelor profesii. Pe baza rezultatelor studiilor comparative se poate constata încă de la început că lipsa forței de muncă va fi dominantă în primul rând în următoarele domenii: tâmplar și constructor de schelării, muncitori constructori în lucrări de beton, sudor calificat, lăcătuș, electrician și instalator tehnologie de control.

Au fost evaluate instituțiile liceale de formare profesională și furnizorii de cursuri de pregătire pentru adulți din regiune, precum și sistemul criteriilor de instruire, infrastructura, condițiile de practică, capacitatea, planul de instruire și flexibilitatea acestora. Aceste școli și instituții de formare profesională pot asigura efectivul care, în prezent, este absent de pe piața forței de muncă și care nu poate fi prevăzut prin lansarea unor noi programe de formare profesională, prin creșterea efectivului pentru programele existente și prin îmbunătățirea condițiilor de instruire. Instituțiile de învățământ superior, facultățile și specializările tehnice au fost evaluate și prin comparație cu câteva instituții majore cu profil similar din țările vecine. De asemenea, au fost elaborate materialele necesare la pregătirea deciziilor care analizează posibilitățile de relansare a școlii superioare cu profil energetic din Paks, exclusiv ca o filială delocalizată a unei instituții de învățământ superior.

A fost elaborat un sistem care dorește să orienteze și să pregătească candidații pentru învățământul superior tehnic, cu o programă școlară detaliată, cu perioade de practică în domeniul energetic și cu posibilitatea de a dobândi experiență profesională în instituții de specialitate. A fost semnat un acord cu liceele din regiunea Centralei Nucleare de la Paks privind participarea lor la formare, ceea ce înseamnă introducerea unor cursuri speciale suplimentare de fizică începând cu clasa a XI-a, cu încheierea studiilor printr-un examen de bacalaureat de nivel superior. Elevii din regiune care își continuă studiile vor fi mai dispuși să se întoarcă dacă extinderea centralei oferă locuri de muncă și posibilități de promovare în carieră. De asemenea, a fost introdus un sistem de burse speciale și de mentorat atât pentru nivelul liceal, cât și pentru cel universitar, pentru că tinerii specialiști pot fi reținuți doar în acest mod în sectorul energiei electrice și doar așa poate fi împiedicat **exodul creierelor către străinătate**.

Din cercetările privind resursele umane, se poate deduce necesarul de forță de muncă în cursul investiției, pentru fiecare an în parte, și se pot asocia cerințe referitoare la diferitele servicii. Angajarea cu prioritate a forței de muncă din regiune (ceea ce trebuie să fie un obiectiv prioritar) permite reducerea semnificativă a cererilor de cazare și a altor cereri de asistență, dar duce la creșterea necesităților de transport. În gestionarea cu prioritate a regiunii Kalocsa se acordă o atenție deosebită variantelor de traversare a Dunării. Trebuie să se țină seama de soluțiile de transport ecologice și să se înființeze spații uriașe de parcare care în viitor vor putea fi folosite și în alte scopuri. Trebuie estimate posibilitățile existente de cazare, soluțiile de îmbunătățire și de îmbogățire a posibilităților de cazare ținându-se cont și de recomandările Agenției Internaționale pentru Energia Atomică. Pe lângă opțiunile de cazare temporară, dar corespunzătoare cerințelor secolului XXI, trebuie să se asigure reședința permanentă a personalului de operare a centralei și a membrilor lor de familie. Se va evalua și spiritul de deschidere al diferitelor localități pentru a primi persoanele menționate. Trebuie să se examineze posibilitățile de aprovizionare cu alimente, catering, asistența medicală și socială pentru mii de oameni, problemele de siguranță publică, precum și condițiile pentru asigurarea unor programe de recreere. Trebuie făcute planuri cu mult în avans de extindere a capacității creșelor, grădinițelor și școlilor, și nu poate fi ocolită nici problema ocupării forței de muncă feminine (a rudelor), fiind nevoie de asigurarea din timp a locurilor de muncă pentru rude.

La nivel regional, extinderea propusă are importanță în primul rând în perioada execuției: infrastructura este extinsă, întreprinderile din regiune vor realiza venituri mai ridicate în urma cazării și deservirii lucrătorilor în construcție, iar după oprirea unităților 1-4, va continua să existe un grup de angajați și întreprinzători solvabili și pe termen lung care va asigura exploatarea și întreținerea noilor unități, compensând astfel efectele economice și sociale negative cauzate de oprirea unităților vechi.

Având în vedere planurile clare de descentralizare, orașul Paks va juca un rol important în faza de pregătire a investiției, de aceea se recomandă cooperarea constantă a orașului în cadrul acestui proiect. S-a început evaluarea extinderii infrastructurii, s-au început proiectările și pregătirile legate de extinderile citate, precum și identificarea resurselor necesare la execuție. Se vor examina posibilitățile de dezvoltare și de extindere a teritoriului Parcului Industrial de la Paks. Este foarte important să existe uzine și alte unități (inclusiv birouri) care vor fi implicate în pregătirea lucrărilor de construire și montare a centralei și care vor continua să funcționeze în cursul investiției. În cursul pregătirii și realizării investiției, municipiul Szekszárd trebuie tratat într-un mod care să-i reflecte importanța. În Rețeaua Localităților Partenerie vor fi incluse acele comune din regiunea centralei care își iau angajamente concrete pentru sprijinirea investiției și pentru asigurarea succesului acesteia (de ex.: orașelul de containere destinate cazării, cu terenul și cu utilitățile necesare, rezolvarea autorizațiilor, mobilizarea forței de muncă, cooperare în formarea profesională, asistență în comunicare,

crearea de parcele pentru reședințe, programe de recreere și posibilități de odihnă). Membrii rețelei nu vor primi compensări materiale, ci oportunități. Toate acestea necesită realizarea unei munci minuțioase de teren în fiecare localitate pentru ca rezultatul final să se bazeze pe resurse locale reale.

De aproape un deceniu, societatea MVM Paks Atomerőmű Zrt operează un sistem special de plată sub forma unei fundații al cărui scop este dezvoltarea regiunii și a localităților, precum și facilitarea dezvoltării întreprinderilor și creării de noi locuri de muncă. Cu ajutorul acestei fundații, au fost realizate investiții de peste 30 de miliarde forinți în regiune prin acordarea de sprijin direct sau indirect (cu asigurarea unei contribuții proprii) prin care s-au creat sute de locuri de muncă.

Pentru a stabili un dialog eficient între centrala nucleară și populația din regiune, s-a impus crearea unei organizații care să fie o persoană juridică înregistrată cu program independent, regulament de funcționare și buget, și care să reprezinte în mod eficient necesitățile și interesele reale ale populației din regiune. Prin urmare, în 1992 s-a înființată Asociația pentru Supraveghere, Informare și Dezvoltarea Urbană (ASIDU), constituită din reprezentanții a 13 administrații locale. Asociația desfășoară, pe de o parte, activități de control, și colaborează strâns pe de altă parte, cu centrala nucleară pentru transmiterea informațiilor. Obiectivul Asociației nu este de a acționa împotriva centralei, ci de a proteja interesele populației, menținerea unui dialog onest și a cooperării, consolidarea încrederii reciproce. Asociația publică comunicate periodice și a înființat o comisie socială în scopul efectuării controalelor.

Între societatea MVM Paks Atomerőmű Zrt și populația regiunii există căi de comunicare de mai multe decenii. Posibilitățile largi de informare și de exprimare reprezintă o bază solidă pentru consolidarea încrederii, stabilirea unei cooperări armonioase și consensuale. În cadrul acestei politici de deschidere, centrala nucleară operează centre pentru vizitatori lângă centrală și în Kalocsa, unde se organizează întâlniri între populație și industria nucleară, oferind posibilități de informare personală și zilnică pentru cetățenii Ungariei, inclusiv pentru locuitorii din regiune. Centrala este în strânsă legătură cu reprezentanții presei locale, regionale și naționale, furnizând periodic materiale informative în funcție de situație. Societatea MVM Paks Atomerőmű Zrt are și o revistă proprie în care publică informații fiabile despre evenimentele din centrală, despre planurile și ambițiile de dezvoltare. Această revistă ajunge în toate cutiile poștale din localitățile aflate pe o rază de 12 km. Prin intermediul monitoarelor montate în centrul localităților, locuitorii din Paks, Kalocsa, Gerjen și Úszód au posibilitatea de a se informa în orice oră din zi, într-o formă accesibilă și ușor de comparat despre situația actuală a radiațiilor în localitatea respectivă.

## 11 CONDIȚII METEOROLOGICE ACTUALE ȘI PROGNOZE PE O RAZĂ DE 30 KM A ORAȘULUI PAKS

### 11.1 CONDIȚII CLIMATICE PE O RAZĂ DE 30 KM A ORAȘULUI PAKS

**Media anuală a temperaturii** la stația Paks este de 10,7°C, fiind o valoare peste media națională. În ceea ce privește evoluția temperaturii medii în cursul anului, luna cea mai caldă este iulie, iar cea mai rece ianuarie. Analiza temperaturii indică o tendință de creștere a temperaturii medii la nivel anual. De asemenea, pe baza examinării numărului de zile calde, zile toride și a zile de caniculă, se poate observa că în cursul anului apar tot mai frecvent valori extreme.

În ceea ce privește cantitatea anuală totală de **precipitații**, în intervalul de după 1951 anul cel mai secetos a fost 1961 (285,9 mm), în timp ce anul cel mai ploios a fost 2010 (990,9 mm) care a bătut recordul absolut de până acum. Examinând valorile medii pe zece ani, se poate constata că ultimul deceniu a fost, în ansamblu, cel mai ploios. În privința cantității anuale totale se observă o ușoară tendință de creștere în regiunea Paks, iar analiza valorilor extreme indică faptul că în această perioadă de 30 de ani recordul pe o sută de ani a fost bătut de ani de mai multe ori. Privind evoluția precipitațiilor în cursul anului, cea mai ploioasă lună în regiunea Paks este luna iunie, urmată de celelalte două luni de vară și luna mai, ceea ce înseamnă că, în general, cantitatea cea mai mare de precipitații cade în perioada de vară. După această perioadă, o altă maximă apare în noiembrie. Luna cea mai secetoasă este martie, dar în general cantitatea precipitațiilor este redusă și în luna ianuarie și în februarie.

În regiunea Paks, luna cu cele mai puține **ore însorite** este decembrie din cauza stratului de nori și a zilelor scurte; în această perioadă durata medie lunară a orelor însorite este doar de 53 de ore. Numărul cel mai mare de ore însorite se înregistrează între mai și septembrie, când valorile medii lunare depășesc 250 de ore. În ultimii 30 de ani, cea mai însorită lună a fost iulie, urmată de august, apoi de iunie. Numărul orelor însorite este aproape de 2,5 ori mai mare în timpul celor 6 luni mai calde decât în cele 6 luni mai reci.

În regiunea evaluată, **media anuală a presiunii la nivelul mării** este de 1017,5 hPa, iar evoluția presiunii în timpul anului este comparabilă cu cea de la nivel național; valorile cele mai ridicate sunt înregistrate, în general, în ianuarie, iar cele mai reduse în aprilie. Presiunea medie este mai scăzută în timpul celor 6 luni mai calde decât în cele 6 luni mai reci.

În împrejurimile orașului Paks, gradul de **evaporare** efectivă este cel mai ridicat în intervalul între noiembrie și februarie, respectiv este cel mai redus în perioada mai-august. Evaporarea potențială este cea mai redusă în cursul iernii, perioadă în care valoarea acesteia este aproape egală cu cea a evaporării efective; în schimb, din primăvară până în toamnă această valoare depășește cu mult evaporarea efectivă deoarece în această perioadă nu există o cantitate suficientă de apă care să se evapore. Din punctul de vedere al precipitațiilor, regiunea Paks este o regiune secetoasă.

**Temperatura la suprafața solului** reflectă în mod direct mișcarea Soarelui și, prin urmare, încălzirea și răcirea zilnică și anuală a stratului superior al solului evoluează în paralel cu temperatura aerului. Odată cu creșterea adâncimii, însă, efectul Soarelui slăbește treptat, fluctuațiile zilnice și sezonale scad, iar la o anumită adâncime temperatura devine constantă.

**Condiții de vânt:** În regiunea Paks, la nivel anual, curentul de aer din direcția nord-vest și nord-nord-vest este cel mai frecvent, urmat de cel din sud. În timpul celor 6 luni mai calde domină vântul din nord-nord-vest, urmat de vântul din nord-vest, apoi de cel din nord, cel din sud, ajungând astfel pe locul al patrulea. În timpul celor 6 luni mai reci, vântul dominant bate din nord-vest, pe al doilea loc este vântul din sud, iar pe al treilea vântul din nord-nord-vest. În intervalul dintre 1997 și 2010, viteza medie anuală a vântului a avut o tendință descrescătoare. În această perioadă cea mai puternică rafală de vânt, cu viteză de 24,8 m/s, a fost înregistrată în 19 noiembrie 2004. Rafalele cele mai puternice vin din direcția nord-vest, urmate de cele din sud, apoi din nord-nord-vest. Cele mai frecvente rafale ating o viteză de 2-4 m/s, dar sunt frecvente și cele cu o viteză de 1-2 m/s, respectiv 4-6 m/s. Vitezele de peste 12 m/s sunt mai puțin frecvente în cursul anului, iar cele de peste 17 m/s sunt rare.

Pe baza datelor înregistrate în cursul celor 7 ani la nivelul **turnului de măsurare de la Paks**, de 20 m, vântul dominant a fost din nord-nord-vest, urmat de vântul din nord. De asemenea, au fost relativ frecvente vânturile din sud și sud-sud-est. La înălțimea de 50 m, cele mai frecvente sunt vânturile din nord-nord-vest, în aceeași ordine ca și în cazul înălțimii de 20 m; la o înălțime de 120 m se poate observa creșterea ponderii vânturilor din direcția nord-vest. Vânturile dominante sunt și în acest caz cele din nord-nord-vest, urmate de cele din nord-vest, apoi de cele din nord, vânturile sudice fiind mai puțin prezente decât la înălțimi mai mici. În timp ce la o înălțime de 20 m, frecvența vânturilor cu o viteză de 2-4 m/s abia depășește frecvența celor din categoria de viteză imediat următoare, la 50 m acestea devin preponderente, iar la 120 m cele mai frecvente vânturi au o viteză de 4-6 m/s. În perioada analizată, la înălțimea de 20 m viteza maximă a fost de 12 m/s, la 50 m de 18 m/s, iar la 120 m au fost și viteze de peste 20 m/s. La înălțimea de 20 m nu s-au observat rafale de peste 25 m/s, în timp ce la 120 m au existat și rafale cu o viteză de peste 30 m/s.

## 11.2 SCHIMBĂRI CLIMATICE ÎN REGIUNEA PAKS ÎN SECOLUL XXI PE BAZA MODELELOR CLIMATICE

După 2010, de multe ori se spunea că „anul trecut a fost extrem de ploios”, iar următoarea afirmație este și mai recentă: „vara anului 2012 a fost extrem de caldă”. **Variabilitatea** anilor este o componentă firească a climei și există și fără intervenții externe, de aceea variațiile nu pot fi atribuite schimbărilor climatice. Analizele de climă afișează valori, tendințe și schimbări medii pe mai mulți ani.

În modelarea climatică, cea mai mare incertitudine o reprezintă **incertitudinea rezultată din modele**. Modelele oferă o soluție pentru ecuațiile care guvernează procesele climatice cu ajutorul metodelor numerice. În aceste soluții numerice, factorii climatici (temperatura, viteza vântului etc.) constituie punctele unei grile tridimensionale, iar anumite interacțiuni sunt descrise într-o formă simplificată, cu ajutorul așa-numitelor parametrizări. Modelele elaborate în diferitele instituții prezintă diferențe legate de mai multe aspecte: pentru descrierea aceluiași proces fizic aceste instituții folosesc abordări și parametrizări diferite și utilizează grile cu rezoluții diferite. Toate aceste diferențe se reflectă și în rezultatele modelelor.

Activitățile antropogene (de origine umană) au un efect evident asupra proceselor climatice, de aceea ele trebuie luate în considerare și în modelele climatice. Evoluția viitoare a activităților umane nu poate fi determinată în mod exact: nu știm în ce măsură va crește populația, ce politică energetică și economică vor adopta unele țări, la ce nivel va ajunge dezvoltarea tehnologică și la ce nivel vor ajunge emisiile în viitor. În acest scop, au fost elaborate diferite scenarii de emisie (Nakicenovic și Swart, 2000) care cuantifică impactul activităților umane în forma unor emisii de dioxid de carbon. Există atât scenarii pesimiste (adică cele care presupun emisii semnificative și în viitor), cât și scenarii optimiste și medii, acestea presupunând o cantitate extrem de diferită a gazelor de seră în atmosferă. Incertitudinea rezultată din aceasta se numește **incertitudinea scenariului**.

Modelele sunt testate mai întâi referitor la condițiile climatice din trecut și sunt îmbunătățite pe baza rezultatelor. În continuare, se efectuează simulări pentru viitor în care unul dintre parametrii de intrare este excesul de gaze de seră produs de activitățile umane. Având în vedere faptul că diferite modele oferă descrieri diferite ale condițiilor climatice, în cursul investigației schimbărilor climatice se iau în considerare întotdeauna rezultatele mai multor modele (așa-numita metodă ensemble) pentru că astfel pot fi cuantificate incertitudinile privind rezultatele simulării climatice.

Incetitudinile apar în scenariile redactate începând cu a doua parte a secolului XXI. În investigarea schimbărilor climatice este important să se utilizeze mai multe (cel puțin două) modele în vederea cuantificării incertitudinii deoarece modelele furnizează diferite descrieri ale condițiilor climatice viitoare care au același grad de probabilitate.

### 11.2.1 MODELE DISPONIBILE

Rezultatele modelelor globale pot fi aplicate într-o măsură mai mică în cazul **Bazinului Carpatic**, printre altele și din cauza rezoluției reduse. În consecință, pentru a determina proporția incertitudinilor este nevoie de precizarea datelor globale cu ajutorul modelelor climatice regionale. În cadrul proiectului UE ENSEMBLES (van der Linden și Mitchell, 2009) au fost rulate mai multe modele climatice regionale cu o rezoluție orizontală de 25 și 50 km pentru care s-a utilizat **scenariul valorilor medii (A1B)**.

În vederea investigației schimbărilor climatice, Serviciul Național de Meteorologie (SNM) a adaptat două modele climatice regionale în ultimii ani:

- **ALADIN-Climate**, elaborat într-o cooperare internațională de către Météo France din Toulouse,
- **modelul climatic regional REMO** elaborat de Institutul Max Planck din Hamburg.

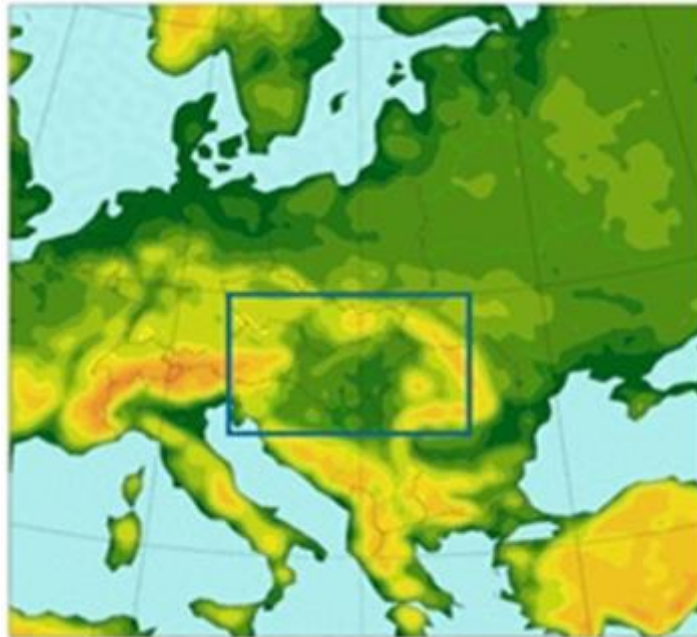


Figura 46: Modelul ALADIN-Climate, cu o rezoluție de 25 km (întregul panel) și de 10 km (dreptunghiul albastru)

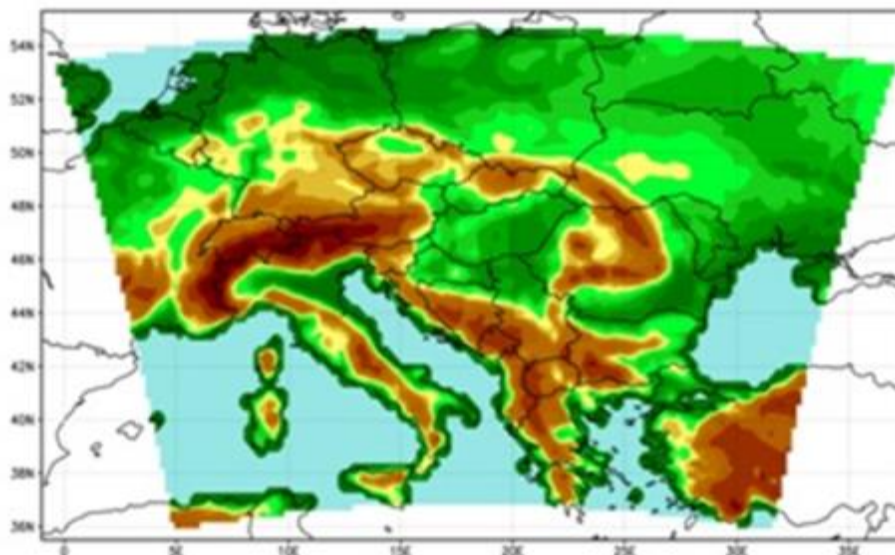


Figura 47: Modelul REMO cu o rezoluție de 25 km

Modelele au fost folosite mai întâi la simulări privind condițiile din trecut pentru a le testa pe o perioadă mai lungă din trecut, cu parametri cunoscuți pe baza măsurătorilor și pentru a folosi apoi concluziile astfel obținute în vederea dezvoltării modelelor.

Perioada	ALADIN-Climate 4.5		REMO 5.0	
	1961–2000	1961–2100	1961–2000	1951–2100
Rezoluție	25 și 10 km	10 km	25 km	25 km
Condiție-limită	Reanalizări		Reanalizări	GCM

GCM: Global Climate Model – model climatic global.

Tabelul 34: Parametrii experimentelor efectuate cu ajutorul modelelor climatice regionale ALADIN-Climate și REMO

Cele două modele climatice regionale utilizate la SNM (ALADIN-Climate és REMO) aplică rezultatele modelelor globale pentru un interval cu o rezoluție mai fină pentru care datele de intrare, așa-numitele condiții-limită sunt furnizate de modelul general global de circulație în cazul modelului ALADIN-Climate, respectiv modelul global atmosferă-ocean (ECHAM5/MPI-OM) în cazul modelului REMO.

Simulările sunt sumarizate în tabelul de mai jos.

Model	Rezoluție	Condiție-limită	Scenariu	Perioadă
ALADIN-Climate 5.2	50 km	ERA-Interim	-	1989–2008
	10 și 50 km	ARPEGE	RCP8.5	1951–2100
REMO 2009	10 km	ERA-Interim	-	1989–2008
	10 km	ECHAM	RCP8.5	1951–2100

Tabelul 35: Experimentele propuse pentru modelele ALADIN-Climate și REMO

Actualizarea simulărilor cu rezoluție fină este deocamdată în stadiul incipient.

## 11.2.2 PRELUCRAREA REZULTATELOR MODELELOR DISPONIBILE ÎN PRIVINȚA CONDIȚIILOR MEDII PE O RAZĂ DE 30 KM DE PAKS

Zona aleasă din modelul cu o rezoluție de 10 km înseamnă 7 x 7 puncte, respectiv din modelul cu o rezoluție de 25 km înseamnă 4 x 3 puncte.

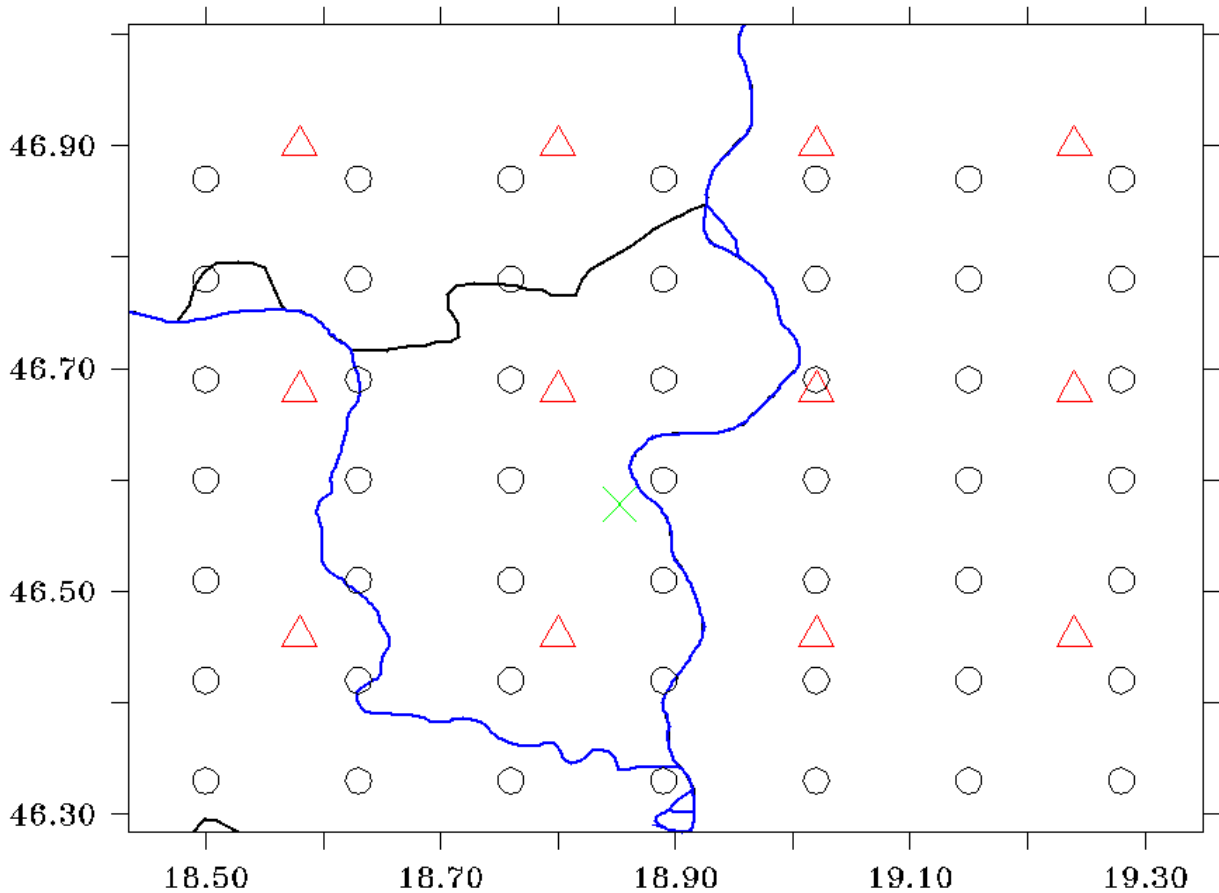


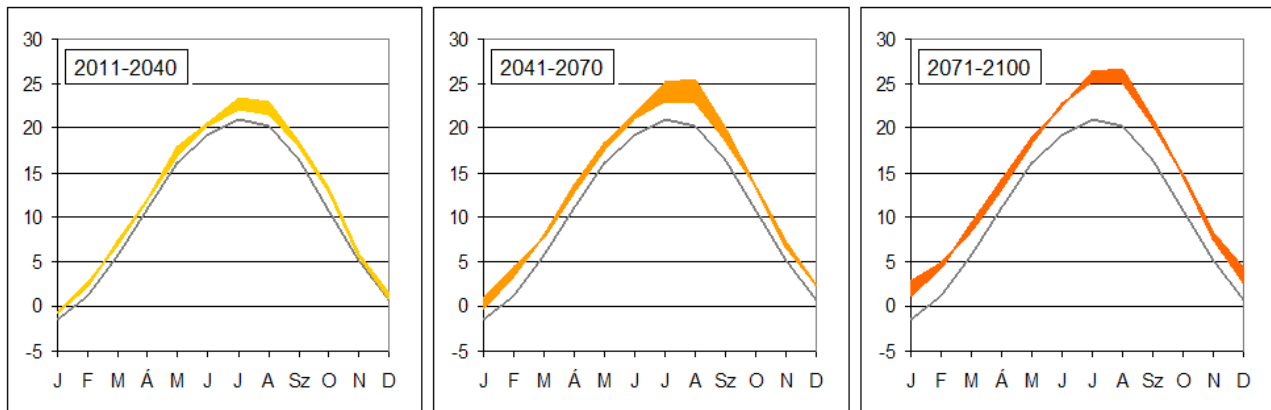
Figura 48: Punctele de grilă ale modelelor ALADIN-Climate (cu negru) și REMO (cu roșu) din apropierea Centralei Nucleare de la Paks

Au fost alese următoarele perioade : 2011–2040, 2041–2070 și 2071–2100 deoarece, conform recomandărilor Organizației Mondiale de Meteorologie, clima poate fi interpretată doar pe un interval de cel puțin 30 de ani. Modelele reprezintă o aproximare a proceselor reale, de aceea este clar că rezultatele vor conține câteva erori mai mari sau mai mici. Pentru a elimina erorile sistematice, rezultatele viitoare nu sunt prezentate izolat, ci sunt interpretate prin comparație cu perioada proprie de referință 1961-1990 a modelelor, 1961-1990, ceea ce înseamnă că schimbările sunt prezentate (deși eroarea modelelor nu va fi neapărat constantă în timp).

În simulări, pe lângă procesele care influențează clima naturală, sunt luate în considerare și efectele activităților umane. Deoarece evoluția acestor efecte nu este cunoscută în avans pentru întregul secol XXI, sunt elaborate unele ipoteze, așa-numite scenarii, care descriu posibilitățile viitoare de evoluție a activităților antropogene. În modelele amintite, efectele activității umane sunt cuantificate sub forma concentrației de dioxid de carbon, adică fiecare scenariu descrie diferitele evoluții ( evoluții întotdeauna strict crescătoare) ale concentrației de dioxid de carbon în atmosferă. Scenariile pot fi optimiste, pesimiste sau mai nuanțate, experimentele efectuate la SNM se bazează pe **scenariul mediu (A1B)**. În cursul realizării, în etapa simulărilor care ține până în 2000, sunt incluse concentrațiile de dioxid de carbon măsurate, după care se iau în considerare scenariile ipotetice amintite. În general, majoritatea specialiștilor care se ocupă cu modelări climatice se bazează pe perioada între 1961 și 1990 pentru că în acest fel modelul poate evidenția o schimbare destul de mare și semnificativă pentru secolul XXI.

Pentru regiunea Paks, ambele modele arată o încălzire treptată în cursul secolului XXI, atât la nivel anual, cât și sezonally și lunar. Respectiv, , cu cât mai îndepărtată este perioada de 30 de ani asupra căreia ne concentrăm, cu atât va fi mai mare creșterea temperaturii medii lunare, sezonale și anuale. Variabilitatea naturală între ani va continua să existe și, prin urmare, vor exista și în viitor luni și anotimpuri mai reci decât media .



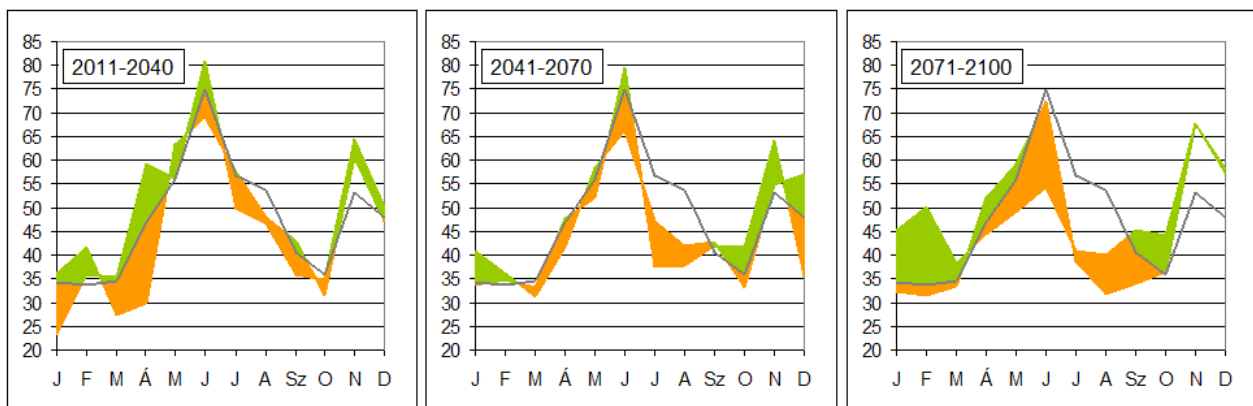


Notă:

În ilustrarea informațiilor referitoare la viitor, la schimbările prevăzute de modele pentru o anumită perioadă am adăugat valorile măsurate în perioada dintre 1961 și 1990, după care am colorat zona dintre cele două evoluții anuale pe baza rezultatelor celor două modele.

Figura 49: Evoluția anuală a temperaturilor medii lunare (°C) în regiunea Paks pe baza observațiilor între 1961 și 1990 (linie gri), precum și evoluția anuală prevăzută pe baza celor două modele (°C; intervalul de incertitudine delimitat de acestea cu fâșii colorate)

Spre deosebire de temperatură, în cazul precipitațiilor în cursul secolului XXI nu se poate vorbi despre schimbări clare și lineare, nici în privința celor trei perioade viitoare, nici în privința sezonelor și nici în privința celor două modele. Conform ambelor modele, cantitatea anuală a precipitațiilor se va schimba doar într-o măsură redusă, dar trebuie ținut cont și distribuția sezonală unde se pot observa diferențe majore. Modelele indică o scădere clară a cantității pe timpul verii și o creștere clară pe timpul toamnei; în ceea ce privește schimbările pe timpul primăverii și iernii rezultatele sunt incerte. Conform modelelor, în regiunea Paks schimbările sunt clare pentru fiecare anotimp, inclusiv la nivel anual, în toate cele trei perioade viitoare. Schimbările mai mari se pot observa la sfârșitul secolului. De asemenea, vor deveni mai frecvente vara și toamna când umiditatea atmosferică are oricum valorile cele mai mici.



Notă:

În ilustrarea informațiilor referitoare la viitor, am adăugat schimbările relative prevăzute de modele pentru o anumită perioadă (cu semn) la valorile măsurate în perioada dintre 1961 și 1990, după care am colorat zona dintre cele două evoluții anuale pe baza rezultatelor celor două modele (cu verde în cazul creșterii și cu galben în cazul scăderii).

Figura 50: Evoluția anuală a cantității totale medii de precipitații (mm) în regiunea Paks pe baza observațiilor între 1961 și 1990 (linie gri), precum și evoluția anuală prevăzută pe baza celor două modele (mm; intervalul de incertitudine delimitat de acestea cu fâșii colorate) În privința vitezei vântului modelele nu prevăd schimbări mari sau evidente, în special nu la nivel anual.

## 12 EFECTELE INVESTIȚIEI PROPUSE ȘI ALE CONDIȚIILOR DE MEDIU ASUPRA TEMPERATURII APEI DUNĂRII, EXPUNERII LA INUNDAȚII, SECURITĂȚII SISTEMULUI DE EXTRAGERE A APEI ȘI MODIFICĂRII ALBIEI

Scopul evaluării modelului dunărean în cadrul evaluării impactului Centralei Nucleare Paks II asupra mediului este să determine riscurile de expunere a zonei Centralei Nucleare de la Paks și schimbările morfodinamice ale Dunării în urma diferitelor evenimente hidrologice survenite în condițiile extreme, considerate cele mai nefavorabile, respectiv să examineze parametrii care caracterizează fascicolul de apă caldă în Dunăre produs de apa de răcire încălzită.

Prin modelările legate de Dunăre s-au examinat și analizat în detaliu următoarele:

- Evaluarea unidimensională (1D) a efectelor unor împrejurări naturale și artificiale extreme
  - amplasamentul expus la inundație
  - securitatea extragerii apei este amenințată
- Evaluarea bidimensională (2D) a evenimentelor extreme care implică un nivel scăzut sau ridicat al apei
- Modificarea albiei, efect morfodinamic
  - Modelarea unidimensională (1D) a mișcărilor sedimentelor în levitație și în flux rulant
  - Modelarea bidimensională (2D) a proceselor morfodinamice ale albiei Dunării
- Efectele apei de răcire încălzite evacuate în Dunăre – Modelarea tridimensională (3D) a fascicolului de apă caldă
- Măsurarea nivelului de amestecare în cazul unor accidente la stația de epurare

### 12.1 EFECTELE CONSTRUIRII CENTRALEI NUCLEARE PAKS II ASUPRA DUNĂRII

În cursul construirii Centralei Nucleare Paks II, lucrările de lărgire a segmentului de vărsare a canalului de apă rece și construirea corpului de bază al centralei de recuperare, la cca. 200 m în amonte de punctul existent de deversare a apei calde vor avea un efect minim asupra condițiilor de curgere a apei în apropierea malului drept al Dunării.

Pentru susținerea afirmației de mai sus, subcapitolul următor prezintă efectele asupra schimbării distribuției vitezei de curgere prin ilustrarea rezultatelor evaluărilor 2D hidrodinamice.

#### 12.1.1 EFECTELE CONSTRUIRII CENTRALEI NUCLEARE PAKS II ASUPRA ZONEI DE CURGERE ȘI SCHIMBĂRII ALBIEI

Câmpul de curgere integrat de adâncime a fost definit cu ajutorul modelului 2D calibrat pentru prezenta situație, pentru apa Dunării și apa din apropierea amplasamentului, pentru debitul mediu al Dunării pe mai mulți ani (pentru 2300 m<sup>3</sup>/s), pentru Centrala Nucleară de la Paks și starea acestora în timpul lucrărilor de construcție. Pe baza comparării celor două câmpuri de viteză, se poate constata că lucrările de construcție la Centrala Nucleară Paks II aproape că nu produc schimbări în condițiile de curgere ale Dunării (distribuția vitezei, nivele de apă). În urma celor de mai sus, există modificări neglijabile și în privința schimbării albiei și a amestecării apei calde evacuate în cazul realizării investiției propuse.

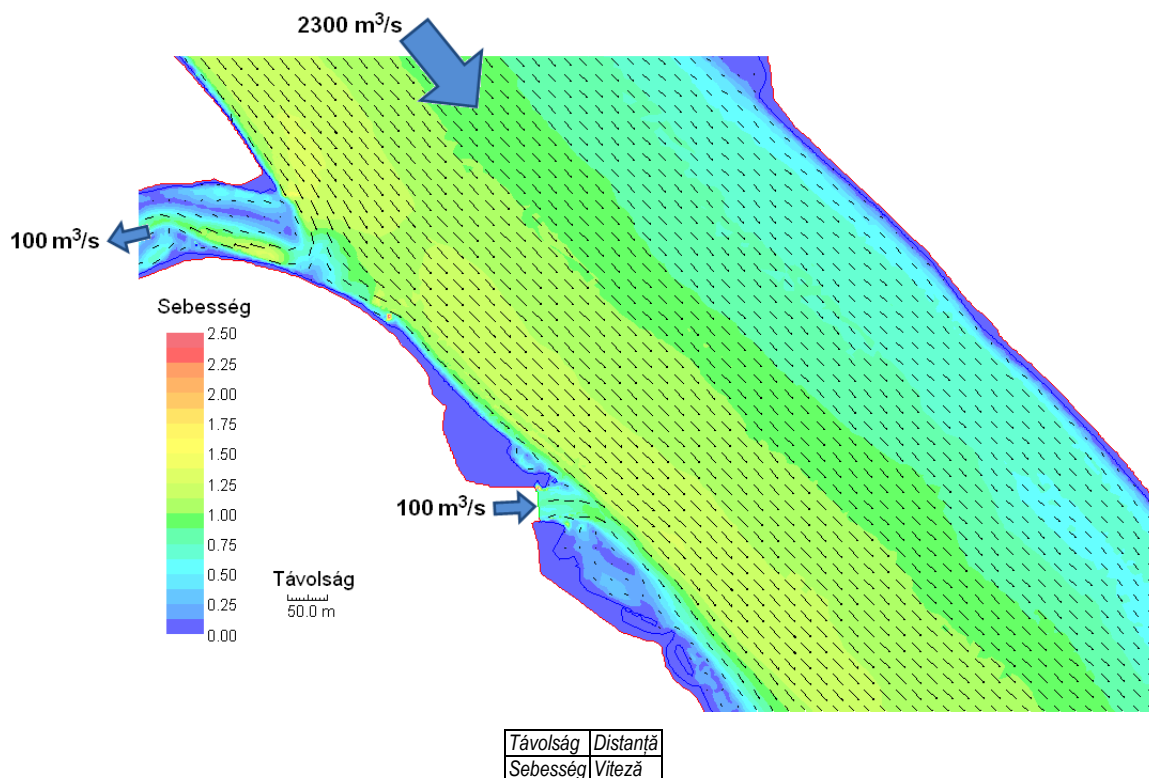


Figura 51: Câmpul de viteză calculat în apropierea estuarului canalului de apă rece și de apă caldă, în cazul unui debit de 2300 m<sup>3</sup>/s, bazat pe un debit mediu al Dunării pe mai mulți ani și pe extragerea unei cantități de apă rece de 100 m<sup>3</sup>/s – exclusiv la Centrala Nucleară de la Paks

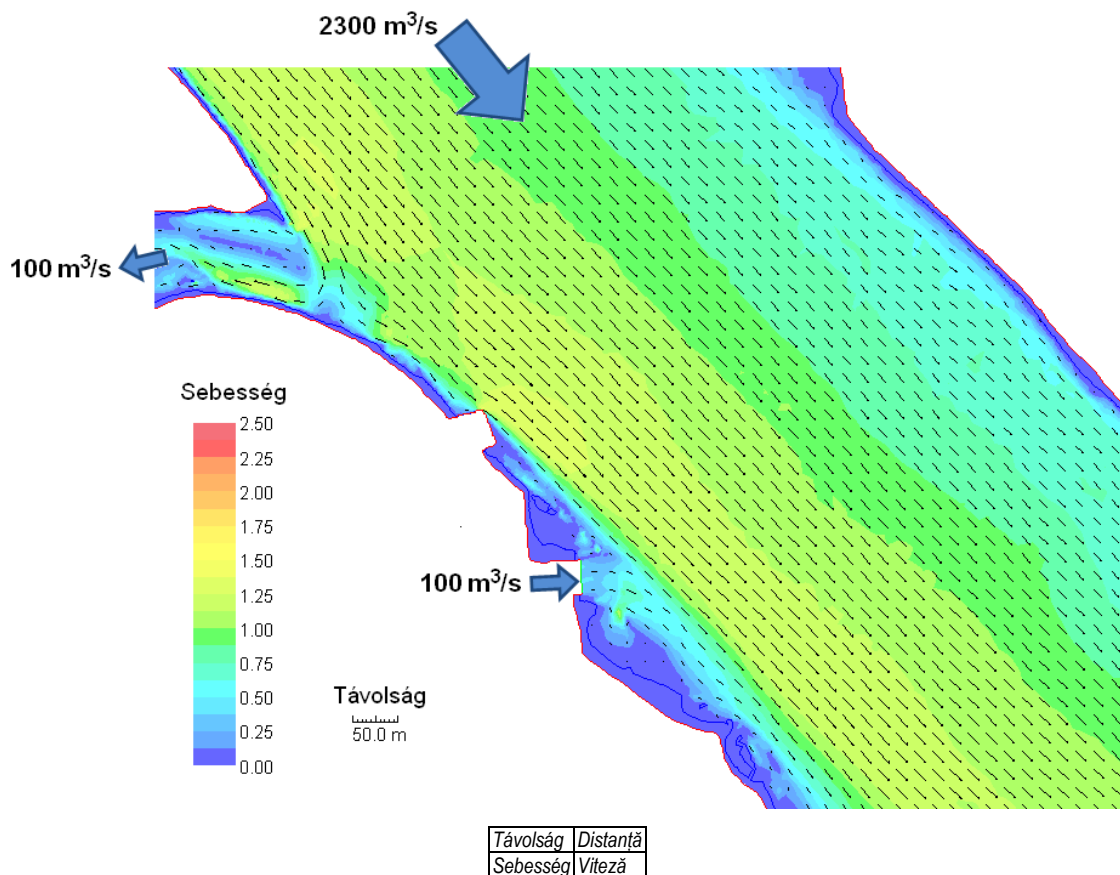


Figura 52: Câmpul de viteză calculat în apropierea estuarului canalului de apă rece și de apă caldă, în cazul unui debit de 2300 m<sup>3</sup>/s, bazat pe un debit mediu al Dunării pe mai mulți ani și pe extragerea unei cantități de apă rece de 100 m<sup>3</sup>/s (Centrala Nucleară de la Paks – Centrala Nucleară Paks II în timpul lucrărilor de construcție)

## 12.1.2 EMISII DE APE UZATE COMUNALE EPURATE ÎN PERIOADA CONSTRUIRII

Necesarul maxim de apă potabilă se prezintă atunci când prima unitate este în exploatare și, concomitent, cea de-a doua unitate este în curs de construire; cantitatea maximă de apă potabilă va fi de 646 m<sup>3</sup>/zi, iar cantitatea de ape uzate de 95% din această cantitate, adică 614 m<sup>3</sup>/zi.

Capacitatea totală a instalațiilor de tratare a apelor comunale aflate în perimetrul centralei este de 1870 m<sup>3</sup>/zi, dintre acestea funcționează instalația renovată în 2012, marcată cu „II”, cu o capacitate de 1200 m<sup>3</sup>/zi, cealaltă instalație fiind de rezervă. În prezent cantitatea medie de ape uzate comunale produse în perimetrul Centralei Nucleare de la Paks este de cca. 300 m<sup>3</sup>/zi (uzina Centralei Nucleare de la Paks), astfel va fi disponibilă cu siguranță o capacitate liberă de epurare de ~1570 m<sup>3</sup>/zi.

Ținând seama de extinderea propusă, debitul de referință de ape uzate comunale este de 1000 m<sup>3</sup>/zi (300 + 614 = 914 m<sup>3</sup>/zi) având în vedere siguranța exploatării, iar acest debit poate fi acoperit de capacitatea de epurare a instalației renovate în 2012, marcate cu „II” (1200 m<sup>3</sup>/zi).

Valorile limită privind calitatea apei receptoare sunt stabilite în Ordinul Ministerului Apelor 10/2010 (VIII. 18.) referitoare la „Valorile limită privind poluarea apelor de suprafață și regulile de aplicare ale acestora” (Anexa nr. 2: Valorile limită privind calitatea apei pentru curgerile de apă).

Clasificarea în funcție de starea ecologică a diferitelor tipuri de corpuri de apă este cuprinsă în Planul Național de Gestionare a Districtului Hidrografic (PNGDH), elaborat în conformitate cu principiile Ordinului Ministerului Protecției Mediului și a Apelor nr. 31/2004 (XII. 30.), armonizate cu Directiva Cadru privind apa (DCA) privind „unele reguli referitoare la supravegherea și evaluarea stării apelor de suprafață” („Documente însoțitoare la Capitolul 5 al PNGDH, Valori limită fizice și chimice, respectiv sistemul de clasificare referitor la buna stare a apelor de suprafață”). Acest document definește un sistem de evaluare cu un clasament cu cinci clase referitor la componentele fizice și chimice ale apelor (clasa a 5-a: Excelent, clasa a 4-a: Satisfăcător, clasa a 3-a: Mediu, clasa a 2-a: Necorespunzător, clasa 1-a: Nesatisfăcătoare).

Debitul de referință de ape uzate este mai redus decât capacitatea instalației de epurare (1870 m<sup>3</sup>/zi) atât în perioada construirii, cât și în perioada exploatării. Deoarece debitul de referință al apelor uzate este debitul înregistrat în perioada construirii, evaluarea amestecării a fost efectuată pentru un debit de ape uzate de 1000 m<sup>3</sup>/zi, cu un model 2D de transport, pentru următoarele cazuri:

### 1.) Evaluarea amestecării în cazul funcționării normale a stației de epurare

- receptorul direct este segmentul 0+050 km pe malul drept al canalului de apă caldă (situația de referință: funcționarea a 3 unități, debitul canalului: 75 m<sup>3</sup>/s),
- receptor direct: segmentul 1526+250 km pe malul drept al Dunării,
- debitul apei epurate: 1000 m<sup>3</sup>/zi,
- concentrațiile componentelor poluante în apa epurată: se încadrează în valorile limită conform autorizației privind drepturile asupra resurselor de apă ale amplasamentului (Rezoluția 917-20/2009-9992 a Inspectoratului de Protecția Mediului, Naturii și Apelor din Transdanubia de Sud).

1.1) În cazul unui debit extrem de mic al Dunării (Q = 579 m<sup>3</sup>/s),

1.2.) În cazul unui debit mediu al Dunării pe mai mulți ani (Q = 2300 m<sup>3</sup>/s).

### 2.) Evaluarea amestecării în caz de accident la stația de epurare

- receptor direct: este segmentul 1525+810 km pe malul drept al Dunării,
- debitul apei neepurate: 1000 m<sup>3</sup>/zi,
- concentrațiile componentelor poluante în apele neepurate: concentrațiile apelor uzate care ajung la stație.

2.1) În cazul unui debit extrem de mic al Dunării (Q = 579 m<sup>3</sup>/s),

2.2.) În cazul unui debit mediu al Dunării pe mai mulți ani (Q = 2300 m<sup>3</sup>/s).

În cursul evaluării amestecării trebuie să se țină cont de capacitatea corpului de apă de suprafață receptoare, în legătură cu care informațiile de clasificare se bazează pe extinderea zonei afectate de schimbările claselor de calitate a apei (a zonei de impact).

### 12.1.2.1 Sumarizarea efectelor deversării apelor uzate asupra corpului de apă al Dunării

Pe baza rezultatelor evaluării amestecării se poate constata că, în cazul funcționării normale a instalației de epurare, față de valorile limită privind calitatea fizică și chimică a apei din Ordinul Ministerului Apelor 10/2010 (VIII. 18.) referitoare la „Valorile limită privind poluarea apelor de suprafață și regulile de aplicare ale acestora” (Anexa nr. 2: Valorile limită privind calitatea apei pentru curgerile de apă), creșterea concentrației este mai mică cu un ordin de mărime și, prin urmare, deversarea practic nu duce la scăderea clasei de calitate a apei nicăieri în corpul de apă al Dunării, nici măcar în cazul unui debit extrem de mic al Dunării (o dată la fiecare 20 000 de ani,  $Q = 579 \text{ m}^3/\text{s}$ ). În ceea ce privește poluarea cu metale, efectul este și mai mic. Zona de impact în cazul funcționării normale se limitează la o fâșie de ~20 m și cu o lățime de ~4 m în aval de punctul de deversare a apelor uzate epurate în canalul de apă caldă. Impactul asupra corpului de apă al Dunării este neglijabil. Canalul de apă caldă este acoperit, prin urmare, nu produce efecte directe asupra apelor subterane. Efectul deversării apelor uzate asupra calității apelor subterane, prin corpul de apă al Dunării, este nesemnificativ.

În cazul unor avarii (deversare directă în Dunăre, prin ocolirea canalului de apă caldă), atunci când se deversează ape uzate neepurate pe segmentul 1525+810 km pe malul drept al Dunării, creșterea componentelor legate de calitatea fizică și chimică a apei Dunării este atât de mare încât aceasta poate duce la schimbarea clasei de calitate a apei în anumite zone ale corpului de apă al Dunării (o scădere mică a calității apei); zona de impact rămâne o fâșie pe malul drept al Dunării, pe o lungime de ~200 m și cu o lățime de ~10 m în aval, atunci când nivelul Dunării este extrem de mic. În cazul unui debit mediu al Dunării, zona de impact scade la mai puțin de jumătate: are o lungime de ~80 m și o lățime de ~4 m în aval. Evenimentele de avarie care pot apare sunt doar temporare, prin restabilirea funcționării a instalației de epurare se evidențiază efectele condițiilor normale de funcționare, adică se limitează la o fâșie pe malul drept al canalului de apă caldă, pe segmentul inferior, cu o lungime de 50 m și o lățime de ~8 m; prin urmare, efectul asupra Dunării este, practic, eliminat.

#### 12.1.2.2 Rezumatul efectelor deversării apelor uzate asupra rezervoarelor de apă potabilă

Rezervorul care se află cel mai aproape de locul de deversare în cazul funcționării normale (segmentul 1526+205 km pe malul drept al Dunării), la cca. 3450 m, este rezervorul Foktő-Baráka în zona de protecție hidrologică cu o durată de acces de 50 de ani, a cărei limită nordică atinge segmentul 1522,8 km al Dunării. În zonele de protecție cu o durată de acces de 50 de ani a rezervoarelor de apă potabilă ale operatorului care sunt funcționale, respectiv cele propuse pe termen lung, cu filtrare la mal, conform Ordinului Comun al Ministerului de Protecție a Mediului și a Apelor, Ministerului Sănătății și Ministerului Agriculturii nr. 6/2009 (IV. 14.) privind „Valorile limită necesare protejării mediului geologic și a contaminării apelor subterane și măsurarea poluării”, valoarea limită de poluare „B” este o concentrație de 25 mg/l nitrat (= 5,65 mg/l nitrat-N) și de 0,5 mg/l amoniu (= 0,39 amoniu-N). Conform calculelor, în urma emisiilor de ape uzate înregistrate în cazul funcționării normale în timpul lucrărilor de construcție, creșterea concentrației în corpul de apă al Dunării nu va avea efecte măsurabile în privința rezervoarelor de apă afectate.

În cazul unor accidente (când apa uzată se varsă direct în Dunăre evitând canalul de apă caldă), când trebuie să se ia în considerare emisiile de ape uzate neepurate pe segmentul 1525+810 km pe malul drept al Dunării, cu ocolirea canalului de apă caldă, deși efectele sunt măsurabile (cea mai sensibilă componentă în cazul amoniului este creșterea maximă a concentrației de 0,04 mg/l atunci când debitul mediu al Dunării este extrem de redus, sub 0,02 mg/l), dar în rezervorul de apă Foktő-Baráka, la 3010 m sub punctul de deversare, în zona de protecție cu o durată de acces de 50 ani, concentrația de amoniu (și nitrați) a Dunării nu va crește peste valorile limită definite pentru protecția calității apelor subterane. Efectul fascicolului de substanțe poluante dispare după ~20 m pentru că acest fascicol se aplatizează în direcție transversală. Evenimentele accidente care pot apare sunt doar temporare, efectele lor pot fi eliminate prin restabilirea funcționării stației de epurare, restabilind zona de impact de funcționare normală cu efectul său de creștere moderată a concentrației.

### 12.1.2.3 Monitorizarea calității apei și a apelor uzate

Monitorizarea constantă a emisiilor de apă reziduală a stației de epurare existente în centrală va fi importantă și în cursul construirii noilor unități și a exploatării instalațiilor sale; de asemenea, va fi importantă și verificarea încadrării în parametrii de calitate a apelor uzate neepurate și în valorile limită a emisiilor fixate în autorizația de exploatare a resurselor de apă și în legislația în vigoare privind examinarea monitorizării constante, în conformitate cu PNGDH elaborat pe baza DCA.

## 12.2 EFECTELE FUNCȚIONĂRII CENTRALEI NUCLEARE PAKS II ASUPRA DUNĂRII

### 12.2.1 STĂRI DE FUNCȚIONARE DE REFERINȚĂ

Modelările au fost efectuate pentru următoarele stări de funcționare de referință ale noilor unități.

*Funcționarea Centralei Nucleare de la Paks (2014-2025)*

Extragerea apei de răcire prin canalul de apă rece și reintroducerea apei calde prin canalul existent de apă caldă,  $Q = 100 \text{ m}^3/\text{s}$

*În cazul funcționării concomitente a Centralei Nucleare de la Paks și a Centralei Nucleare Paks II (2030-2032)*

Extragerea apei de răcire din Dunăre prin secțiunea transversală estuariană și descărcarea apei calde în Dunăre sunt asigurate, pe de o parte, prin canalul de apă caldă existent, prin instalația de disipare a energiei cu un debit maxim al apei calde de  $100 \text{ m}^3/\text{s}$ , iar pe de altă parte, prin instalația de recuperare care se află la 200 m în amonte, cu un debit maxim al apei calde de  $132 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q = 132 + 100 = 232 \text{ m}^3/\text{s}$ .

*În cazul funcționării independente a Centralei Nucleare Paks II (2037-2085)*

Extragerea apei de răcire și reintroducerea apei calde,  $Q = 132 \text{ m}^3/\text{s}$

### 12.2.2 DESCRIEREA SCHIMBĂRIILOR ANTICIPATE PE BAZA ANALIZEI CÂMPULUI DE VITEZĂ DE CURGERE A DUNĂRII

Cele mai mari cantități de apă extrasă și de apă caldă reintrodusă sunt prevăzute în perioada 2030-2032, cu un debit de  $232 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $100 \text{ m}^3/\text{s}$  în cazul celor 4 unități și  $132 \text{ m}^3/\text{s}$  în cazul celor 2 unități noi).

Noua instalație de extragere a apei va fi realizată în canalul de apă rece a cărui albie este lărgită, prin urmare, nu are efecte directe asupra zonei de curgere și albiei Dunării, exercitând un ușor efect indirect datorită funcționării pompelor instalației de extragere a apei și a segmentului de urmărire a canalului de apă rece (acumularea nămolului, dragare). La fel ca și în cazul altor efecte generate de centrala funcțională în prezent, acest efect indirect se resimte într-o zonă minimă și este doar temporar.

Apa caldă din cele patru unități existente este transportată în Dunăre prin canalul existent de apă caldă (segmentul 1526+250 km, malul drept), prin instalația existentă de disipare a energiei.

Se construiește un segment nou al canalului de apă caldă pentru evacuarea apei calde din cele două noi unități; la punctul de deversare a canalului în Dunăre (segmentul 1526+450 km) se construiește o instalație de recuperare. Tipul de vărsare estuarian propus al canalului de apă caldă influențează în mod direct condițiile de curgere și modificările locale ale albiei.

Efectele se manifestă prin efecte locale care modifică curgerea râului:

Evacuarea unei cantități noi de apă caldă în amonte duce la acumularea apei imediat în aval de estuarul canalului de apă rece deoarece întrerupe curentul format aproape în paralel lângă malul Dunării. Între canalul de apă rece și noul punct de evacuare a apei calde se formează vârtejuri de mari dimensiuni, cu o axă aproape verticală, unul în sensul acelor de ceasornic, celălalt în sens contrar, care se învârtesc dinamic și dau naștere din când în când la vortexuri în apropierea malului drept al Dunării. În aval de punctul de evacuare al apei calde se formează un vârtej de mari dimensiuni, în sensul acelor de ceasornic, care împinge curentul de apă caldă spre linia mediană a Dunării. Și această formațiune are un

comportament dinamic, din când în când se desprind vortexuri din el, care ajung în apa Dunării în apropierea malului drept, până la linia mediană a Dunării.

În interiorul vârtejurilor de mari dimensiuni curentul este diminuat ceea ce poate duce la depunerea aluviunilor purtate de apă și înămolirea corpului mort de apă.

În zona schimbării direcției de curgere, se anticipează o ușoară modificare a firului apei care, din poziția sa în apropierea malului drept, se va apropia de linia mediană a Dunării.

Efectele care influențează modul de curgere descris mai sus sunt mai pronunțate în perioadele când nivelul apei este mai scăzut sau mediu; în perioadele în care nivelul Dunării este mai ridicat, aceste efecte sunt mai moderate, curentul principal al Dunării fiind cel dominant.

### **12.2.2.1 Evaluarea 2D a cazurilor în care nivelul apei este extrem de scăzut sau extrem de ridicat**

Evaluarea modelelor curentului în albia Dunării, în cazul în care nivelul apei este scăzut și în cazul inundațiilor, s-a realizat cu ajutorul modelului hidrodinamic Delft3D-Flow, privind condițiile de curgere cu nivelul apei extrem de scăzut sau extrem de ridicat. Pe segmentul 1500-1530 km al Dunării, în etapele de referință din timpul exploatarei investiției propuse astfel de situații pot surveni odată la 20.000 de ani.

Segmentul evaluat al Dunării cuprinde atât secțiunea în aval, cât și secțiunea în amonte de centrala existentă și de cea propusă.

### **REZULTATELE EVALUĂRII 2D PENTRU CAZURILE ÎN CARE NIVELUL DUNĂRII ESTE EXTREM DE RIDICAT**

#### *Funcționarea Centralei Nucleare de la Paks*

Funcționare cu un debit permanent extrem de ridicat, care nu poate surveni decât odată la 20.000 de ani,  $Q_{\text{Dunăre}} = 14\,799 \text{ m}^3/\text{s}$ , cu extragerea unei cantități maxime de apă de răcire de  $100 \text{ m}^3/\text{s}$ , cu restituție prin stația de disipare a energiei.



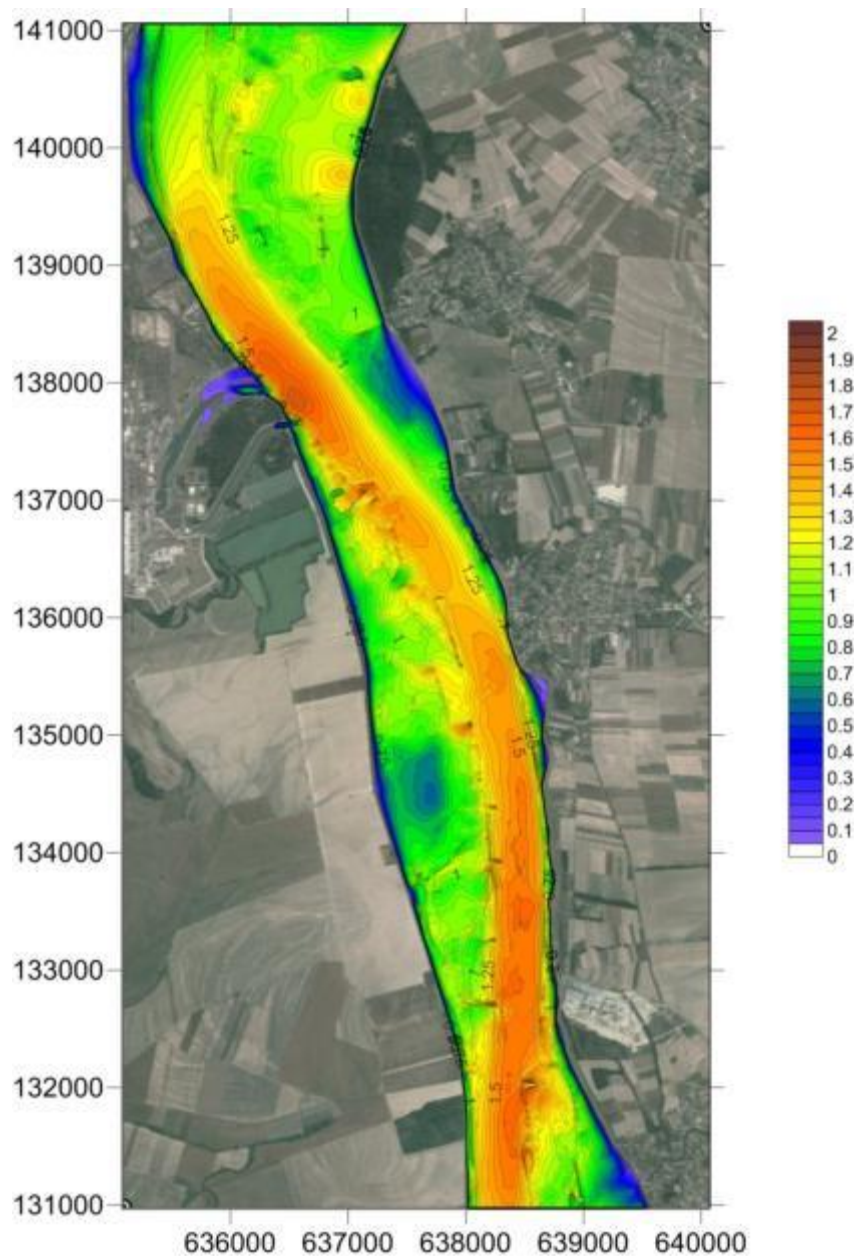


Figura 53: Prezentarea vitezei de curgere absolută pe segmentul 1519-1530 km al Dunării [m/s] – Centrala Nucleară de la Paks, la nivel extrem de mare ( $Q_{20.000ani} = 14\,799\text{ m}^3/\text{s}$ , și încazul extragerii apei de  $100\text{ m}^3/\text{s}$ ) – exclusiv Centrala Nucleară de la Paks în mod independent – cu coordonate pe baza sistemului unic de proiecție

În cazul funcționării concomitente a Centralei Nucleare de la Paks și a Centralei Nucleare Paks II

Funcționare cu un debit permanent extrem de mare, de  $Q_{\text{Dunăre}}=14\,799\text{ m}^3/\text{s}$ , care poate fi observat la fiecare 20.000 de ani, și cu extragerea unei cantități maxime de apă de răcire de  $232\text{ m}^3/\text{s}$ . Restituția apei în Dunăre este realizată prin stația de disipare a energiei de la capătul canalului existent de apă caldă, cu un debit de apă caldă de maximum  $100\text{ m}^3/\text{s}$ , precum și la 200 m în amonte de acest punct, prin instalația de recuperare propusă, cu un debit de apă caldă de maximum  $132\text{ m}^3/\text{s}$ .

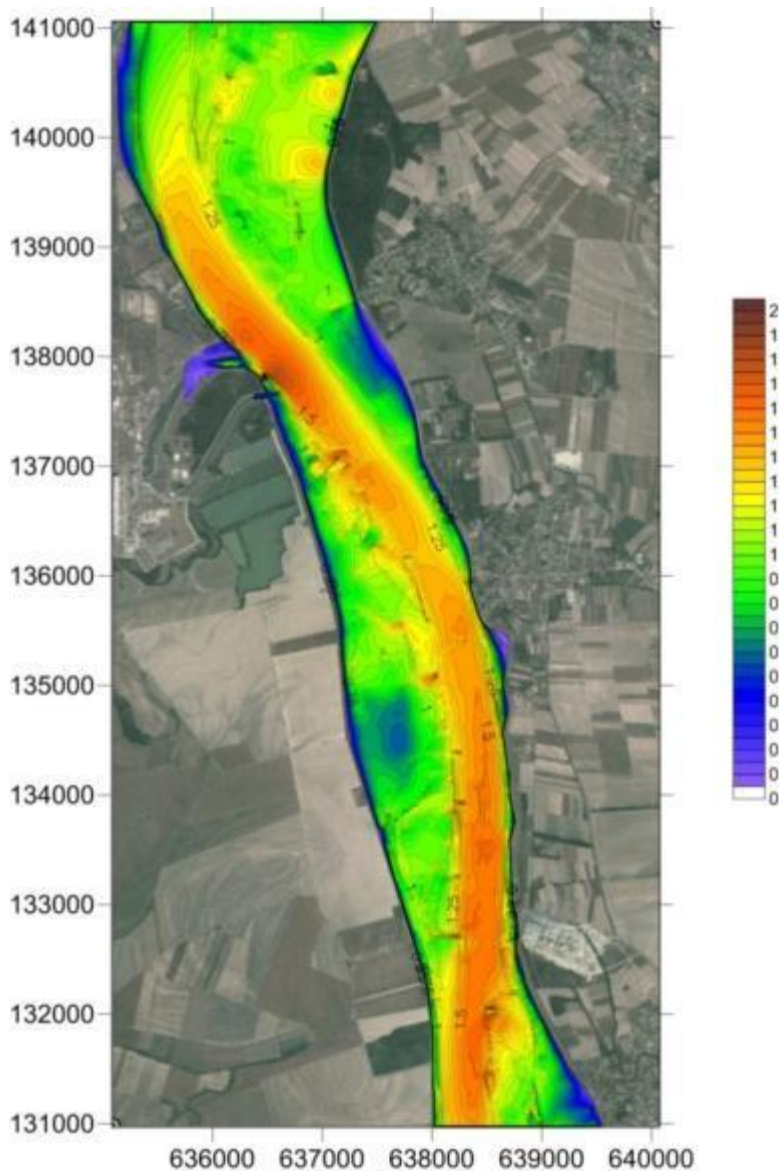


Figura 54: Situația vitezei de curgere absolută pe segmentul 1519-1530 km al Dunării [m/s] – funcționare normală de referință, nivel extrem de ridicat ( $Q_{20.000\text{ani}} = 14\,799\text{ m}^3/\text{s}$ , extragerea apei:  $232\text{ m}^3/\text{s}$ ) – funcționare simultană a Centralei Nucleare de la Paks și a Centralei Nucleare Paks II – cu coordonate stabilite pe baza sistemului unic de proiecție

## Inundații

În evaluarea inundațiilor, condiția-limită analizată (pe segmentul 1530 km al Dunării) la un nivel superior (de debit) este o viitură (de valoare maximă) cu un debit de  $Q=14\,799\text{ m}^3/\text{s}$ , care poate surveni odată la 20.000 de ani. La calcule, s-a lucrat cu o valoare-limită de nivel inferior al apei de 81,55 mrMB (pe segmentul 1500 km al Dunării).

Având în vedere condițiile de securitate, la modelare, în cursul calculelor, s-a presupus că digurile de apărare contra inundațiilor, existente pe Dunăre vor fi îmbunătățite în viitor și că se va reuși menținerea viiturilor în albie între diguri cu ajutorul măsurilor de protecție împotriva inundațiilor.

Pe baza calculelor, în timpul inundațiilor extreme (la fiecare 20.000 de ani), în condițiile cele mai nefavorabile nivelul Dunării atinge maxima de 96,90 mrMB în apropierea amplasamentului existent și al celui propus. Dacă la acest nivel al apei, digurile de pe malul drept al Dunării sau digurile de protecție ale canalului de apă rece sau cele ale canalului de apă caldă se rup, inundațiile vor evolua cum se vede în figura de mai jos.

Se poate vedea că nici o astfel de situație nu reprezintă un risc de inundație statică față de nivelul de funcționare de 97,00 mrMB din zona centralei existente sau a celei propuse, dar dacă valurile se intensifică din orice motiv, se poate genera o situație de urgență îndacă obiectivele vulnerabile de la suprafață sau prin tunelele pentru utilități, care pot fi afectate. Din acest motiv, este recomandat ca obiectivele aproape de suprafață să fie dotate cu uvraje de protecție activă (parapet, perete, etc.) sau astfel de uvraje să fie construite în cadrul investiției propuse.



Figura 55: Imaginea inundațiilor statice dacă nivelul Dunării atinge 96,90 mrMB

Situația extremă de mai sus se consideră a fi un accident deoarece nu se întrevide nici pe termen lung îmbunătățirea digurilor de pe cele două maluri, pe segmentul afectat al Dunării, prin ridicarea coronamentului rambleelor, având în vedere că nivelul de referință al inundațiilor (1%, adică observat o dată la 100 de ani) rămâne sub nivelul coronamentului actual.

Pe baza evaluărilor unidimensionale referitoare la inundații, se poate observa că în cazul unei viituri maxime extreme din direcția Bratislavei, fără îmbunătățirea digurilor, luând în considerare și efectele alunecărilor de teren și de mal, nivelul maxim al Dunării în apropierea amplasamentului rămâne sub 96,30 mrMB. Din acest motiv, în apropierea amplasamentului poate apare o inundație cu un nivel numai de g 96,30 mrMB (de ex. în urma avarierii digului de protecție) după cum se vede și în figura de mai jos.



Figura 56: Imaginea inundațiilor statice dacă nivelul Dunării atinge 96,30 mrMB

### **REZULTATELE EVALUĂRII 2D PENTRU CAZURILE ÎN CARE NIVELUL DUNĂRII ESTE EXTREM DE SCĂZUT**

În evaluarea cazurilor în care nivelul apei este extrem de scăzut, (pe segmentul 1530 km al Dunării) condiția-limită superioară (de debit) este debitul de referință de  $Q=579 \text{ m}^3/\text{s}$ , (într-o situație permanentă) observat odată la 20.000 de ani.

#### *Funcționarea Centralei Nucleare de la Paks*

Funcționare cu un debit permanent extrem de scăzut de  $Q_{\text{Dunăre}} = 579 \text{ m}^3/\text{s}$ , care apare odată la 20.000 de ani, și cu extragerea unei cantități maxime de apă de răcire de  $100 \text{ m}^3/\text{s}$  (prin canalul existent de apă rece), cu descărcare prin stația de disipare a energiei.



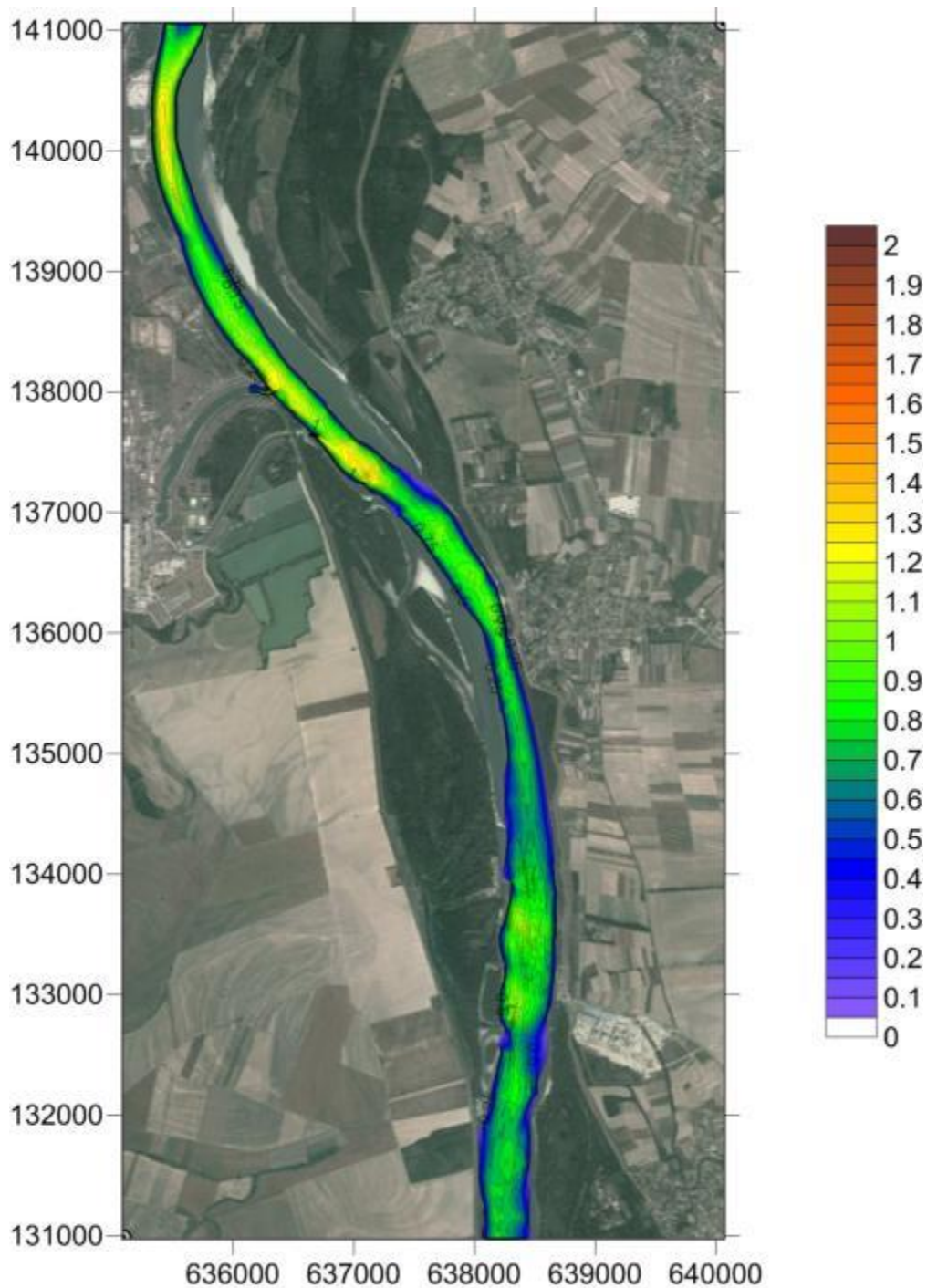


Figura 57: Situația vitezei de curgere absolută pe segmentul 1519-1530 km al Dunării [m/s] –Centrala Nucleară de la Paks în mod independent, nivel extrem de scăzut ( $Q_{20.000ani} = 579 \text{ m}^3/\text{s}$ , extragerea apei:  $100 \text{ m}^3/\text{s}$ ) – cu coordonate pe baza sistemului unic de proiecție

În cazul funcționării concomitente a Centralei Nucleare de la Paks și a Centralei Nucleare Paks II

Funcționare cu un debit permanent extrem de scăzut de  $Q_{Dunăre} = 579 \text{ m}^3/\text{s}$ , care apare odată la 20.000 de ani, și cu extragerea unei cantități maxime de apă de răcire de  $232 \text{ m}^3/\text{s}$  (cu extinderea canalului existent de apă caldă, prin secțiunea transversală la nivelul estuarizat de descărcare în Dunăre). Restituția apei în Dunăre este realizată prin canalul existent de apă caldă și prin stația de disipare a energiei (descărcare de pe malul drept), cu un debit de apă caldă de maximum  $100 \text{ m}^3/\text{s}$ , precum și la 200 m în amonte de acest punct, prin instalația de recuperare propusă, cu un debit de apă caldă de maximum  $132 \text{ m}^3/\text{s}$ , cu descărcare de pe malul drept al Dunării.

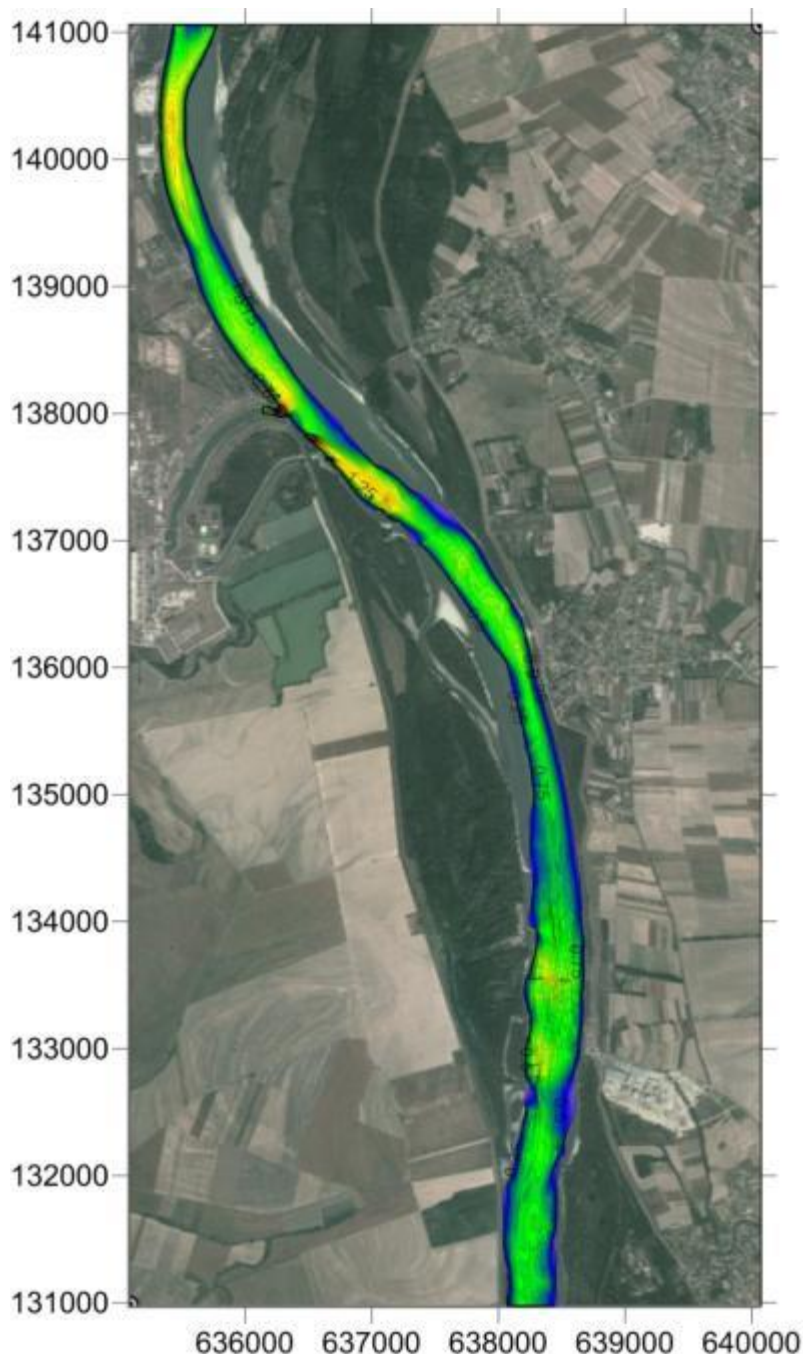


Figura 58: Situația vitezei de curgere absolută pe segmentul 1519-1530 km al Dunării [m/s] – funcționare normală de referință, nivel extrem de scăzut ( $Q_{20.000ani} = 579 \text{ m}^3/\text{s}$ , extragerea apei:  $232 \text{ m}^3/\text{s}$ ) – Centrala Nucleară de la Paks și Centrala Nucleară Paks II împreună – cu coordonate pe baza sistemului unic de proiecție

### 12.2.2.2 Evaluarea 2D sumară a efectelor hidrodinamice pentru niveluri extrem de scăzute și extrem de ridicate (segmentul 1500-1530 km al Dunării)

- În starea de bază (starea actuală) viiturile care apar odată la fiecare 20.000 de ani vor crea probleme de depășire a coronamentului digului, care este cu cca. 0,5 m mai mic pe malul stâng al Dunării, dar acest efect nu poate fi prevenit nici cu baraje temporare (numite baraje iepure).
- În secțiunea transversală a centralei, chiar și în cazul înălțării digurilor, în timpul inundațiilor extreme nivelul apei va rămâne sub (97 mrMB), sub nivelul solului în amplasamentul existent și în cel propus.
- Dacă presupunem ruperea digurilor pe malul stâng - „în mod natural” sau provocat printr-o decizie luată în situație de urgență, efectul ruperii va rămâne sub 20 cm în partea superioară a segmentului evaluat, iar viitura va trece sub nivelul solului amplasamentului existent și al celui propus.
- Prin realizarea extinderii, în cazul unui nivel extrem de scăzut al apei, creșterea cantității de apă extrasă va produce o scădere a nivelului apei sub 12 cm, în timp ce efectul extragerii apei în cazul unui nivel extrem de ridicat va rămâne sub 3 cm.
- Varianta cu alunecarea de teren duce la creșterea nivelului apei deasupra canalului de apă rece. Pe segmentul în aval de alunecarea de teren, nivelul apei scade în urma creșterii vitezei de curgere în zona de ștrangulare.
- Efectul de îngustare a albiei prin alunecare de teren, va fi de creștere, respectiv de scădere a nivelului apei (în aval sau în amonte de locul alunecării de teren), atât în condiții de nivel crescut al apei, cât și în condiții de nivel scăzut. În condiții de nivel scăzut al apei, respectiv în condiții de nivel crescut al apei, creșterea înregistrată poate atinge valori între 5, respectiv 3 cm.

### 12.2.3 EVALUAREA EFECTULUI INVESTIȚIEI ASUPRA ALBIEI DUNĂRII

În cazul în care nivelul apei este mediu, tendințele în schimbările albiei Dunării în regiunea Paks au fost, în general, determinate de evenimentele din ultimele decenii (în primul rând dragările industriale în albie, reglarea Dunării în cazul unor nivele mici sau medii ale apei, scăderea cantității de aluviuni). Tendința de scădere anuală a nivelelor scăzute sau medii ale apei Dunării trebuie să se considere caracteristică în viitor, de aceea ea trebuie să fie tratată separat de schimbările locale expectate ale albiei în urma realizării investiției propuse.

#### 12.2.3.1 Evaluarea efectelor morfodinamice locale

Schimbările albiei Dunării în condițiile operaționale de referință au fost examinate pe baza unui model morfodinamic bidimensional (2D; Delft3D-Flow).

Pe baza rezultatelor modelelor se poate constata că vectorul-cheie al modificărilor morfodinamice îl reprezintă debitul mediu al Dunării pe mai mulți ani, care este influențat doar într-o măsură mică de viiturile cu o durată mai scurtă.

Perioade hidrologice (în funcție de cantitatea anuală totală a precipitațiilor în bazinul Dunării):

- în perioade cu o cantitate medie (1-5 ani) – debitul Dunării:  $Q = 2300 \text{ m}^3/\text{s}$
- în perioade cu o cantitate semnificativ ridicată (1-5 ani) – debitul Dunării:  $Q = 3000 \text{ m}^3/\text{s}$

#### 12.2.3.2 Schimbarea firului apei

*Funcționarea Centralei Nucleare de la Paks (2014-2025)*

Firul apei care poate fi definit în starea actuală a Dunării în regiunea amplasamentului, se găsește în apropierea malului drept al albiei majore a fluviului. Poziția lui se schimbă doar într-o mică măsură în funcție de debitul Dunării.

*În cazul funcționării concomitente a Centralei Nucleare de la Paks și a Centralei Nucleare Paks II (2030-2032)*

Față de poziția actuală, firul apei se va deplasa cu maximum 25 m înspre linia mediană a Dunării, dar va rămâne în continuare în apropierea malului drept. În cazul debitului mediu al Dunării pe mai mulți ani ( $2300 \text{ m}^3/\text{s}$ ), pozițiile firului apei diferă pe un segment de cca. 1000 m. În consecință, zona de impact în apropierea amplasamentului este o fâșie de cca. 150 m pe malul drept al Dunării, pe un segment de 1000 m în aval.



În cazul funcționării independente a Centralei Nucleare Paks II (2037-2085)

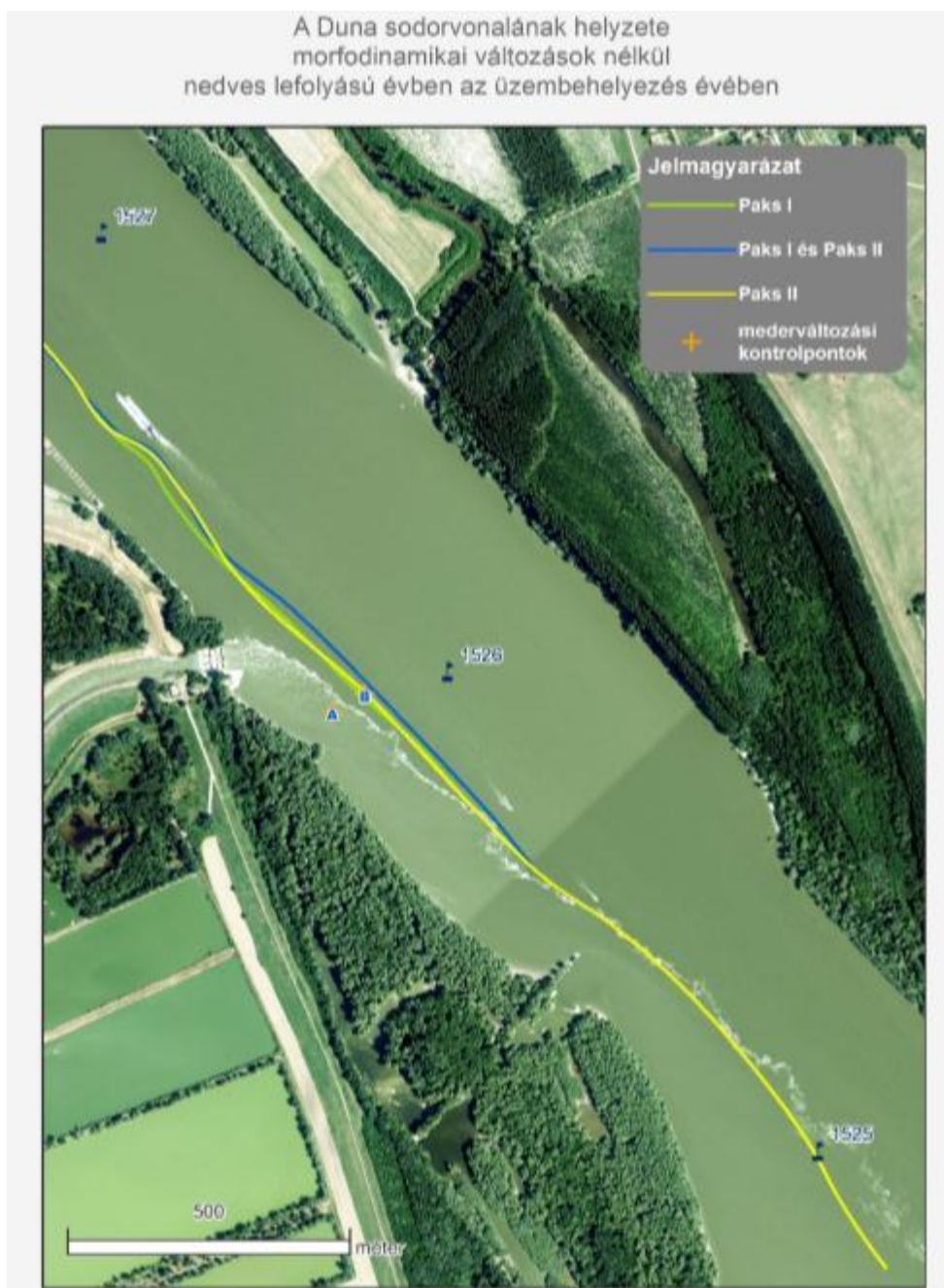
Poziția firului apei diferă de firul actual pe un segment de doar 500 m, diferența maximă fiind, de asemenea, de 25 m. În consecință, în cazul unui debit mediu multianual al Dunării (2300 m<sup>3</sup>/s), zona de impact în apropierea amplasamentului va fi o fâșie de cca. 150 m pe malul drept al Dunării, pe un segment de 500 m măsurat în direcția curgerii apei.



A Duna sodorvonalának helyzete morfordinamikai változások nélkül átlagos lefolyású évben az üzembehelyezés évében	Poziția firului apei, fără schimbări morfordinamice, în anul punerii în exploatare, în cursul unui an cu o cantitate medie de precipitații
Jelmagyarázat	Legendă
Paks I	Paks I
Paks I és Paks II	Paks I și Paks II
Paks II	Paks II
mederváltozási kontrolpontok	puncte de control privind schimbarea albiei

Figura 59: Evoluția firului apei calculată pe mai mulți ani cu un debit mediu multianual de 2300 m<sup>3</sup>/s (an hidrologic mediu), privind trei perioade de funcționare: Centrala Nucleară de la Paks în mod independent, Centrala Nucleară de la Paks și Centrala Nucleară Paks II împreună, Centrala Nucleară Paks II în mod independent

Într-un an cu o cantitate medie de precipitații, debitul mediu anual al Dunării este de 3000 m<sup>3</sup>/s (de 1,3 ori mai mare decât debitul mediu multianual). În acest caz, zona longitudinală de impact crește cu cca. 10% (1100 m), în timp ce mutarea poziției firului apei înspre linia mediană a Dunării scade cu aproximativ 10% (22 m).



A Duna sodorvonalának helyzete morfolodinamikai változások nélkül nedves lefolyású évben az üzembehelyezés évében	Poziția firului apei, fără schimbări morfolodinamice, în anul punerii în exploatare, în cursul unui an cu o cantitate ridicată de precipitații
Jelmagyarázat	Legendă
Paks I	Paks I
Paks I és Paks II	Paks I și Paks II
Paks II	Paks II
mederváltozási kontrolpontok	puncte de control privind schimbarea albiei

Figura 60: Evoluția firului apei calculat în cazul unui debit de 3000 m<sup>3</sup>/s (an hidrologic cu o cantitate ridicată de precipitații), privind trei perioade de funcționare: Centrala Nucleară de la Paks în mod independent, Centrala Nucleară de la Paks și Centrala Nucleară Paks II împreună, Centrala Nucleară Paks II în mod independent

Schimbările în viteza de curgere și, prin urmare, și mutarea poziției firului apei, sunt cele mai mari la începutul perioadei de funcționare în condiții de referință modificate. După un timp, schimbările albiei reduc anomaliiile de curgere a apei, iar după cca. 5 ani, albia se adaptează la condițiile schimbate (se umple, respectiv se adâncește), se liniștește și nu mai prezintă alte schimbări .

### 12.2.3.3 Evoluția probabilă a schimbărilor locale ale albiei Dunării în urma investiției propuse

Figurile de mai jos ilustrează schimbările albiei calculate pe o perioadă de funcționare de 5 ani. În aceste figuri, schimbările albiei, marcate în culori, au fost transparentizate, apoi suprapuse pe ortofotografia obținută dintr-o fotografie aeriană făcută la 22 iulie 2013, când debitul măsurat al Dunării (hidrometrul din Dombor) a fost de ~2000 m<sup>3</sup>/s. Calculele au fost efectuate pentru un debit mediu multianual de 2300 m<sup>3</sup>/s.

#### **FUNCȚIONAREA CENTRALEI NUCLEARE DE LA PAKS (2014-2025)**

Debitul Dunării:  $Q_{Dunăre} = 2300 \text{ m}^3/\text{s}$  (de nivel mediu), extragerea apei:  $Q = 100 \text{ m}^3/\text{s}$

În figura de mai jos (Figura

Számított mederváltozás Paks I üzemelésekor átlagos lefolyású évben ötéves üzemidő után	Schimbarea albiei calculată în timpul funcționării Centralei Nucleare Paks I, în cursul unui an cu o cantitate ridicată de precipitații, după cinci ani de funcționare
Jelmagyarázat	Legendă

Figura 61) se vede că limita schimbărilor de albie de-a lungul fascicolului de apă caldă va trece prin partea nordică a instalației de disipare a energiei, de-a lungul apei Dunării, după ce trece de instalația de ghidare care atinge zona de curgere (un pinten mic) și care apoi este tulburată (devine spumoasă) de vârtejurile din zona de curgere.





Számított mederváltozás Paks I üzemelésekor átlagos lefolyású évben öt éves üzemidő után	Schimbarea albiei calculată în timpul funcționării Centralei Nucleare Paks I, în cursul unui an cu o cantitate ridicată de precipitații, după cinci ani de funcționare
Jelmagyarázat	Legendă

Figura 61: Schimbarea albiei calculată după 5 ani de funcționare, în condițiile unui debit al Dunării de 2300 m<sup>3</sup>/s (an hidrologic mediu) și de extragere a unei cantități de apă de răcire de 100 m<sup>3</sup>/s – funcționare independentă a Centralei Nucleare de la Paks (2014-2025)

În cazul schimbării albiei calculate pentru un an cu o cantitate mai ridicată de precipitații, adâncirea locală maximă este sub 40 cm, în timp ce nivelul de umplere a albiei este sub 80 cm.

**FUNCȚIONAREA CONCOMITENTĂ A CENTRALEI NUCLEARE DE LA PAKS ȘI A CENTRALEI NUCLEARE PAKS II (2030-2032)**

Debitul Dunării:  $Q_{Dunăre} = 2300 \text{ m}^3/\text{s}$  (debit mediu), extragerea apei:  $Q = 100 \text{ m}^3/\text{s} + 132 \text{ m}^3/\text{s} = 232 \text{ m}^3/\text{s}$

Schimbările albiei pe 5 ani în cazul funcționării concomitente a Centralei Nucleare de la Paks și a Centralei Nucleare Paks II, arată o adâncire de cca. 10 cm față de schimbările albiei datorită funcționării Centralei Nucleare de la Paks în zona fascicolului existent de apă caldă; de asemenea, pe un segment de 200 m între locul nou pentru descărcarea apei calde și cel existent, de-a lungul fascicolului, va apărea probabil o adâncire de cca. 40 cm. Între fascicolul de apă caldă și mal se așteaptă să apară o umplere minimă. Efectele locale în apropierea segmentului de 1525+500 km al Dunării (dig transversal, instalația construită pe malul drept al Dunării care atinge zona de curgere), devin abia perceptibile.



Számított mederváltozás Paks I és Paks II együttes üzemelésekor átlagos lefolyású évben öt éves üzemidő után	Schimbarea albiei calculată în timpul funcționării concomitente a Centralei Nucleare Paks I și a Centralei Nucleare Paks II, în cursul unui an cu o cantitate medie de precipitații, după cinci ani de funcționare
Jelmagyarázat	Legendă

Figura 62: Schimbare așteptată a albiei, după 5 ani de funcționare, în cazul unui debit al Dunării de  $2300 \text{ m}^3/\text{s}$  (an hidrologic mediu) și a extragerii unei cantități de apă de răcire de  $100 \text{ m}^3/\text{s}$  (condiții în perioada 2030-2032) – funcționarea Centralei Nucleare de la Paks și a Centralei Nucleare Paks II împreună (2030-2032)



### **FUNCȚIONAREA INDEPENDENTĂ DE REFERINȚĂ A CENTRALEI NUCLEARE PAKS II (2037-2085)**

Debitul Dunării:  $Q_{Dunăre} = 2300 \text{ m}^3/\text{s}$  (debit mediu), extragerea apei de răcire:  $Q = 132 \text{ m}^3/\text{s}$

Schimbările albiei pe 5 ani în cazul funcționării independente a Centralei Nucleare Paks II, arată o adâncire de cca. 5 cm în zona fascicolului existent de apă caldă față de schimbările albiei datorită funcționării Centralei Nucleare de la Paks. De asemenea, pe un segment de 200 m între locul nou pentru descărcarea apei calde și cel existent, va apare probabil o adâncire de cca. 10 cm de-a lungul fascicolului- deoarece efectul de acumulare dispare odată cu dispariția fascicolului inferior. Între fascicol și mal se așteaptă să apară o umplere minimă. Efectele locale în aval de segmentul de 1525 km al Dunării devin neglijabile.



Számított mederváltozás Paks II üzemelésekor átlagos lefolyású évben öt éves üzemidő után	Schimbarea așteptată a albiei în timpul funcționării Centralei Nucleare Paks II, în cursul unui an cu o cantitate medie de precipitații, după cinci ani de funcționare
Jelmagyarázat	Legendă

Figura 63: Schimbarea așteptată a albiei, după 5 ani de funcționare, în cazul unui debit al Dunării de  $2300 \text{ m}^3/\text{s}$  (an hidrologic mediu) și extragerii unei cantități de apă de răcire de  $100 \text{ m}^3/\text{s}$  (condiții în perioada 2037-2085) – funcționarea independentă a Centralei Nucleare Paks II (2037-2085)

### 12.2.3.4 Rezultatele cumulate ale evaluării schimbărilor locale ale albiei

În urma al calculelor privind schimbările locale ale albiei după cinci (5) ani de funcționare - care este aproape o perioadă de consolidarea fundului albiei se constată că :

- Vectorul-cheie al schimbărilor albiei este debitul mediu multianual al Dunării care este modificat doar într-o mică măsură de viiturile cu o durată mai mică.
- În timpul unor perioade de funcționare cu o cantitate de precipitații cu mult peste medie (3000 m<sup>3</sup>/s), schimbările fundului albiei se intensifică doar într-o măsură mică față de modificările în condiții de debit multianual al Dunării (2300 m<sup>3</sup>/s).
- Gradul de umplere a albiei la nivel local a fost de maximum 80 cm, în timp ce adâncirea locală maximă a fost de cel mult 40 cm. Zona afectată nu este semnificativă.
- Diferența între schimbările albiei în cazul funcționării independente a Centralei Nucleare de la Paks (2014-2025) și a funcționării independente a Centralei Nucleare Paks II (2037-2085) este minimă.
- În cazul funcționării concomitente a Centralei Nucleare de la Paks și a Centralei Nucleare Paks II (2030-2032) apar diferențe majore în schimbarea albiei față de funcționarea independentă. Acest efect, însă, scade după 2 ani, în urma opririi unităților conform calendarului de prelungire a perioadei de exploatare, deoarece extragerea și emisia de apă scad cu 25 m<sup>3</sup>/s în fiecare unitate, apoi în 2037 începe perioada funcționării independente a Centralei Nucleare Paks II.

Stări de funcționare de referință a extinderii propuse (Paks II)	Delimitarea zonei de impact morfodinamic și de curgere în albie în cazul realizării investiției propuse, față de condițiile inițiale	
	Lungimea zonei de impact în direcția principalului curent [segmentul Dunării km], [m]	Lățimea zonei de impact de la malul drept al Dunării, de-a lungul secțiunii transversale [m]
Centrala Nucleară de la Paks și Centrala Nucleară Paks II împreună (232 m <sup>3</sup> /s)	1525+500 - 1527+000 km (1500 m)	maximum 300 m
Centrala Nucleară Paks II în mod independent (132 m <sup>3</sup> /s)	1526+000 - 1527+000 km (1000 m)	maximum 200 m

Tabelul 36: Zona de impact morfodinamică și de curgere în albie în cazul realizării investiției propuse, față de condițiile actuale

### 12.2.4 DEVERSAREA APEI ÎNCĂLZITE ÎN DUNĂRE

Apa tehnologică de răcire încălzită în noile unități va fi deversată în Dunăre, prin instalația de recuperare, pe malul drept al Dunării, pe segmentul 1526+450 km, în amonte de locul actual de deversare care urmează să fie construit la ~200 m de la canalul existent de apă caldă, în partea nordică.

Tabelul de mai jos prezintă calendarul funcționării Centralei Nucleare de la Paks și a unităților propuse.

Perioada [ani]	Debit maxim de apă caldă [m <sup>3</sup> /s]	Numărul unităților funcționale [buc.]	Ani de referință [an]	Temperatura anuală maximă estimată a Dunării [°C]
2014 (prezent)	100	4 unități existente ale Centralei Nucleare de la Paks	anul 2014	25,61 [°C]
2014-2025	100	4 unități existente ale Centralei Nucleare de la Paks		
2025-2030	166	4 unități existente ale Centralei Nucleare de la Paks + 1 unitate nouă		
2030-2032	232	4 unități existente ale Centralei Nucleare de la Paks + 2 unități noi	anul 2032	26,38 [°C]
2032-2034	207	3 unități existente ale Centralei Nucleare de la Paks + 2 unități noi		
2034-2036	182	2 unități existente ale Centralei Nucleare de la Paks + 2 unități noi		
2036-2037	157	1 unitate existentă a Centralei Nucleare de la Paks + 2 unități noi		
2037-2085	132	2 unități noi	anul 2085	28,64 [°C]
2085-2090	66	1 unitate nouă		
din 2090	0	-		

Tabelul 37: Evoluția debitului de apă caldă (Q m<sup>3</sup>/s) în cazul realizării investiției propuse, cu temperatura anuală maximă estimată a Dunării (T<sub>Dunăre</sub>, °C) în anii de referință



În anii de referință (2014, 2032 și 2085), conform celor mai pesimiste scenarii climatice (DMI-B2 PRODUCE: încălzirea Pământului între 2000 și 2100: 1,8°C), durata estimată a depășirii temperaturilor celor mai ridicate ale Dunării, care sunt considerate ca fiind valori de referință, este de doar 1 zi/an în cazul unui debit al Dunării sub 1500 m<sup>3</sup>/s.

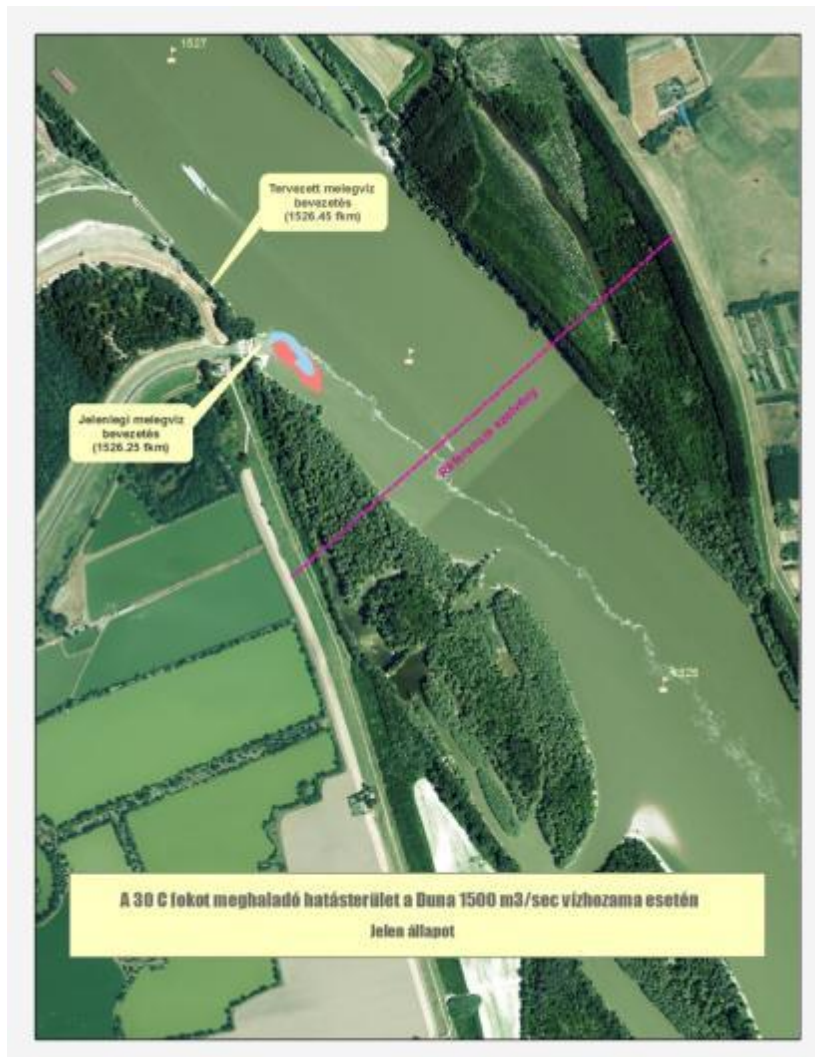
#### 12.2.4.1 Determinarea zonei de impact afectate de o temperatură a Dunării de peste 30°C în cazul unui debit al Dunării de 1500 m<sup>3</sup>/s

În anii de referință 2014, 2032 și 2085, zonele de impact afectate de o temperatură a Dunării de peste 30°C, adică zona curentului de apă caldă, sunt prezentate în următoarele trei figuri consecutive.

##### **DETERMINAREA ZONEI DE IMPACT PENTRU ANUL DE REFERINȚĂ 2014, ÎN CAZUL UNUI DEBIT AL DUNĂRII DE 1500 M<sup>3</sup>/S**

- Temperatura Dunării ( $T_{Dun\grave{a}re}$ ): 25,61°C,
- Debitul apei de răcire ( $q$ ): 100 m<sup>3</sup>/s, deversat în Dunăre în locul actual de deversare,
- Temperatura apei de răcire încălzite:
  - (Cazul 1)  $T_{ap\grave{a}\ cald\grave{a}}=33^{\circ}C$  și
  - (Cazul 2) deversare la o treaptă de temperatură de 8°C ( $T_{ap\grave{a}\ cald\grave{a}} = T_{Dun\grave{a}re}+8^{\circ}C = 33,61^{\circ}C$ ).

Corpul apei cu o temperatură de peste 30°C, situația temperaturii Dunării pe o durată estimată de referință de 1 zi/an, calculată pentru 2014, ilustrată în figura de mai jos (Figura Figura 64).



Notă:

albastru: deversare apă caldă 33°C, roșu: treaptă termică de 8 °C

Tervezett melegvíz bevezetés (1526,45 fkm)

Deversarea propusă pentru apa caldă (segmentul 1526,45 km)

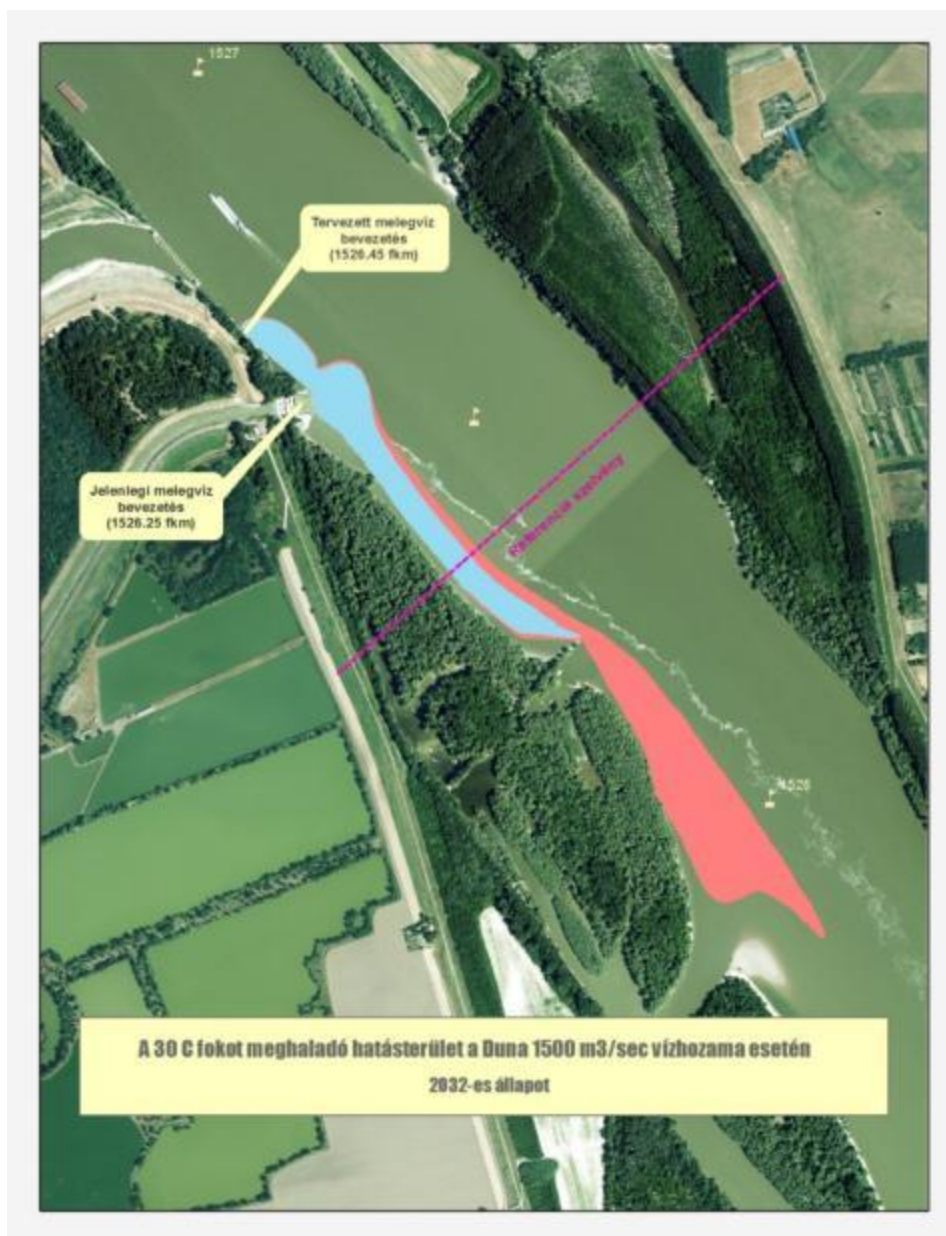
Jelenlegi melegvíz bevezetés (1526,25 fkm)	Deversarea actuală a apei calde (segmentul 1526,25 km)
Referencia szelvény	Secțiune de referință
A 30°C fokot meghaladó hatásterület a Duna 1500 m <sup>3</sup> /s vízhozama esetén Jelen állapot	Zona de impact cu o temperatură de peste 30°C în cazul unui debit al Dunării de 1500 m <sup>3</sup> /s Condițiile actuale

Figura 64: Zona de impact a curentului de apă caldă de peste 30°C – Condițiile actuale ( $T_{Dunăre,max}=25,61$  °C,  $Q_{Dunăre}=1500$  m<sup>3</sup>/s, debit apă caldă: 100 m<sup>3</sup>/s)

### **DETERMINAREA ZONEI DE IMPACT PENTRU ANUL DE REFERINȚĂ 2032, ÎN CAZUL UNUI DEBIT AL DUNĂRII DE 1500 M<sup>3</sup>/S**

- $T_{Dunăre}=26,38$ °C,
- În timpul funcționării concomitente a Centralei Nucleare de la Paks și a Centralei Nucleare Paks II,  $q_{actual}=100$  m<sup>3</sup>/s se vor deversa în locul actual de deversare, în timp ce  $q_{2032}=132$  m<sup>3</sup>/s va fi deversat în locul de deversare propus în amonte (cu 200 m mai sus) de locul actual, prin instalația de recuperare,
- Temperatura apei de răcire încălzite:
  - (Cazul 1)  $T_{apă\ caldă}=33$ °C și
  - (Cazul 2)  $T_{apă\ caldă}=34,38$ °C (la o treaptă de temperatură de 8°C).

Corpul apei cu o temperatură de peste 30°C, situația temperaturii Dunării pe o durată estimată de referință de 1 zi/an, calculată pentru 2032, ilustrată în figura de mai jos.



Notă:

albastru: deversare apă caldă 33°C, roșu: treaptă termică de 8 °C

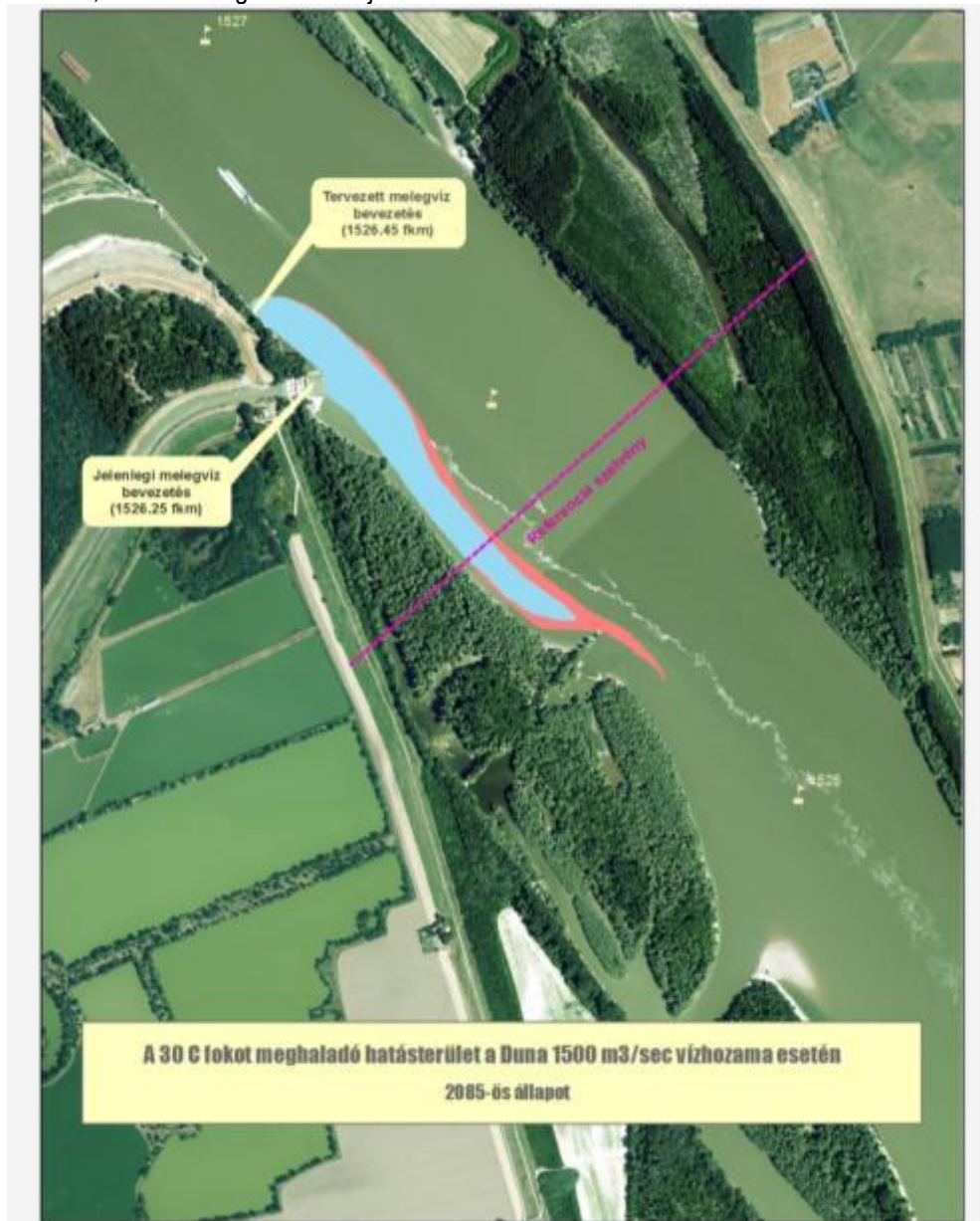
Tervezett melegvíz bevezetés (1526,45 fkm)	Deversarea propusă pentru apa caldă (segmentul 1526,45 km)
Jelenlegi melegvíz bevezetés (1526,25 fkm)	Deversarea actuală a apei calde (segmentul 1526,25 km)
Referencia szelvény	Secțiune de referință
A 30°C fokot meghaladó hatásterület a Duna 1500 m <sup>3</sup> /s vízhozama esetén 2032-es állapot	Zona de impact cu o temperatură de peste 30°C în cazul unui debit a Dunării de 1500 m <sup>3</sup> /s Condițiile din anul 2032

Figura 65: Zona de impact a curentului de apă caldă de peste 30°C – Condițiile în anul 2032 ( $T_{Dunăre,max}=26,38^{\circ}C$ ,  $Q_{Dunăre}= 1500 m^3/s$ , debit apă caldă:  $100 m^3/s + 132 m^3/s$ )

**DETERMINAREA ZONEI DE IMPACT PENTRU ANUL DE REFERINȚĂ 2085, ÎN CAZUL UNUI DEBIT AL DUNĂRII DE 1500 m<sup>3</sup>/s**

- $T_{Dun\grave{a}re}=28,64^{\circ}C$ ,
- $q_{2085}=132\text{ m}^3/s$  se vor deversa în locul de deversare propus în amonte de locul actual, prin instalația de recuperare,
- Temperatura apei de răcire încălzite:  
 (Cazul 1)  $T_{ap\grave{a}\text{ cald}\grave{a}}=33^{\circ}C$  și  
 (Cazul 2)  $T_{ap\grave{a}\text{ cald}\grave{a}}=36,64^{\circ}C$  (la o treaptă de temperatură de  $8^{\circ}C$ ).

Corpul apei cu o temperatură de peste  $30^{\circ}C$ , situația temperaturii Dunării cu o durată estimată de referință de 1 zi/an, calculată pentru 2085, ilustrată în figura de mai jos.



Notă:  
albastru: deversare apă caldă  $33^{\circ}C$ , roșu: treaptă termică de  $8^{\circ}C$

Tervezett melegvíz bevezetés (1526,45 fkm)	Deversarea propusă pentru apa caldă (segmentul 1526,45 km)
Jelenlegi melegvíz bevezetés (1526,25 fkm)	Deversarea actuală a apei calde (segmentul 1526,25 km)
Referencia szelvény	Secțiune de referință
A $30^{\circ}C$ fokot meghaladó hatásterület a Duna 1500 m <sup>3</sup> /s vízhozama esetén 2085-ös állapot	Zona de impact cu o temperatură de peste $30^{\circ}C$ în cazul unui debit al Dunării de 1500 m <sup>3</sup> /s Condițiile din anul 2085

Figura 66: Zona de impact a curentului de apă caldă de peste  $30^{\circ}C$  – Condițiile în anul 2085 ( $T_{Dun\grave{a}re,max}=28,64^{\circ}C$ ,  $Q_{Dun\grave{a}re}=1500\text{ m}^3/s$ , debit apă caldă:  $132\text{ m}^3/s$ ) – Centrala Nucleară Paks II în mod independent



Pe baza figurilor de mai sus, se poate constata că, în condițiile actuale, în secțiunea de referință de 500 m (segmentul 1525,75 km) temperatura maximă a apei Dunării nu atinge valoarea limită de 30°C. În anii de referință 2032 și 2085 (în cazul unui debit de referință al Dunării de 1500 m³/s), în cazul deversării de apă caldă cu o temperatură de 33°C, în secțiunea de referință se poate constata o depășire ușoară a valorii limită de 30°C. În cazul deversării de apă caldă cu o treaptă de temperatură de 8°C, se poate constata o depășire mai mare a valorii limită.

### 1.1.1.1 DURATA DEPĂȘIRII VALORII LIMITĂ 30°C PRECONIZATĂ ÎN SECȚIUNEA DE REFERINȚĂ DE +500 M

#### CENTRALA NUCLEARĂ DE LA PAKS + CENTRALA NUCLEARĂ PAKS II (2032)

Evoluția temperaturilor maxime ale apei Dunării, calculate pentru secțiunea de referință de 500 m, respectiv durata depășirii valorii limită de 30°C, calculată pe baza scenariului climatic mai pesimist (DMI-B2 PRODUCE) sunt prezentate în tabelul de mai jos. Durata debitului de sub 1500 m³/zi este de cca. 1 zi/an în cazul temperaturii de referință a Dunării (26,38°C), dar pentru siguranță, am luat în considerare durata mai mare valabilă pentru un debit de 2800 m³/s.

Intervalul depășirii valorii limită care presupune intervenție	Condiții de referință (2014)		Condiții de referință (2032)	
	Treaptă de temperatură de 8 [°C]	33 [°C] deversare apă caldă	8 [°C] hőlépcső	33 [°C] deversare apă caldă
Temperatura maximă estimată a Dunării [°C]	25,61 [°C]		26,38 [°C]	
Temperatura maximă calculată a Dunării [°C]	26,11 [°C]	26,36 [°C]	24,31 [°C]	25,11 [°C]
Durata estimată a depășirii [zile] – în cazul unui debit al Dunării de 2800 m³/zi	0,2 [zi/an]	0,1 [zi/an]	13 [zi/an]	7 [zi/an]

Tabelul 38: Durata depășirii valorii limită (2032) – Centrala Nucleară de la Paks + Centrala Nucleară Paks II

#### Centrala Nucleară Paks II (2085.)

În cazul funcționării independente a Centralei Nucleare Paks II, în noul loc de deversare este evacuată o cantitate de apă de răcire de 132 m³/s prin instalația de recuperare. Expunerea termică este mai mare decât în anul 2032, dar în urma schimbărilor climatice valoarea limită de 30°C (în cazul unui debit al Dunării sub 1500 m³/s și cu o durată estimată de maxim 1 zi/an) poate fi menținută doar după digul transversal din cauza creșterii maxime a temperaturii de bază produsă de schimbările climatice, având în vedere că în acest caz, creșterea permisă a temperaturii curentului este de doar 30 - 28,64 = 1,36°C în secțiunea de referință de 500 m.

Evoluția temperaturilor maxime ale apei Dunării, calculate pentru stările de referință și pentru secțiunea de referință de 500 m, respectiv durata depășirii valorii limită de 30°C, calculată pe baza scenariului climatic mai pesimist (DMI-B2 PRODUCE) sunt prezentate în tabelul de mai jos. Durata debitului de sub 1500 m³/zi este de cca. 1 zi/an în cazul temperaturii de referință a Dunării (28,64°C), dar pentru siguranță, am luat în considerare durata mai mare valabilă pentru un debit de 2800 m³/s.

Intervalul depășirii valorii limită care presupune intervenție	Condiții de referință (2014)		Condiții de referință (2085)	
	Treaptă de temperatură de 8 [°C]	33 [°C] deversare apă caldă	Treaptă de temperatură de 8 [°C]	33 [°C] deversare apă caldă
Temperatura maximă estimată a Dunării [°C]	25,61 [°C]		28,64 [°C]	
Temperatura maximă calculată a Dunării [°C]	26,11 [°C]	26,36 [°C]	23,81 [°C]	25,23 [°C]
Durata estimată a depășirii [zile] – în cazul unui debit al Dunării de 2800 m³/zi	0,2 [zi]	0,1 [zi/an]	40 [zi/an]	20 [zi/an]

Tabelul 39: Durata depășirii valorii limită (2085) – Centrala Nucleară Paks II funcționând în mod independent

Posibilități de prevenire a depășirii valorii limită:

- re-introducere,
- oprirea unității,
- întreținerea unității.

### 12.2.4.2 Disiparea temperaturii în secțiunea Dunării de la granița sudică a Ungariei (segmentul 1433 km) în cazul unui debit al Dunării de 1500 m<sup>3</sup>/s

De la punctul de deversare în Dunăre (segmentul 1526,25 km) până la granița sudică a țării (segmentul 1433 km), apa caldă parcurge o distanță de ~93 km în albia Dunării, în medie în 24 de ore în cazul unui debit mediu al Dunării (2300 m<sup>3</sup>/s); timpul necesar parcurgerii acestei distanțe crește în cazul unor debite mai mici.

Schimbările cele mai mari ale temperaturii calculate pentru secțiunea de la granița sudică pentru anii de referință 2014, 2032 și 2085 sunt prezentate în tabelul de mai jos.

*Efectul deversării apei calde cu o temperatură de 33°C în secțiunea Dunării de la granița sudică*

Variația maximă a temperaturii în secțiunea Dunării de la granița sudică (segmentul 1433 km)		
T <sub>apă caldă</sub> = 33 °C, Q <sub>Dunăre</sub> = 1500 m <sup>3</sup> /s		
$\Delta T_{Max} = T_{Max} - T_{De\ fond}$ [°C]		
Condițiile de referință în anul 2014	Condițiile de referință în anul 2032	Condițiile de referință în anul 2085
T <sub>Max</sub> = 26,08 [°C]	T <sub>Max</sub> = 28,13 [°C]	T <sub>Max</sub> = 28,95 [°C]
T <sub>De fond</sub> = 25,61 [°C]	T <sub>De fond</sub> = 26,38 [°C]	T <sub>De fond</sub> = 28,64 [°C]
$\Delta T_{Max}$ = 0,47 [°C]	$\Delta T_{Max}$ = 1,75 [°C]	$\Delta T_{Max}$ = 0,31 [°C]

Tabelul 40: Variația maximă a temperaturii în secțiunea Dunării de la granița sudică, T<sub>apă caldă</sub> = 33°C (condițiile de referință din anii 2014, 2032 și 2085)

*Efectul deversării apei calde la o treaptă de temperatură de 8°C în secțiunea Dunării de la granița sudică*

Variația maximă a temperaturii în secțiunea Dunării de la granița sudică (segmentul 1433 km)		
$\Delta T_{Treaptă\ de\ temperatură} = 8\ °C$ , Q <sub>Dunăre</sub> = 1500 m <sup>3</sup> /s		
$\Delta T_{Max} = T_{Max} - T_{De\ fond}$ [°C]		
Condițiile de referință în anul 2014	Condițiile de referință în anul 2032	Condițiile de referință în anul 2085
T <sub>Max</sub> = 26,40 [°C]	T <sub>Max</sub> = 28,24 [°C]	T <sub>Max</sub> = 29,55 [°C]
T <sub>De fond</sub> = 25,61 [°C]	T <sub>De fond</sub> = 26,38 [°C]	T <sub>De fond</sub> = 28,64 [°C]
$\Delta T_{Max}$ = 0,79 [°C]	$\Delta T_{Max}$ = 1,86 [°C]	$\Delta T_{Max}$ = 0,91 [°C]

Tabelul 41: Variația maximă a temperaturii în secțiunea Dunării de la granița sudică,  $\Delta T_{Treaptă\ de\ temperatură} = 8\ °C$  (condițiile de referință din anii 2014, 2032 și 2085)

### 12.2.5 DEVERSAREA APELOR UZATE COMUNALE EPURATE ÎN PERIOADA FUNCȚIONĂRII

Capacitatea stației de epurare existente care funcționează în baza autorizației privind drepturile asupra resurselor de apă, emisă de Inspectorat, este de 1870 m<sup>3</sup>/zi, ceea ce este suficientă pentru primirea și epurarea cantității maxime presupuse a apelor uzate comunale în perioada lucrărilor de construcție și a funcționării.

Debitul crescut al apelor uzate comunale în perioada funcționării Centralei Nucleare Paks II este, în medie, de 67 m<sup>3</sup>/zi, iar valoarea maximă în timpul lucrărilor de întreținere majore, de efectuat la fiecare zece (10) ani, va fi de 95 m<sup>3</sup>/zi.

Având în vedere că, în prezent, volumul de ape uzate comunale, produs pe teritoriul Centralei Nucleare de la Paks este, în medie, de ~300 m<sup>3</sup>/zi (regim de funcționarea centralei), debitul apelor uzate comunale nu va atinge valoarea de 400 m<sup>3</sup>/zi nici chiar în cazul funcționării concomitente a celor două centrale, stația dispunând, peste această valoare, de o capacitate liberă de epurare de ~1 470 m<sup>3</sup>/zi.

### 12.2.6 EVALUAREA EFECTELOR CONDIȚIILOR NATURALE ȘI ARTIFICIALE EXTREME ASUPRA EXPUNERII LA INUNDAȚII ȘI SECURITĂȚII SISTEMULUI DE EXTRAGERE A APEI

Anumite situații în care factorii de impact acționează ca rezultat al condițiilor naturale și artificiale ale mediului Dunării și nu din cauza investiției propuse, au fost modelate ca sau accidente. Evaluarea s-a concentrat asupra următoarelor situații:

- ✓ expunerea amplasamentului la inundații în urma ruperii barajului de la Dunacsúny ca rezultat al unui regim critic al Dunării și al obstrucției parțiale extreme a albiei, precum și în urma inundațiilor cu apă înghețată care duce la formarea banchizelor extreme.
- ✓ în perioadele cu un debit extrem de mic al Dunării, evoluția posibilă a securității extragerii apei în urma funcționării defectuoase a barajului de la Dunacsúny (cu reținerea apei în rezervor în cazul unui debit mic al Dunării), precum și în urma unor alunecări de teren și de mal sau a formării unor blocaje de gheață în amonte.

### 12.2.6.1 Efectul condițiilor naturale și artificiale extreme asupra expunerii la inundații

În cazul trecerii viiturii celei mai nefavorabile ( rămas între digurile de protecție pe segmentul Dunării în aval de Bratislava), durata inundațiilor peste nivelele de securitate specificate de Centrală ( $T_{depășire}$ ), ca valori de referință și în privința reliefului amplasamentului Centralei Nucleare de la Paks (segmentul 1526,5-1527 km al Dunării) și în privința principalelor instalații în acest perimetru, vor evolua în modul descris în tabel.

Principalele uvraje expuse (pe teritoriul Centralei Nucleare de la Paks, în apropierea segmentul 1527 km)	Nivele de referință ale apei (segmentul 1527 km) [mrMB]	Durata depășirii (în cazul trecerii viiturii celei mai nefavorabile din 1965) [zi]
Înălțimea digului în regiunea centralei, malul drept	96,30 mrMB	0,0
Înălțimea digului în regiunea centralei, malul stâng*	95,80* mrMB	16,0
Nivelul solului în zona centralei	97,00 - 97,10 mrMB	0,0
Nivelul podelei în hala de descărcare a DTCA	92,30 mrMB	68,5
Nivelul podelei în camera transformatoarelor de lângă canalul de legătură din sud	93,30 mrMB	59,5
Nivelul stației de epurare	94,00 mrMB	57,0
Nivelul-prag de revărsare al rezervorului de var rezidual	97,00 mrMB	0,0
Nivele de alertă de prevenire a inundațiilor** ( pe hidrometrul Centralei Nucleare de la Paks, segmentul Dunării 1526,5 km)		
Gradul I	91,50 mrMB	108,0
Gradul II	93,00 mrMB	61,0
Gradul III	94,00 mrMB	56,5
Nivele de inundații de referință		
Nivel maxim de apă fără gheață (LNV) 11.06.2013	94,06 mrMB (8750 m <sup>3</sup> /s)	56,0
MÁSZ <sub>2010</sub> (conform Ordinului Ministerului Protecției Mediului și Apelor 11/2010 (IV. 28.) privind „Nivelele de inundații de referință ale râurilor” în vigoare din data de 08.08.2014)	94,14 mrMB (interpolat în mod linear pe baza valorilor specificate în acest Ordin)	55,1

Note la tabelul de mai sus:

\* Sursa datelor de înălțime specificat în tabel: Nivelul înălțimii digului este determinat prin măsurare la fața locului cu ajutorul stației de măsurare RTK GPS.

\*\* Instituirea alertei de inundații: Alerta de inundații este instituită și organizată de Direcția pentru Gestionarea Apelor cu competent în zona expusă inundațiilor periculoase (viiturilor), care va gestiona și acțiunile de prevenire. Dacă pe un fir de apă afectat de o alertă de gradul III operează două sau mai multe Direcții, organizarea acțiunilor ține de competența Departamentului Național de Management Tehnic al Direcției Generale Naționale pentru Gestionarea Apelor (DGNGA).

Tabelul 42: Durata estimată a depășirii câtorva nivele principale de protecție specificate în cazul inundării împrejurimilor centralei (o inundație cu nivelul cel mai nefavorabil de 96,30 mrMB)

Viitura aditivă cauzată de ruperea barajului de la Dunacsúny în cazul celui mai critic regim și în cazul umplerii complete a rezervorului și canalului pentru apa utilizată la operare nu poate diminua securitatea prevenirii inundațiilor în amplasament. Viitura aditivă depășește nivelul apei pentru gradul I de alertă (91,50 mrMB) doar pentru o durată scurtă de timp, astfel nu afectează uvrajele amplasamentului și nu impune luarea de măsuri.

În cazul inundațiilor extreme (care apar la fiecare 20000 de ani), am examinat segmentul 1500-1530 km al Dunării pe baza unui model 2D. Ca și accident, am examinat obstrucția parțială a albiei majore într-un loc nepotrivit (în aval de canalul de apă caldă) în urma unei alunecări de teren, cu parametrii de extragere și de descărcare în anul de referință 2032.



Evaluarea avariilor, accidentelor și situațiilor de urgență pe baza modelelor hidrodinamice necesită examinarea pe un segment mai lung al Dunării; în acest scop am folosit un model hidrodinamic 1D.

#### **EFFECTUL DEFECTĂRII AMENAJAMENTELOR HIDROTEHNICE DE REGLARE A APEI ÎN AMONTE**

Am examinat situația cea mai nefavorabilă a viiturii din 1965, care a rămas între digurile de protecție pe segmentul Dunării în aval de Bratislava cu date transpuse pentru un debit maxim de 14 000 m<sup>3</sup>/s. În perimetrul Centralei Nucleare de la Paks nu au fost observate nivele de apă care să depășească nivelul de inundare la înălțimea coronamentului digului de protecție (96,30 mrMB) pe malul drept al Dunării, nici chiar în cazul unui debit extrem de mare cum este cel evaluat mai sus.

#### **EVALUAREA EFECTELOR DE MODIFICARE A ALBIEI DUNĂRII ÎN URMA ALUNECĂRII MALULUI ABRUPT**

Evaluarea pe baza modelelor a inclus examinarea efectelor alunecării de teren în 2 locuri: în amonte de Centrala Nucleară de la Paks, respectiv la Dunaszekcső. În ambele locuri am presupus alunecări de teren care au produs îngustarea semnificativă a albiei pe o lungime de cca. 1000 m, simulând o viitură cum a fost cea din 1926 în Budapesta, transformată pe 12 200 m<sup>3</sup>/s, considerat un eveniment de referință (care poate surveni odată la 20000 de ani). În ambele cazuri se poate constata că efectele simulate ale alunecărilor de teren nu sunt semnificative: în cazul alunecării de teren în amonte de Paks, nivelul maxim al apei scade cu 5 cm, iar în cazul alunecării de teren de la Dunaszekcső nivelul maxim al apei crește cu 13 cm.

#### **EVENTUALITATEA FORMĂRII ZĂPOARELOR ȘI EVALUAREA EFECTULUI LOR DE DEBIT MĂRIT UTILIZÂND UN MODEL DE CURGERE**

Scopul acestei evaluări este determinarea riscului de expunere a zonei Centralei Nucleare de la Paks la un debit mare din cauza blocajului de gheață format în aval de centrală, în situația cea mai nefavorabilă de creștere a debitului apei înghețate din cauza încălecării blocurilor de gheață sau zăpoarelor (ceea ce apare în general în perioade cu debit mic sau mediu în anotimpul rece).

Dincolo de tendințele actuale ale schimbărilor climatice, baza evaluărilor noastre a constituit o situația de referință din 1965 când s-au format blocaje de gheață; pe lângă nivelele de referință ale apei înghețate din acel an, am simulat și formarea aglomerărilor de gheață pe o lungime de cca. 5 km, similare cu cele care s-au format în trecut, în aval de canalul de apă caldă, în pofida insensibilității față de tendința de stagnare a gheții din cauza condițiilor albiei pe acest segment al Dunării.

Pe baza evaluării hidraulice se poate constata că nivelele ridicate ale apei înghețate, considerate cele mai nefavorabile, au ajuns până la înălțimea maximă a uvrajelor de protecție (95,90 mrMB) în apropierea Centralei Nucleare de la Paks. Pe baza experiențelor și a evaluărilor hidraulice anterioare (pentru ape înghețate), se poate constata că durata cuverturii de gheață de nivel nefavorabil de mare este de maximum 2-3 zile, după care zăporul, care a dus la formarea blocajului, va ceda. În apropierea Centralei Nucleare de la Paks nu se prevăd inundații cu ghețuri.

Cea mai recentă inundație cu ghețuri a avut loc în 1956. Șansele unei inundații cu ghețuri în apropierea Centralei Nucleare de la Paks sunt foarte scăzute datorită schimbărilor climatice și a funcționării barajelor din amonte, ținând cont și de posibilitatea de a utiliza flota de spărgătoare de gheață. În prezent, această flotă de spărgătoare este operată de organizațiile responsabile pentru gestionarea apelor (DGNGA și direcții); flota numără 9 spărgătoare.

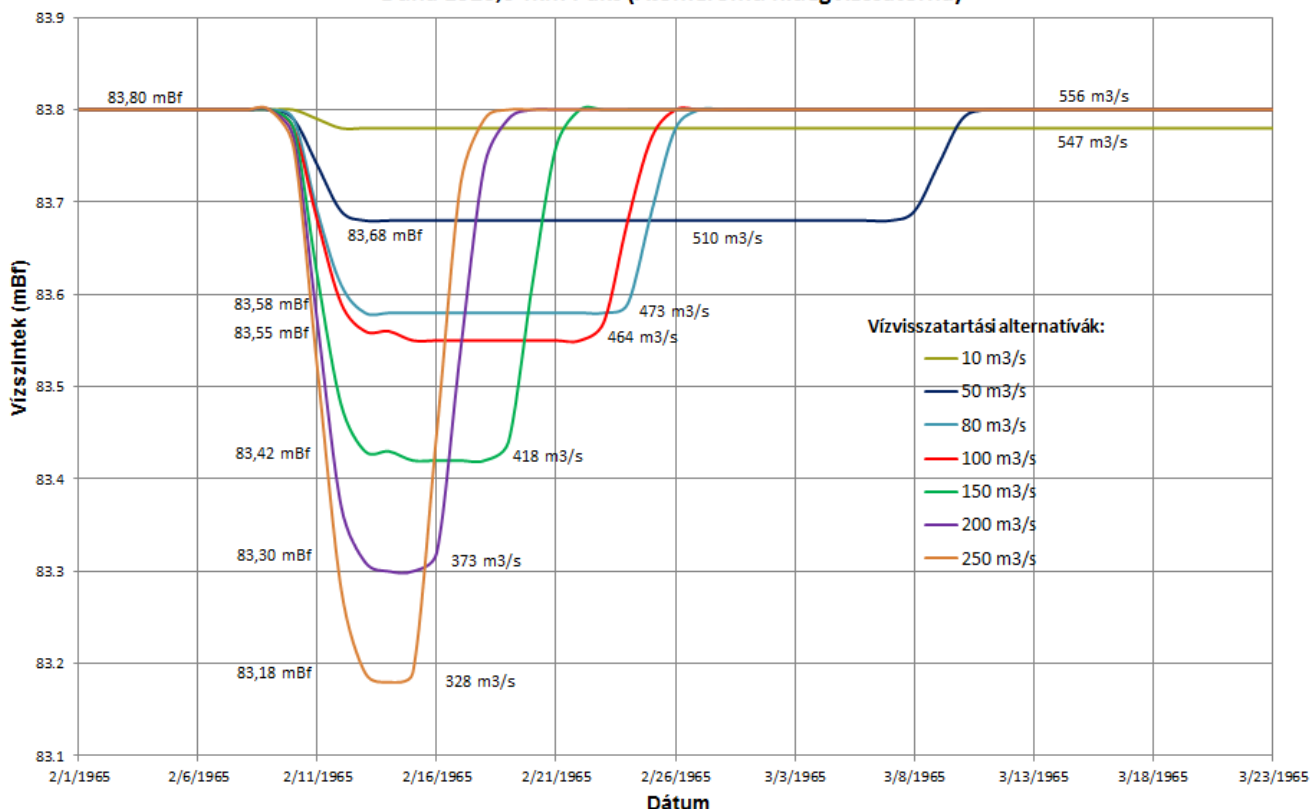
## 12.2.6.2 Efectul condițiilor naturale și artificiale extreme asupra securității extragerii apei la un debit extrem de scăzut

### EFECTELE UNEI AVARII SAU FUNCȚIONĂRII DEFECTUOASE A INSTALAȚIEI DE REGLARE A APEI ÎN AMONTE

În cazul unui debit extrem de scăzut, funcționarea defectuoasă a barajului de la Dunacsúny (cu reținerea apei în rezervor) se formează unde de scădere care se propagă pe Dunăre în aval. Undele de scădere calculate pe baza unui model unidimensional (1D) sunt ilustrate de figura de mai jos.

### Dunacsúnyi duzzasztómű hatása a Paksi Atomerőműnél

#### Duna 1526,5 fkm Paks (Atomerőmű hidegvízcsatorna)



Adunacsúnyi duzzasztómű hatása a Paksi atomerőműnél Duna 1526,5 fkm Paks (Atomerőmű hidegvízcsatorna)	Efectele barajului de la Dunacsúny resimțite la Centrala Nucleară de la Paks Segmentul 1526,5 km al Dunării la Paks (canalul de apă rece al Centralei)
Dátum	Data
Vízvisszatartási alternatívák	Alternative de reținere a apei
Vízszintek (mBf)	Nivele de apă (mrMB)

Figura 67: Efectele reținerii apei (cu alternative) la barajul Dunacsúny / Bős în perioade cu un debit mic (care apare odată la 20000 de ani) asupra securității extragerii apei (Segmentul 1526,5 km al Dunării)

Nivelele de extragere și de siguranță a apei necesare funcționării în golful instalației de extragere a apei vor avea următoarea evoluție:

- ❖ Un nivel critic pentru extragerea apei cu pompe pentru apa de răcire (apa rece al condensatoarelor): 83,60 mrMB, valoarea pe hidrometrul din golf: 83,60 mrMB, valoarea în segmentul 1526,5 km al Dunării: 83,71 mrMB (la hidrometrul din Paks, segmentul 1531,3 km al Dunării: 83,98 mrMB).
- ❖ Un nivel critic pentru extragerea apei necesare funcționării poate apare dacă barajul de la Bős reține o cantitate de peste ~50 m<sup>3</sup>/s, în cazul unui debit extrem de mic de 556 m<sup>3</sup>/s, pe termen lung, situație care apare odată la 20000 de ani.
- ❖ Un nivel critic pentru extragerea apei cu pompe pentru apa de răcire de siguranță: 83,50 mrMB, pe hidrometrul din golf: 83,50 mrMB, în segmentul 1526,5 km al Dunării: 83,61 mrMB (la hidrometrul din Paks segmentul 1531,3 km al Dunării: 83,88 mrMB).

- ❖ Un nivel critic pentru extragerea apei necesare sistemului de siguranță poate apare dacă barajul de la Bős reține o cantitate de peste  $\sim 70 \text{ m}^3/\text{s}$ , în cazul unui debit extrem de mic, de  $556 \text{ m}^3/\text{s}$  pe termen lung, care apare odată la 20000 de ani.

#### EFECTELE SITUAȚIEI CREATE ÎN URMA FORMĂRII DE BLOCAJE/ZĂPOARE DE GHEAȚĂ

Scopul acestei evaluări este descrierea evoluției securității sistemului de extragere a apei de răcire în zona centralei în condiții de îngheț la un nivel extrem de scăzut al apelor Dunării datorită formării zăporului în amonte de punctul de extragere a apei.

Zăporul este forma cea mai extremă a aglomerării blocurilor de gheață care blochează apa pe întreaga secțiune a fluviului. În acest caz (cel puțin teoretic vorbind), curgerea apei este oprită temporar, iar debitul scade la zero. Această stare persistă până când nivelul apei acumulate în amonte de zăpor ajunge la nivelul coronamentului barajului de gheață și apa poate trece peste baraj. După aceea, debitul apei în aval crește treptat, până când atinge debitul inițial.

Evaluările pe baza modelelor au fost efectuate pentru două înălțimi diferite ale barajului de gheață. În primul caz, barajul a avut o înălțime de 15,34 m (cu coronamentul la 93,0 mrMB) care a blocat complet albia majoră, de la cel mai adânc punct până la linia malului albiei majore. În cel de-al doilea caz, am ales un blocaj mai realist, cu înălțimea barajului și așa la 10,34 m (cu coronamentul la 88,0 mrMB).

Ambele calcule au fost efectuate pentru un debit extrem de scăzut, de  $544 \text{ m}^3/\text{s}$  (segmentul 1580,6 km al Dunării, hidrometrul de la Dunaújváros), pentru nivelul 84,24 mrMB, care apare odată la 20000 de ani. Mai devreme, după debitul extrem de scăzut din 1983, în anul 1985 VITUKI a efectuat calcule referitoare la condițiile critice în cazul unui debit extrem de scăzut, în amonte de deversarea estuariană a canalului de apă rece, presupunând formarea unei aglomerări de gheață pe Dunăre (VITUKI, 1985).

În cursul evaluărilor, am neglijat în favoarea siguranței efectele infiltrării debitelor din apele subterane în Dunăre (instalația de creștere a nivelului). De asemenea, tot în favoarea siguranței, am neglijat faptul că, după formarea blocajelor de gheață, efectele pot fi înlăturate mai rapid prin măsuri adecvate (spărgătoare de gheață, explozii).

Se observă schimbări serioase în efectele unei de scădere generate de cele două blocaje de gheață de înălțimi diferite. În cazul blocajului cu o înălțime de 93,0 mrMB, durata scăderii apei este de  $\Delta t = 60$  de ore. Durata blocajului cu o înălțime de 88,0 mrMB, la un nivel persistent de debit mic scade la  $\Delta t = 40$  de ore.

Alimentarea cu apă de răcire poate fi influențată într-o măsură mai mare doar de un zăpor format imediat în amonte de canalul de apă rece, dar și acest efect poate apare doar la un debit extrem de mic. Dar ne putem pregăti pentru prevenirea sigură a unui asemenea eveniment. Între formarea gheții și zaiului trebuie să treacă 10-15 zile foarte reci (temperatura medie zilnică: sub  $-10^\circ\text{C}$ ). Aceste fenomene apar la un debit extrem de mic, observat odată la 20000 de ani ( $544 \text{ m}^3/\text{s}$ ) și trebuie să fie precedate de o perioadă de mai multe luni fără precipitații.

Pe secțiunea Dunării din Ungaria, protecția împotriva gheții este asigurată de o flotă de spărgătoare de gheață. În cazul producerii unui asemenea eveniment neprevăzut, descris mai sus, formarea blocajului de gheață ar putea fi prevenită cu ajutorul spărgătoarelor de gheață.

Trebuie să notăm că datorită construirii barajului de la Dunacsúny și a Centralei de la Gabčíkovo, formarea gheții începe de la „zero” în segmentul superior al Dunării în Ungaria. Gheața formată pe segmentul din Austria și Slovacia este reținută de rezervorul de la Hrusov și, prin urmare, în aval de centrală/baraj curge o apă curată, fără gheață. Prin urmare, formarea gheții începe în aval de centrală; aici o cantitate de gheață de o densitate mare se poate forma doar la sfârșitul unei perioade foarte reci (deocamdată nu avem destulă experiență pentru a determina cât de rece) care să ducă la formarea zăporului.

În cazul pierderii temporare a apei de răcire, atunci când la pompele normale nu poate fi asigurat un nivel al apei de 83,60 mrMB, iar la pompele de siguranță nu poate fi asigurat un nivel al apei de 83,50 mrMB (la hidrometrul din golf), și în plus, nivelul Dunării variază între 81,0 - 81,5 mrMB, adică aproape de fundul albiei canalului de apă rece, bazele de apă utilizabile la răcirea de siguranță pot include corpul de apă al Dunării și bazele de apă cu instalații de filtrare construite pe malul Dunării. În situații extreme, capacitatea de extragere a apei a fântânilor bazei de apă nu scade simțitor nici în cazul în care apar nivele extrem de mici ale apei timp de 3-4 zile deoarece în asemenea situații crește gradul de reumplere al rezervorului apelor subterane din direcția apelor de bază. Golirea și reumplerea rezervorului de ape subterane sunt procese semnificativ mai lungi care pot fi influențate nu doar de Dunăre.

### **EVALUAREA EFECTULUI SURPĂRII ȘI ALUNECĂRII MALULUI APEI**

În evaluarea pe baza modelelor am analizat o alunecare de teren (în pofida faptului că șansa unui asemenea eveniment este aproape zero) într-un punct în amonte de punctul de extragere a apei pentru Centrala Nucleară de la Paks. Am presupus o alunecare de teren care să ducă la blocarea semnificativă a albiei pe o lungime de cca. 1000 m și am simulat condiții cu apele Dunării la un debit extrem de mic, de 579 m<sup>3</sup>/s, considerat debit de referință (care apare odată la 20000 de ani) la hidrometrul de la Dombor, pe segmentul 1506,8 km al Dunării. Se poate constata că efectele alunecării de teren simulate nu sunt semnificative, nivelul apei în aval de această alunecare scade cu aproape 1 cm, în timp ce nivelul apei în amonte crește cu 30 cm, creștere care dispare complet la suprafața originală a apei la o distanță de cca. 15 km în amonte.

Prin urmare, efectul alunecărilor de mal extraordinare asupra securității sistemului de extragere a apei este nesemnificativ și temporar pentru că surparea este erodată și transportată constant de Dunăre.

### **12.3 EFECTELE ANTICIPATE ASUPRA DUNĂRII DUPĂ ABANDONAREA CENTRALEI NUCLEARE PAKS II**

Efectele anticipate după abandonarea Centralei Nucleare Paks II vor fi mai reduse decât efectele construirii și funcționării. O analiză mai detaliată poate fi efectuată pe baza planurilor privind abandonarea centralei (acțiuni preconizate și calendarul acestora).

## **13 EVALUAREA CALITĂȚII APEI DUNĂRII ȘI A ALTOR APE DE SUPRAFAȚĂ CONFORM DIRECTIVEI CADRU**

În cadrul studiului de impact asupra mediului privind efectele construirii și funcționării Centralei Nucleare Paks II, am efectuat evaluări eficiente în cursul anilor 2012 și 2013, precum și evaluări din punctul de vedere al Directivei Cadru a Apei pe segmentul între 1560,6 km și 1481,5 km, respectiv pe mai multe corpuri de apă conectate în mod direct sau indirect cu Dunărea.

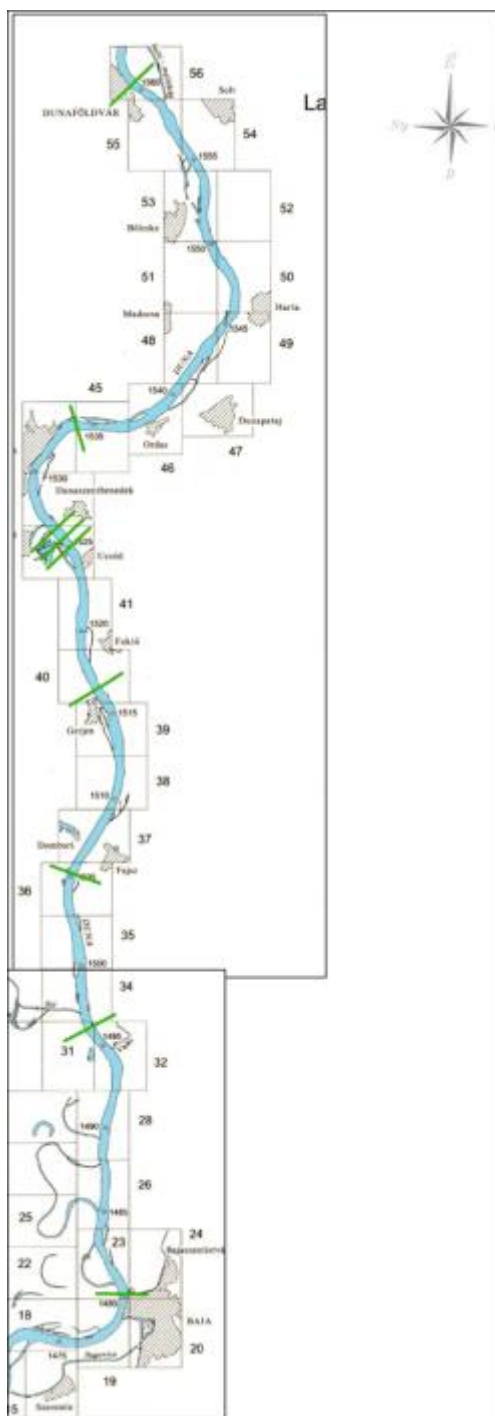


Figura 68: Planul de ansamblu al segmentelor Dunării evaluate în 2012 și 2013

Scopul studiului este evaluarea efectelor construirii, funcționării și abandonării Centralei Nucleare Paks II asupra mediului și determinarea acestor efecte pe baza criteriilor specificate în Directiva Cadru a Apei.

Conform acestor cerințe de bază, planul de evaluare a fost elaborat cu luarea în considerare și armonizarea următoarelor:

- (1) Ordonanța Guvernamentală 314/2005. (XII. 25.) privind procedura de autorizare din punctul de vedere al evaluării impactului asupra mediului și al utilizării unificate a mediului,
- (2) Directiva Cadru a Apei 2000/60/CE, Planul Național de Gestionare a Districtului Hidrografic și standardele și recomandările referitoare la monitorizare,
- (3) Ordinul Ministerului Protecției Mediului și a Apelor nr. 31/2004 (XII. 30.) privind unele reguli referitoare la supravegherea și evaluarea stării apelor de suprafață,

- (4) rezultatele cercetărilor efectuate în trecut în acest domeniu,  
 (5) Avizul IPMNATS nr. 8588-32/2012 formulat în Documentul consultativ preliminar,  
 (6) considerente de principiu și cele empirice în monitorizarea elementelor biologice evaluate.

### 13.1 EVALUAREA SITUAȚIILOR DE REFERINȚĂ

În studiul privind Dunărea, efectuat în perioada 2012-2013, au fost analizate următoarele componente fizice și chimice.

Componente	Unitatea de măsură	Clase de calitate a apei conform DCA
pH		Nivel de acidifiere
Conductanță	μS/cm	Conținut de săruri
Oxigen solubil	mg/l	Sistemul de oxigen
Saturație de oxigen	%	Sistemul de oxigen
CBO <sub>5</sub>	mg/l	Sistemul de oxigen
KO <sub>l</sub>	mg/l	Sistemul de oxigen
Amoniu-N (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N)	mg/l	Nutrienți vegetali
Nitrit-N (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N)	mg/l	Nutrienți vegetali
Nitrat-N (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N)	mg/l	Nutrienți vegetali
Total N	mg/l	Nutrienți vegetali
Ortofosfat (PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> -P)	μg/l	Nutrienți vegetali
Total fosfor	μg/l	Nutrienți vegetali
Cd	μg/l	Metale
Hg	μg/l	Metale
Ni	μg/l	Metale
Pb	μg/l	Metale
As	μg/l	Poluanți specifici (substanțe chimice periculoase)
Zn	μg/l	Poluanți specifici (substanțe chimice periculoase)
Cr	μg/l	Poluanți specifici (substanțe chimice periculoase)
Cu	μg/l	Poluanți specifici (substanțe chimice periculoase)
TPH	μg/l	
Temperatura apei	°C	
Toate substanțele în suspensie	mg/l	
Total alcalinitate	mmol/l	
Nitrat (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/l	
Nitrit (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	mg/l	
Ortofosfat	μg/l	
Amoniu (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	mg/l	
Total cianură	mg/l	



Tabelul 43: Enumerarea elementelor fizice și chimice referitoare la Dunăre, pe clase de calitate conform DCA

Pentru aceste componente, am specificat în care clasă de calitate DCA este inclusă o anumită componentă. La evaluările anterioare am efectuat clasificarea nu doar în temeiul DCA, și din acest motiv, evaluările cuprind și elemente care nu au fost incluse în clase de calitate a apei conform Ordinului.

Dintre elementele biologice, am evaluat toate grupele de organisme specificate în Directiva Cadru a Apei (2000/60/CE) și Ordinul Ministerului Protecției Mediului și a Apelor nr. 31/2004 (XII. 30.) privind unele reguli referitoare la supravegherea și evaluarea stării apelor de suprafață: comunitatea fitoplanctonică (FP); fitobentică (FB); macrofite (MF); nevertebrate acvatice macroscopice (MZB); pești.

În ceea ce privește parametri fizici și chimici, tabelul de mai jos prezintă acele segmente ale Dunării în care am efectuat evaluări în cadrul programului în 2012 și 2013 (PR), respectiv acelea pentru care am prelucrat rezultatele rețelei centrale de calitate a apei (RCCA).

Nr	Denumirea segmentului	Km Dunăre	Nr. segmentului	Anul evaluat	Nr. evaluării PR	Denumire
1	Dunaföldvár (pod pe drumul public)*	1560.6	0	2013	2	<b>Segmentul în amonte la distanță mare. Evaluări PR+RCCA.</b>
2	Paks (feribot)	1534,0	1	2012	12	<b>Segmentul imediat în amonte. Evaluări PR.</b>
3	Canalul de apă caldă Paks	1526,0	2	2012	12	<b>Segmentul în aval al efectelor directe. Evaluări PR.</b>
4	Nagysarkantyú	1525.3	3	2012	12	<b>Segmentul în aval al efectelor directe. Evaluări PR.</b>
5	Uszód	1524.7	4	2012	12	<b>Segmentul în aval al efectelor directe. Evaluări PR.</b>
6	Gerjen-Foktő	1516,0	5	2012	12	<b>Segmentul în aval al efectelor directe. Evaluări PR.</b>
7	Fadd-Dombori*	1506.8	6	2013	6	<b>Segmentul în aval la distanță mare. Evaluări PR+RCCA</b>
8	Sió-Dél (Gemenc)	1496,0	7	2013	6	<b>Segmentul în aval la distanță mare. Evaluări PR</b>
9	Baja (pod pe drum public)	1481.5	8	2013	2	<b>Segmentul în aval la distanță mare. Evaluări PR</b>

Tabelul 44: Segmentele evaluate și alte caracteristici ale Dunării

În ceea ce privește elementele biologice, delimitarea zonei evaluate în cele nouă segmente ale Dunării între 1560,6 și 1481,5 km a fost efectuată pe următoarele secțiuni: secțiunea în amonte (Dunaföldvár, stația feribotului la Paks), secțiunea imediat în aval (descărcare apă caldă, pinten mare, Uszód), secțiunea în aval la distanță medie (Gerjen, Dombori) și secțiunea în aval la distanță mare (Sió-sud, Gemenc).

În fiecare segment, există 2 locuri de prelevare de probe pentru comunitatea fitoplanctonică (malul drept, zona din mijloc și malul stâng), respectiv 3 locuri pentru celelalte grupe de organisme (malul drept, malul stâng). Secțiunea evaluată a Dunării face parte din corpul de apă HURWAEP444, denumit „Între Duna-Szob-Baja”. În plus, această secțiune a Dunării este parte a zonei SCI NATURA 2000, denumite HUDD20023 Tolna-Dunăre. Pe lângă Dunăre, am examinat și brațul mort al Dunării din Fadd (HULWAIH066) în două segmente, pe lacul de pescuit de la Paks și pe Lacul Kondor (HULWAIH005) în câte un segment, brațul mort al Dunării din partea nordică a zonei Tolna (HULWAIH136) în două segmente, precum și canalul Sió (HURWAEP959) într-un segment.

Probele au fost prelevate în 2012; în plus, pentru a extinde zona evaluată, s-au efectuat prelevări de probe și pe segmentele în aval la distanță medie și la distanță mare, precum și pe brațul mort al Dunării din partea nordică a zonei Tolna și pe canalul Sió. La prelevarea probelor am folosit o metodă cantitativă pentru fiecare grup de organisme, în conformitate cu cerințele cuprinse în DCA. De asemenea, clasificarea corpurilor de apă a fost efectuată tot în conformitate cu criteriile descrise în DCA. În cazul corpurilor de apă pentru care nu există un sistem de clasificare consacrat, am utilizat un sistem individual de clasificare bazat pe DCA. Un exemplu în acest sens este clasificarea apelor stătătoare în cazul comunității macrozoobentonică pe baza sistemului de puncte folosit în general în literatura de specialitate, respectiv în cazul peștilor clasificarea apelor stătătoare pe baza metodei descrise și în Planul Național de Gestionare a Districtului Hidrografic (Halasi-Kovács și col., 2009).

## 13.1.1 EVALUAREA DATELOR DIN ARHIVA NAȚIONALĂ PENTRU SECȚIUNEA EVALUATĂ A DUNĂRII

### 13.1.1.1 Variabile fizice și chimice

Secțiunea evaluată a Dunării, care se întinde la 34 km, la nord de poziția pe Dunăre a Centralei Nucleare de la Paks (secțiunea în amonte), respectiv la cca. 45 km la sud spre sud (secțiunea în aval). Această secțiune include două segmente din rețeaua principală, stațiile de la Dunaföldvár și Fajsz. Clasificarea secțiunii Dunării conform cerințelor DCA a fost descrisă și efectuată prin prelucrarea datelor privind proprietățile chimice ale apei referitoare la perioada între 2007 și 2011 (Fajsz-2012).

Prelucrarea rezultatelor evaluării cu ajutorul metodei privind analiza lineară a tendințelor reprezintă baza analizării evoluției în timp a componentelor chimice care apar în urma creșterii temperaturii apei Dunării.

În cadrul evaluării schimbărilor cauzate de creșterea temperaturii apei, am examinat următoarele grupe de componente.

**Nivel de acidifiere:** pH

**Conținut de săruri:** Conductanță

**Proprietățile sistemului de oxigen:** Oxigen solubil, Saturație cu oxigen,  $\text{CBO}_5$ ,  $\text{KOl}_k$ , Amoniu-N ( $\text{NH}_4^+$ -N), Nitrit-N ( $\text{NO}_2^-$ -N)

**Nutrienți vegetali:** Nitrat-N ( $\text{NO}_3^-$ -N), Total azot, Total fosfor, Ortofosfat ( $\text{PO}_4^{3-}$ -P),

**Metale:** Cd, Hg, Ni, Pb

**Poluanți specifici (substanțe chimice periculoase):** Zn, Cu, Cr, As

### CLASIFICAREA SECȚIUNII DUNAFÖLDVÁR-FAJSZ PE BAZA DATELOR DIN ARHIVĂ ÎN CONFORMITATE CU DCA

Clasificarea secțiunii evaluate a Dunării (1560.6-1507.6 km) a fost efectuată pe baza valorilor medii obținute în evaluările efectuate între 2007 și 2011, respectiv până în 2012 pentru Fajsz.

Evaluarea datelor din arhivă este completată cu clasificarea referitoare la elementele fizice și chimice pentru corpul de apă HURWAEP444 între Szob și Baja, din tabelul privind evaluarea stării corpurilor de apă din Ungaria, efectuată în 2007, pe baza sistemului de valori limită descris în DCA, inclus în Anexa 5\_1 a Planul Național de Gestionare a Districtului Hidrografic. În scop informativ, acest tabel cuprinde și clasificarea corpului de apă HURWAEP445 între Baja și Hercegszántó.

Nivelul de **acidifiere** a fost considerat ca fiind în **stare bună** pe baza mediei pentru perioada rezultatelor evaluării.

**Conținutul de săruri** fost considerat ca fiind în **stare excelentă** pe baza mediei pentru perioada rezultatelor evaluării.

Media valorii clasei referitoare la starea **sistemului de oxigen** este de 4,5. Pe baza evaluării DCA, sistemul a fost considerat ca fiind în **stare bună**.

Media valorii clasei referitoare la starea **nutrienților vegetali** este de 4,2. Pe baza evaluării DCA, acestea sunt considerate ca fiind în **stare bună**.

Media valorii clasei referitoare la starea metalelor este de 4,5. Pe baza evaluării DCA, acestea sunt considerate ca fiind în **stare bună**.

**Pe baza evaluării calității apei efectuate în perioada 2007-2011 (2012), secțiunea Dunării între Dunaföldvár și Fajsz a fost considerată ca fiind în stare bună din punct de vedere ecologic, respectiv în stare bună și satisfăcătoare din punctul de vedere al poluanților specifici (substanțe chimice periculoase).** Clasificarea corpului de apă între Baja și Hercegszántó privind grupele elementelor fizice și chimice este identică cu cea a secțiunii între Dunaföldvár și Fajsz.

Această clasificare (**cu excepția acidifierii – stare bună**) coincide cu rezultatul evaluărilor efectuate în 2010, descrise în Anexa 5\_1 a Planul Național de Gestionare a Districtului Hidrografic, în conformitate cu sistemul de valori limită pentru corpurile de apă, descris în DCA, care este prezentat în Tabelul Tabelul 46.

KAJ	Parametri de calitate a apei	101180039		101178210		101178933		101179653		101178232		Clasificarea calității apei conform DCA	
		Dunaföldvár		Fajsz		Hercegszántó							
		malul stâng	firul apei	malul drept									
Nr. segmentului Dunării km		1560.6 km		1560.6 km		1560.6 km		1507.6 km		1433.0 km			
		buc	medie	buc	medie	buc	medie	buc	medie	buc	medie		
156075	pH (măsurători de laborator)	97	8,2	97	8,2	97	8,2	87	8,3	140	8,3	Acidifiere	
155201	Clorură (Cl <sup>-</sup> )	mg/l	86	23,7	86	24,1	86	24,4	49	22,7	121	22,9	Conținut de săruri
159469	Conductanță	μS/cm	97	405	97	414	97	424	87	403	140	405	Conținut de săruri
158420	Oxigen (solubil) (O <sub>2</sub> )	mg/l	97	10,0	97	10,0	97	9,8	75	10,1	140	10,0	Sistem de oxigen
159487	Oxigen solubil (procent de saturație oxigen)	%	97	91,9	97	91,9	97	90,5	75	95,0	140	93,8	Sistem de oxigen
158970	Consumul biochimic de oxigen (CBO <sub>5</sub> )	mg/l	97	2,7	97	2,7	97	2,7	75	2,7	140	2,7	Sistem de oxigen
159001	Consum inițial de oxigen (KOI <sub>0</sub> )	mg/l	97	12,0	97	11,9	97	11,9	75	11,3	140	11,4	Sistem de oxigen
156754	Amoniac-amoniu-azot (NH <sub>3</sub> -NH <sub>4</sub> -N)	mg/l	97	0,074	97	0,064	97	0,064	75	0,072	140	0,063	Nutrienți vegetali
160551	Nitrit de azot (NO <sub>2</sub> -N)	mg/l	97	0,026	97	0,020	97	0,019	75	0,017	140	0,016	Nutrienți vegetali
160560	Nitrat de azot (NO <sub>3</sub> -N)	mg/l	97	2,0	97	2,0	97	2,0	75	1,8	140	1,9	Nutrienți vegetali
159405	Total azot (N)	mg/l	97	2,6	96	2,7	97	2,7	87	2,4	139	2,5	Nutrienți vegetali
	Ortofosfat-P (PO <sub>4</sub> -P)	μg/l	97	57,1	97	58,0	97	53,5	75	61,6	140	47,4	Nutrienți vegetali
158154	Total fosfor (P)	mg/l	97	0,11	97	0,11	97	0,11	87	0,11	140	0,12	Nutrienți vegetali
157601	Cadmium (solubil) (Cd)	μg/l	57	0,090	56	0,060	57	0,062	22	<0,05	92	0,125	Metale
157472	Mercur (solubil) (Hg)	μg/l	57	0,075	56	<0,05	57	0,050	23	0,063	92	0,1	Metale
157885	Nichel (solubil) (Ni)	μg/l	57	0,7	56	0,8	57	0,7	22	0,9	92	0,8	Metale
158099	Plumb (solubil) (Pb)	μg/l	57	1,9	56	<0,5	57	<0,5	24	<0,5	92	4,3	Metale
157665	Clorofil-a	μg/l	96	28,0	96	27,9	96	28,3	74	28,4	140	26,4	
120498	Arsen (As)	μg/l	6	1,8	6	1,6	6	1,6	0		6	1,6	Poluanți specifici (substanțe chimice periculoase)
157050	Zinc (solubil) (Zn)	μg/l	57	4,9	56	5,5	57	4,7	25	4,4	92	6,2	Poluanți specifici (substanțe chimice periculoase)
120434	Total crom (Cr)	μg/l	6	0,6	6	0,7	6	0,5	0		6	0,7	Poluanți specifici (substanțe chimice periculoase)
156204	Cupru (solubil) (Cu)	μg/l	57	3,7	56	1,8	57	1,7	25	1,3	92	2,1	Poluanți specifici (substanțe chimice periculoase)

Tabelul 45: Valorile medii ale evaluărilor în rețeaua centrală efectuate în perioada 2007-2011, clasificare conform Directivei Cadru a Apei

**Anexa 5-1.1. a PNGDH: Starea corpurilor de apă de suprafață – Starea ecologică a corpurilor de apă**

SUBUNITATE	Directoratul apelor Regiunea Crișurilor	din	Categoria corpului de apă	vt-VOR	Denumire corp de apă	Elemente fizice și chimice					
						Substanțe organice	Nutrienți	Conținut de săruri	Aciditate	Starea elementelor fizice și chimice	Fiabilitatea clasificării fizice și chimice
1-10	3		naturală	AEP444	Între Szob și Baja	Bună	Bună	Excelentă	Excelentă	Bună	Medie

*Tabelul 46: Corpul de apă HURWAEP444 între Szob și Baja (tipul 24), evaluare conform Directivei Cadru a Apei*

### 13.1.1.2 Elemente biologice

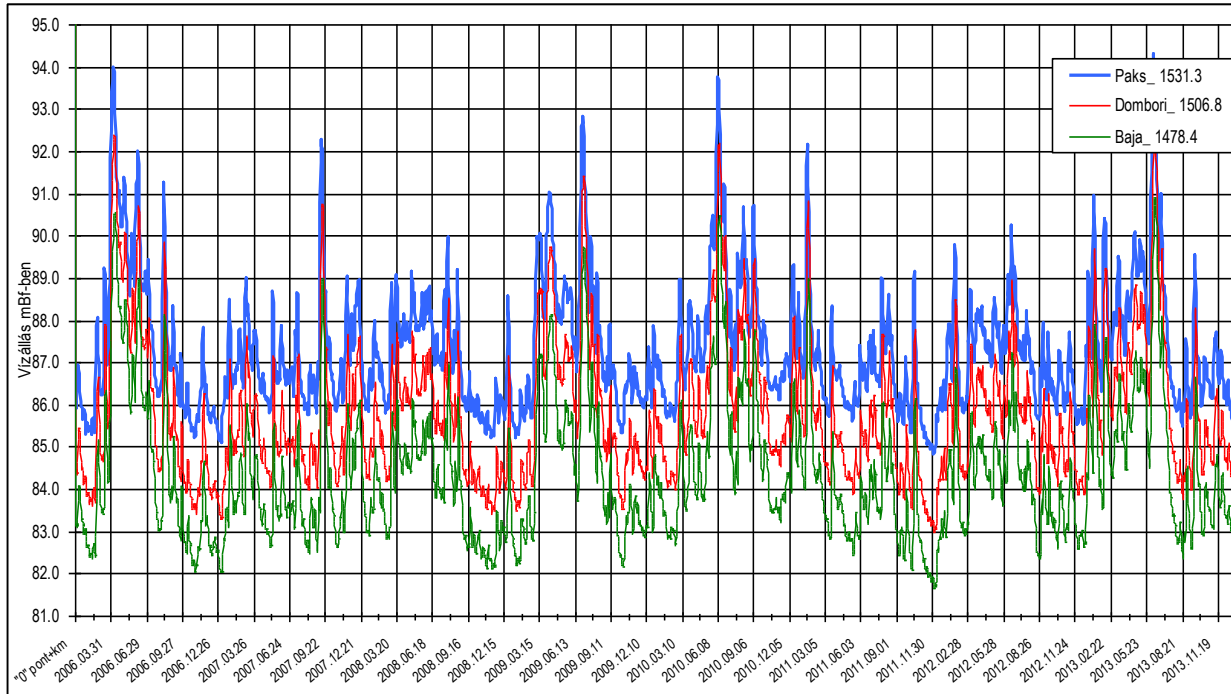
Pe lângă evaluarea rezultatelor, am colectat și evaluat datele din arhive privind secțiunea evaluată a Dunării între Dunaföldvár și Baja. Pe baza acestora, se pot constata următoarele:

- În ultimii 15 ani, au fost efectuate periodic evaluări hidrobiologice pe această secțiune a Dunării, în principal, în ceea ce privește regiunea Centralei Nucleare de la Paks. Datorită acestora, în prezent dispunem de date de arhivă privind următoarele comunități: fitoplanctonică, fitobentonice, macrozoobentonice și pești. Evaluările precedente privind comunitatea de macrofite se referă exclusiv la zonele terestre ale Centralei Nucleare de la Paks.
- Seriile coerente de date de arhivă care permit determinarea completă a stării ecologice, în conformitate cu DCA, sunt disponibile din evaluările efectuate între 2009-2010 (Kék Csermely Kft, 2010), în timp ce în ceea ce privește grupele de organisme există doar date sporadice care pot fi evaluate în conformitate cu DCA.
- Evaluarea rezultatelor studiilor efectuate în perioada 2009-2010 din punctul de vedere al DCA indică faptul că în secțiunea Dunării din regiunea Paks comunitatea FP este bună, FB este în stare medie, MZB este, de asemenea, în stare medie, iar comunitatea de pești este în stare bună. Urmând principiul de clasificare „dacă unul nu este bun, niciunul nu este bun”, Dunărea se află într-o stare ecologică moderată. Conform clasificării efectuate pe baza criteriilor DCA, nu există o diferență detectabilă între segmentul în amonte și segmentul în aval de evacuarea PA care să ducă la diferență de o clasă.
- Datele din arhivă confirmă faptul că secțiunea între Dunaföldvár și Baja a segmentului HURWAEP444 al Dunării se află într-o stare ecologică moderată. În cadrul acesteia, comunitatea fitoplanctonică și peștii sunt, în general, într-o stare bună, în timp ce datele privind comunitățile fitobentonice și macrozoobentonice reflectă o stare moderată.
- Pe baza planului de gestionare hidrografică a Dunării, întregul segment al Dunării din Ungaria se află într-o stare ecologică moderată. Aceasta poate fi atribuită, în parte, unor cauze calitative, dar, în mai mare parte, și a unor cauze hidromorfologice. Conform planurilor, până în 2027 secțiunea HURWAEP444 a Dunării între Szob și Baja va ajunge să fie într-o stare ecologică bună (VKKI, 2010).
- Dispunem de date de arhivă și în ceea ce privește efectele deversărilor de apă de răcire ale Centralei Nucleare de la Paks asupra Dunării. Examinările fiziologice ale algelor indică faptul că intensitatea fotosintezei este mai redusă în canalul de apă caldă decât în canalul de apă rece, ceea ce demonstrează că biomasa algelor în apa de răcire este afectată doar într-o mică măsură în cursul trecerii apei prin sistemul de răcire. De asemenea, probele luate din Dunăre nu au confirmat efectul deversărilor nici în cazul comunității fitoplanctonice (FP), nici în cazul comunității fitobentonice (FB). Pe baza rezultatelor evaluărilor ecologice privind comunitatea macrozoobentonice (MZB) și peștii, efectuate cu ajutorul unui instrument fin, efectul expunerii termice, produs de deversarea apei de răcire în Dunăre, a fost observat de-a lungul unui segment cu o lungime de cca. 2 km (Halasi-Kovács, 2005; Kék Csermely Kft, 2010). Acesta a generat, în primul rând, schimbări calitative în cazul comunității MZB, respectiv schimbări cantitative în cazul peștilor.
- Am evaluat datele colectate după 2000 privind utilizarea segmentului Dunării în regiunea Paks în scopuri de pescuit și de pescuit sportiv. Acestea sugerează scăderea treptată a cantității de pește prins atât în cadrul activităților de pescuit, cât și a celor de pescuit sportiv. Scăderea s-a oprit în 2011 și 2012, în acești ani fiind înregistrată, din nou, o ușoară creștere. Pe de o parte, există, în general, o incertitudine semnificativă în ceea ce privește datele referitoare la cantitatea de pește prins într-o asemenea zonă mică, pe de altă parte, din cauza unei diferențe semnificative față de structura de creștere-prindere a peștilor folosită în cazul altor râuri mari (Halasi-Kovács și Váradi, 2012), nu se poate demonstra o legătură între funcționarea Centralei Nucleare de la Paks și modificarea cantității de pești prinse.
- În parte din cauza naturii sporadice, precum și a fiabilității reduse a datelor din arhivă, în parte din cauză că datele de bază ale evaluărilor efectuate între 2012-2013 sunt adecvate din punct de vedere calitativ și cantitativ, s-a asigurat în plus un șir coerent de date (spre deosebire de evaluările anterioare) pentru efectuarea analizelor. Studiul de impact asupra mediului al Centralei Nucleare Paks II a luat în considerare concluziile care pot fi trase din datele de arhivă, dar în analize am folosit exclusiv rezultatele evaluărilor efectuate în perioada 2012-2013. În cursul acestui studiu am folosit rezultatele probelor luate în perioada 2009-2010 ca date de control.

### 13.1.2 STAREA DE REFERINȚĂ A SECȚIUNII EVALUATE (1560.6 KM-1481.5 KM)

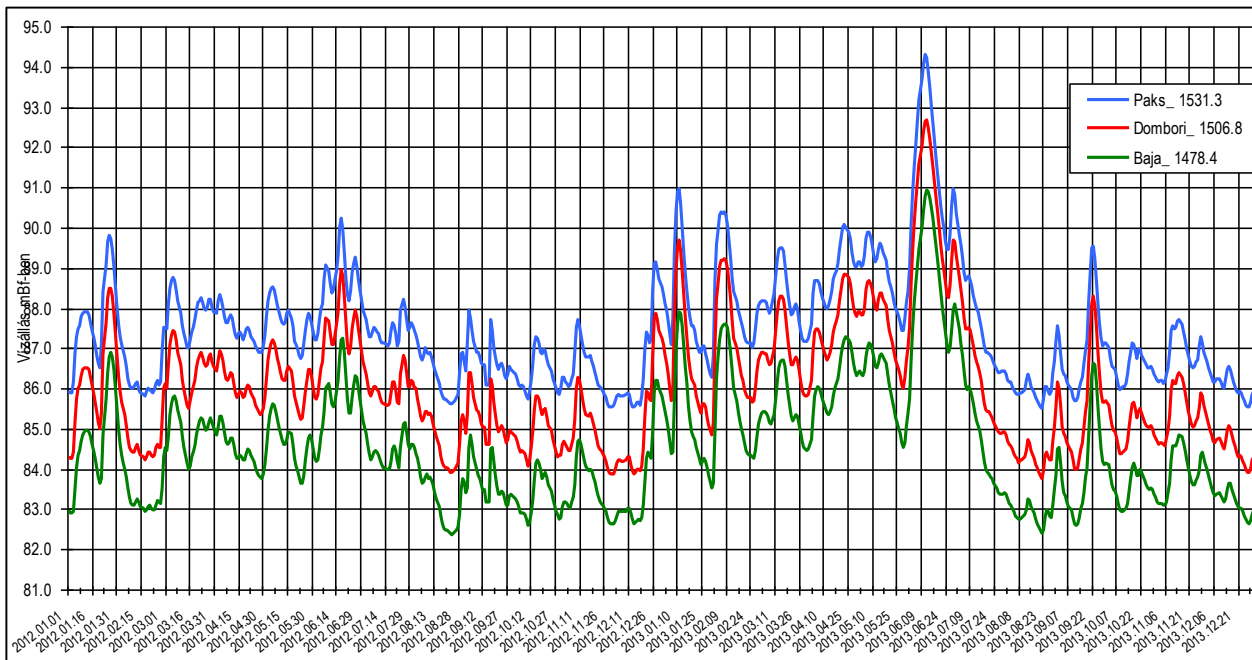
Secțiunea evaluată a fost examinată pe baza datelor din arhivă colectate în perioada 2006-2011 și a evaluărilor efectuate între 2012-2013. Parametrii hidrologici din această perioadă sunt ilustrați în figurile de mai jos.

Clasificarea secțiunilor a fost efectuată pe baza valorilor limită conform DCA referitoare la apa Dunării.



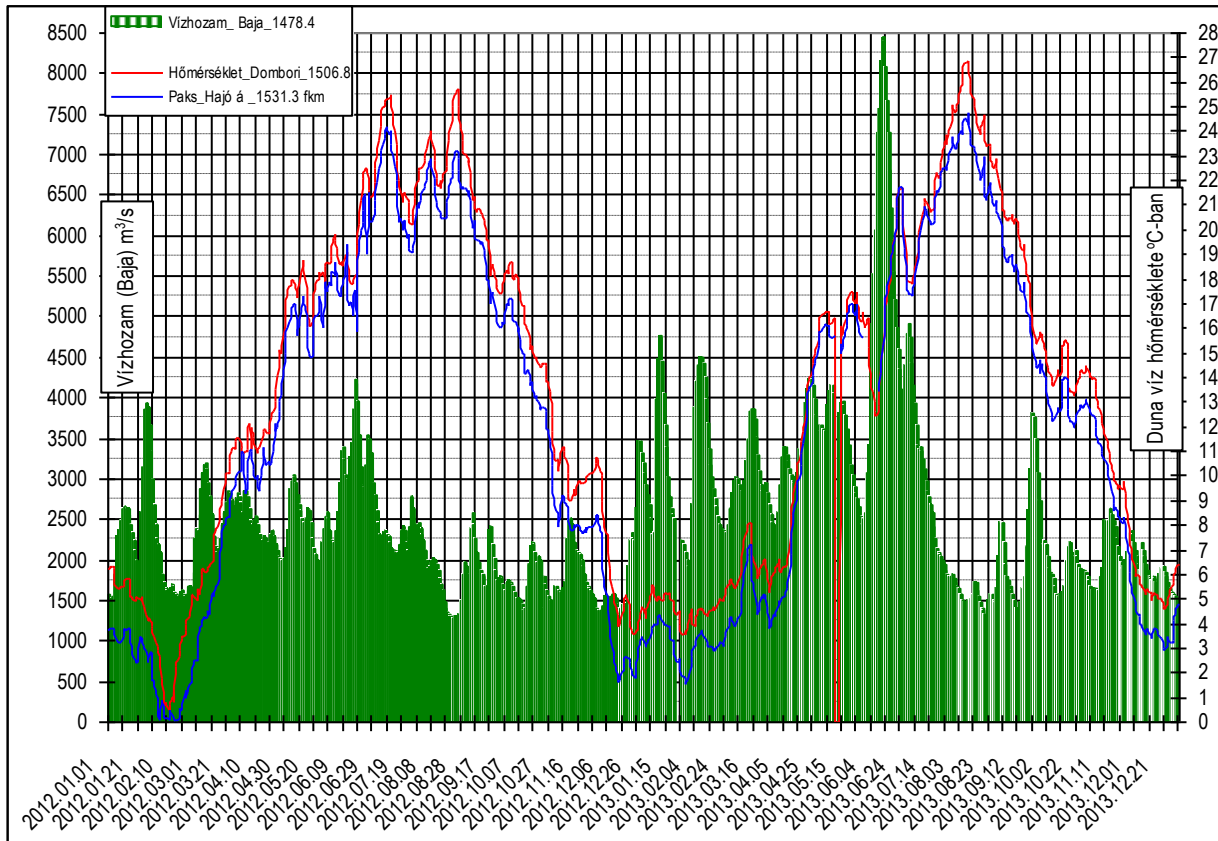
Vízállás mBf-ben	Nivelul apei în mrMB
„0” pont+km	Punctul „0+km”

Figura 69: Regimul Dunării (Paks-Dombori-Baja) între 2006-2013



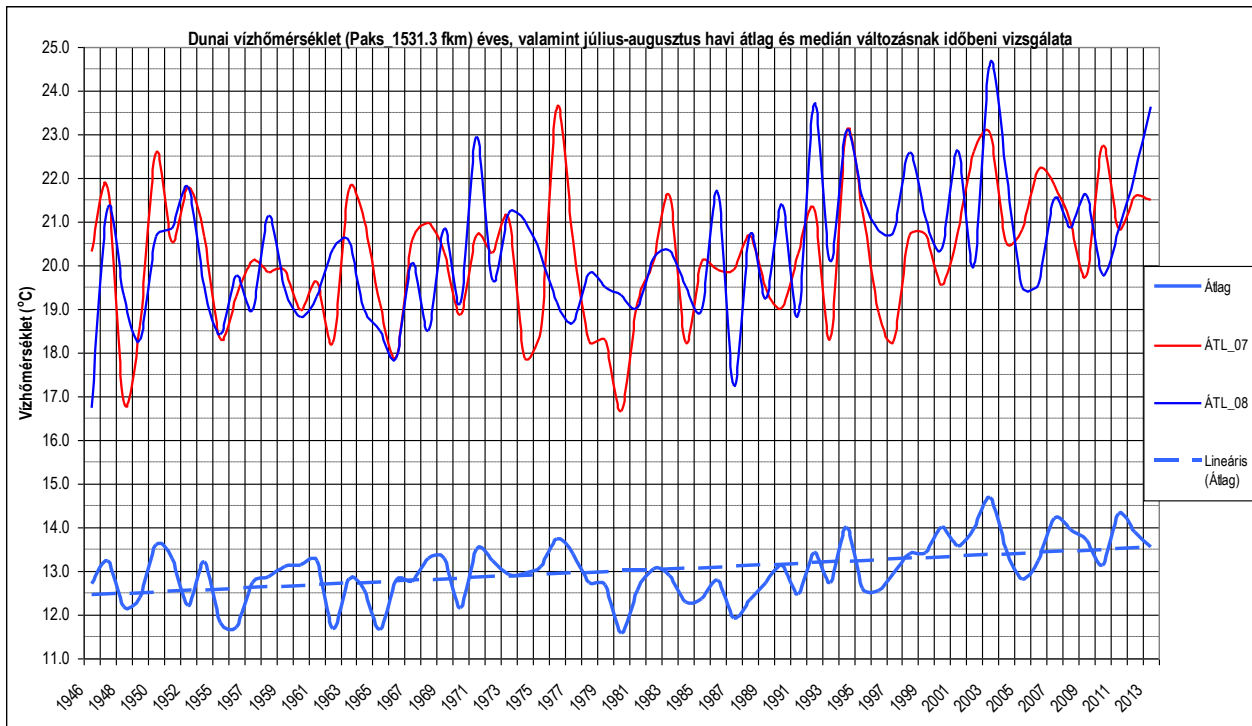
Vízállás mBf-ben	Nivelul apei în mrMB
------------------	----------------------

Figura 70: Regimul Dunării (Paks-Dombori-Baja) în perioada 2012-2013



Vízhozam	Debit
Duna víz hőmérséklet	Temperatura apei Dunării

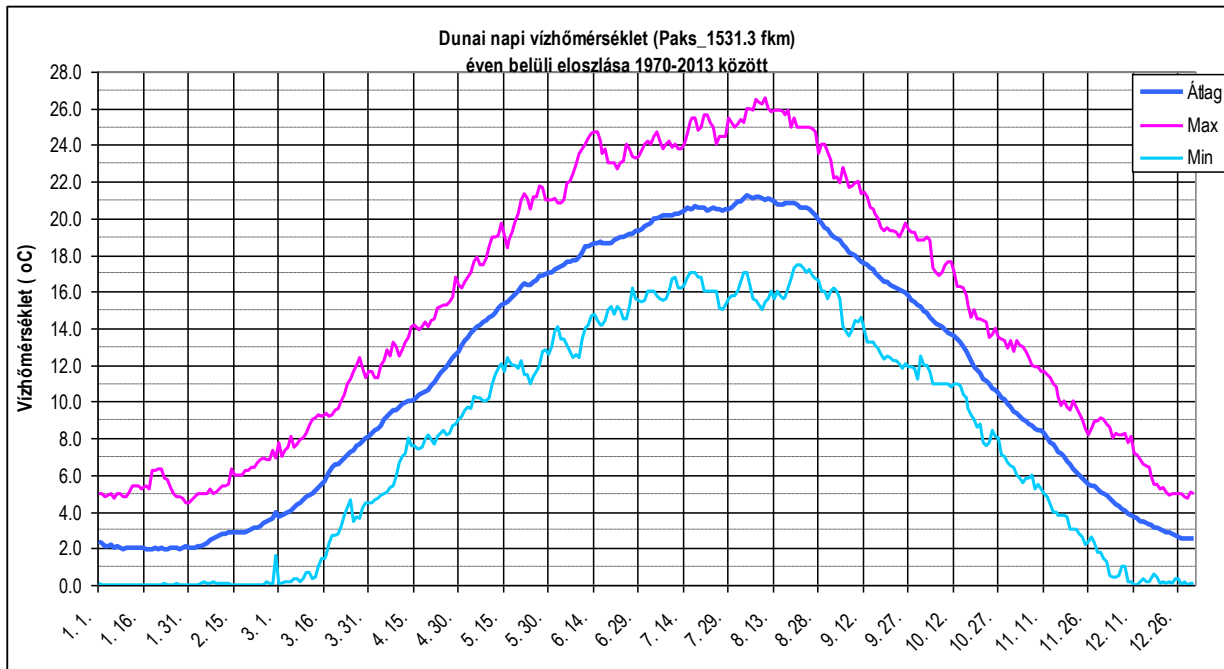
Figura 71: Evoluția debitului și temperaturii Dunării (Paks-Dombori-Baja) în perioada 2006-2013



Lineáris (Átlag)	Linear (Medie)
Dunai víz hőmérséklet (Paks 1531.3 fkm) éves, valamint július-augusztus havi átlag és medián változásnak időbeni vizsgálata	Evaluarea în funcție de timp a variațiilor anuale (Paks 1531.3 fkm), a mediei și a mediane pe lunile iulie și august a temperaturii Dunării
Hőmérséklet	Temperatură

Figura 72: Evaluarea variațiilor anuale medii ale temperaturii Dunării (Paks) în perioada 1970-2013





Dunai napi vízhőmérséklet (Paks 1531.3 fkm) éven belüli eloszlása 1970-2013 között  
Víz hőmérséklet

Temperatura zilnică a apei Dunării (Paks 1531.3 fkm) în cursul anului în perioada 1970-2013  
Temperatura apei

Figura 73: Evaluarea distribuției temperaturii zilnice a apei Dunării (Paks 1531.3 fkm) în cursul anului, în perioada 1970-2013

### CLASIFICAREA SECȚIUNII DUNĂRII ÎN AMONTE

Dunaföldvár	1560.6 km	stare bună
Feribot la Paks	1533.5 km	stare bună

Tabelul 47: Clasificarea secțiunii Dunării în amonte conform DCA pe baza parametrilor fizici și chimici

Pe baza clasificării parametrilor fizici și chimici în conformitate cu DCA, secțiunea 1560,6-1533,5 km a Dunării (CORP DE APĂ HURWAEP444) este în stare bună.

Pe secțiunea în amonte, componentele biomasei fitoplanctonice prezente în cele mai mari procente sunt diatomeele aparținând ordinului Centrales în toate perioadele. Concentrațiile de biomasă și clorofilă a în unitățile probelor prelevate arată o deviație standard semnificativă chiar și în aceeași perioadă. Rezultatele probelor luate în perioada 2012-2013 sugerează că valorile privind biomasa au fost mai ridicate în aceeași perioadă a anului 2012. De asemenea, s-au înregistrat variații sezonale semnificativ mai mari decât diferențele între ani. Acest lucru confirmă faptul că rezultatele probelor luate în cei doi ani diferiți se susțin reciproc și oferă predicții corecte pe termen mai lung. Perioadele cu cele mai mari valori ale biomasei au fost înregistrate în lunile martie și august, în timp ce valorile cele mai mici au fost observate în septembrie, octombrie și noiembrie.

Pe baza evaluării stării ecologice a unităților probă în secțiunea în amonte se pot constata următoarele:

- (1) Între diferitele unități probă și într-o anumită perioadă de prelevare de probe pot exista diferențe de o clasă.
- (2) În secțiunile evaluate, valoarea cea mai mare a biomasei a fost măsurată, în general, de-a lungul firului apei în fiecare perioadă; de asemenea, diferența nu este atât de mare încât să cauzeze o schimbare de o clasă conform secțiunii transversale.
- (3) Se poate observa o diferență de o clasă și între probele prelevate în aceeași perioadă în diferiți ani.
- (4) Dinamica sezonală a biomasei FP este reflectată și de clasificare.
- (5) Scala robustă cu cinci trepte propusă de DCA nu este sensibilă la variațiile mai fine.
- (6) Din punctul de vedere al evaluării impactului, starea cea mai critică apare vara. Secțiunea se află într-o stare ecologică bună.

Pe baza rezultatelor evaluării comunității fitobentonice, se poate constata că: (1) se poate observa o diferență de o clasă și între probele prelevate de pe malul drept și de pe cel stâng în aceeași perioadă în diferiți ani; (2) în perioada de prelevare de probe în timpul verii, secțiunea Dunaföldvár modelată în 2013 indică un rezultat mai slab cu o clasă decât secțiunea Feribot Paks modelată în 2012, în timp ce toamna nu există asemenea diferențe de o clasă; în plus, secțiunea Dunaföldvár prezintă, în general, o stare ceva mai bună; (3) Clasificarea secțiunii este în conformitate cu rezultatele evaluărilor efectuate în perioada 2009-2010. Ca și în cazul comunității fitoplanctonice, cele de mai sus demonstrează că rezultate stabile pot fi obținute cu o clasificare realizată pe baza valorii medii a cât mai multor date. Scala robustă cu cinci trepte propusă de DCA nu este sensibilă la variațiile mai fine nici în cazul acestui taxon. Pe baza comunității fitobentonice, secțiunea în amonte se află într-o stare ecologică moderată.

În cursul evaluărilor efectuate vara și toamna, am identificat un număr total de 9 specii în secțiunea în amonte. Niciuna din speciile identificate în secțiunea în care au fost prelevate probele nu este o specie protejată. Dintre aceste specii, mai multe sunt considerate străine (frăsân american, ochiul bouului), a căror apariție în număr mare sugerează existența unor perturbări în zonă. Specia de plantă indicatoare a zonei NATURA 2000 este țelina sălbatică (*Apium repens*). Această specie nu s-a observat pe secțiunea în care au fost prelevate probe. În ceea ce privește clasificarea, rezultatele sunt de o fiabilitate redusă din punct de vedere profesional pentru că comunitățile macrofitonice apar doar într-un volum mic de-a lungul râurilor (prin urmare, și în cursul prezentei prelevări de probe); evaluarea acestora sugerează o stare incertă a sistemului ecologic. În consecință, numărul și volumul speciilor de plante care au fost observate în secțiunea din care au fost prelevate probe nu a permis o clasificare exactă pentru că acestea nu au atins valoare minimă. Prin urmare, valorile obținute au doar un caracter orientativ. Din cauza acestor incertitudini, pentru a determina impactul asupra mediului, am efectuat și o analiză mai fină a datelor pentru întreaga secțiune evaluată. Pe baza comunității macrofitonice, secțiunea în amonte se află într-o stare ecologică moderată.

Un număr semnificativ de mare de taxoni de macronevertebrate identificate sunt elemente străine invazive care se răspândesc în mod intensiv și agresiv. Dintre acestea trebuie menționate următoarele: litoglif obișnuit (*Lithoglyphus naticoides*), dreisena de râu, (*Dreissena polymorpha*), scoica asiatică (*Corbicula fluminea*) și crevetele ucigaș (*Dikergammarus villosus*). În cursul prelevării probelor, au fost observate într-un număr mic libelule *Gomphus flavipes*, o specie protejată. O specie macrozoobentonică indicatoare a zonei HUDD20023 SCI este scoica mică de râu (*Unio crassus*) care nu a fost identificată în cursul prelevării de probe. Diferența sezonală care poate fi observată pe baza evaluării stării ecologice efectuate cu ajutorul indexului HMMI (Hungarian Macroinvertebrate Multimetric Index): valorile probelor prelevate toamna sunt mai mici, dar acest lucru nu a dus la o diferență de o clasă de calitate. Pe baza comunității nevertebratelor macroscopice acvatică și a rezultatelor, se poate constata că secțiunea în amonte este în stare ecologică moderată.

În cursul evaluărilor efectuate vara și toamna, am efectuat identificarea unui număr total de 2489 indivizi aparținând unui număr de 28 de specii în cele 3 unități de probă selectate pe secțiunea din regiunea Paks a Dunării. Dintre speciile identificate în secțiunea în care au fost prelevate probele patru sunt specii protejate: porcușorul de nisip (*Romanogobio vladykovi*), boarța (*Rhodeus amarus*), ghiborțul de râu (*Gymnocephalus baloni*) și răspărul (*Gymnocephalus schraetser*), iar două sunt specii strict protejate: cicarul (*Eudontomyzon mariae*) și fusarul mare (*Zingel zingel*). Dintre speciile indicatoare pentru zone NATURA 2000 în această secțiune au fost identificate următoarele: cicarul (*Eudontomyzon mariae*), balinul (*Aspius aspius*), fusarul mare (*Zingel zingel*), ghiborțul de râu (*Gymnocephalus baloni*) și răspărul (*Gymnocephalus schraetser*). Pe baza acestora, se poate constata că speciile de pești indicatoare pentru zone NATURA 2000, caracteristice albiei majore, pot fi observate în secțiunea în amonte. Dintre cele 28 de specii identificate în cursul prelevării de probe, s-au observat alevini/puietși din 24 specii. Acest lucru înseamnă că 86% dintre specii sunt prezente în această secțiune și în stadiul de alevin/puiet, ceea ce indică stabilitatea populațiilor. Rezultatele evaluării secțiunii în amonte sugerează că abundența speciilor prinse prezintă o similaritate semnificativă cu rezultatele evaluărilor anterioare. Rezultatele evaluărilor efectuate vara și toamna asigură date potrivite pentru clasificarea apei pe baza criteriilor DCA. Clasificarea ecologică a secțiunii pe baza comunității de pești a fost efectuată folosind metoda EQIHRF acceptată în Ungaria. În ceea ce privește rezultatele clasificării, considerăm că rezultatele obținute vara sunt considerate ca fiind decisive. Pe baza comunității de pești, secțiunea în amonte, neexpusă apei calde, este în stare ecologică bună.

## CLASIFICAREA SECȚIUNII IMEDIAT ÎN AVAL A DUNĂRII (1534-1516 KM)

Canalul de apă caldă Paks	1526.0 km	stare bună
Pintenul mare	1525.3 km	stare bună
Uszód	1524.8 km	stare bună
Gerjen-Foktó	1516.0 km	stare bună

Tabelul 48: Clasificarea secțiunii în amonte (1526-1516 km) a Dunării conform DCA pe baza parametrilor fizici și chimici

Pe baza clasificării parametrilor fizici și chimici în conformitate cu DCA, secțiunea Dunării 1534-1516 km (CORP DE APĂ HURWAEP444) este în stare bună.

Rezultatele prelevărilor de probe din comunitatea fitoplanctonică în secțiunea în aval indică o stare în mare măsură similară cu cea din secțiunea în amonte.

- (1) Pe secțiunea imediat în aval, componentele biomasei fitoplanctonice prezente în cele mai mari procente sunt diatomeele aparținând ordinului Centrales în toate perioadele.
- (2) Valorile biomasei sugerează o tendință sezonală.
- (3) Perioadele cu cele mai mari valori ale biomasei au fost înregistrate în lunile martie și august, în timp ce valorile cele mai mici au fost observate în septembrie și noiembrie.

Pe baza clasificării comunității fitoplanctonice, starea ecologică a secțiunii imediat în aval este bună în martie și iunie, respectiv excelentă în septembrie și noiembrie. În august, secțiunea se află într-o stare ecologică moderată. Fluctuațiile sezonale observate în secțiunea imediat în aval sunt similare cu cele observate în amonte. Pe baza comunității fitoplanctonice, secțiunea imediat în aval este în stare ecologică bună.

Pe baza clasificării comunității fitobentonice, starea ecologică a secțiunii în aval este moderată în perioada verii, respectiv slabă în perioada toamnei. În cursul fiecărei prelevări de probe, s-a observat o diferență de cel puțin o clasă între unitățile de probe între malul drept (afectat de deversarea apei calde) și malul stâng (neafectat). Valorile unităților de probe luate pe malul drept, afectat de deversarea de apă caldă, arată o tendință spre valori mai mici. În plus, rezultatele unităților de probe luate în timpul toamnei în regiunea stației de feribot din Paks în secțiunea în amonte arată o imagine similară. Clasa inferioară (moderată) este în conformitate cu rezultatele clasificării efectuate în aceeași perioadă. Valoarea medie obținută în clasificare este similară cu cea observată în secțiunea în amonte. Luând în considerare datele pentru ambele perioade, se obține o valoare medie care corespunde unei stări ecologice moderate.

În cursul evaluărilor efectuate vara și toamna, s-a identificat un număr total de 51 specii macrofitonice în cele șase unități de probe luate din secțiunea imediat în aval. Niciuna din speciile identificate în secțiunea în care au fost prelevate probele nu este o specie protejată. La fel ca și în secțiunea în amonte, frământul american și ochiul bouului (specii străine) apar în număr mare, ceea ce sugerează existența unor perturbări în zonă. În această secțiune nu s-au găsit specii de plante indicatoare pentru zonă. Rezultatul clasificării secțiunii imediat în aval este același ca și cel obținut pentru secțiunea în amonte. Pe baza rezultatelor evaluării și a comunității macrofitonice, secțiunea imediat în aval este în stare ecologică moderată.

În probele de macronevertebrate luate în 6 locuri de prelevare, am identificat un număr total de 44 taxoni diferiți. La fel ca și în secțiunea în amonte, un număr semnificativ de mare de taxoni de macronevertebrate identificate sunt specii invazive. Dintre acestea, *Dikerogammarus villosus* a apărut într-un număr mai mare în unitatea de probă afectată, de pe malul drept, imediat în aval de punctul de deversare a apei de răcire. Numărul mare de cochilii goale (de ex. *Corbicula fluminea*, *Dreissena polymorpha*, *Sinanodonta woodiana*) găsite pe bancurile de nisip în aval de punctul de deversare pot fi atribuite, în esență, curentului. Cochiliile duse de râu ajung în zonele cu un curent mai lent, care se întoarce în zona din spatele pintenilor, unde cochiliile apar într-un număr mai mare. Dintre speciile protejate am identificat libelula *Gomphus flavipes* și melcul *Fagotia acicularis*. La fel ca și secțiunea în amonte, în această secțiune nu s-a găsit scoica mică de râu, o specie indicatoare pentru zona NATURA 2000. Mai multe specii (de ex. *Lithoglyphus naticoides*, *Corophium curvispinum*) evită zona din apropierea locului de deversare a apei calde. La fel ca și indicatorii folosiți în UE, indexul multimetric HMMI este, în esență, sensibil la degradarea generală, prin urmare demonstrarea singurului efect al poluării termice cu ajutorul indicatorilor de calitate disponibili este foarte îndoielnică. Din această cauză am efectuat și o analiză mai fină a datelor pentru secțiunile evaluate. De asemenea, clasa obținută este aceeași ca și rezultatul clasificării calculate pentru secțiunea în amonte. Pe baza comunității nevertebrate macroscopice acvatice, secțiunea imediat în aval, afectată de expunerea la apă caldă, este în stare ecologică moderată.

Pe secțiunea imediat în aval, am efectuat identificarea unui număr total de 3679 indivizi aparținând unui număr de 33 de specii. În această secțiune a Dunării, structura comunității de pești este în mare măsură similară atât cu cea descrisă în evaluările anterioare având același scop (Halasi-Kovács 2005, SCIAP Kft, 2010), cât și cu rezultatele obținute în secțiunea în amonte. Dintre speciile identificate în secțiunea în care au fost prelevate probele cinci sunt specii protejate: porcușorul de nisip (*Romanogobio vladykovi*), boarța (*Rhodeus amarus*), cără (*Sabanejewia balcanica*), ghiborțul de râu (*Gymnocephalus baloni*) și răspărul (*Gymnocephalus schraetser*), iar două sunt specii strict protejate: cicarul (*Eudontomyzon mariae*) și fusarul mare (*Zingel zingel*). Dintre speciile indicatoare pentru zone NATURA 2000 în această secțiune au fost identificate speciile observate în amonte: *Eudontomyzon mariae*, *Aspius aspius*, *Gymnocephalus baloni*, *Gymnocephalus schraetser*, *Zingel zingel*.

Pe baza analizei structurii speciilor în unitățile de probă, se poate constata că, din cauza apei calde, se observă o ușoară tendință de evitare în cazul ghiborțului de râu (*Eudontomyzon mariae*), mamulețului (*Lota lota*) și mocănașului (*Babka gymnastrachelus*), în timp ce avatul (*Aspius aspius*), oblețul (*Alburnus alburnus*), batca (*Blicca bjoerkna*), scobarul (*Chondrostoma nasus*), fusarul (*Babrus barbuis*), carasul (*Carassius gibelio*), bibanul (*Perca fluviatilis*) și stronghilul (*Neogobius melanostomus*) preferă apa caldă. Acest rezultat este în conformitate și cu rezultatele evaluărilor efectuate în 2010. În cursul prelevărilor de probe, s-au observat alevini/puietii din 27 specii. Acest lucru înseamnă că 82% dintre specii sunt prezente în această secțiune și în stadiul de alevin/puiet. Această valoare este ridicată, la fel ca și în cazul secțiunii în amonte. Pe baza rezultatelor prelevărilor efectuate vara, cantitatea totală de pești prinși pe unitate (100 m) de probă, în unitățile de pe malul drept, adică în unitățile de probă expuse la apa caldă, arată cea mai mare valoare dintre segmentele evaluate în 2012. De asemenea, unitățile pe malul stâng, adică în unitățile de probă care nu sunt expuse la apa caldă, arată un grad mare de similaritate cu valorile obținute în unitățile de probă din amonte. Pe baza comunității de pești, secțiunea imediat în aval este în stare ecologică bună.

#### CLASIFICAREA SECȚIUNII ÎN AVAL LA DISTANȚĂ MARE (1506,8-1481,5 KM)

Dombori-szelvény	1506.8 km	stare bună
Sió sud (Gemenc)	1496 km	stare bună
Secțiunea Baja	1481.5 km	stare bună

Tabelul 49: Clasificarea secțiunii în aval la distanță mare (1506.8-1481.5 km) conform DCA pe baza parametrilor fizici și chimici

Pe baza clasificării parametrilor fizici și chimici în conformitate cu DCA, secțiunea Dunării 1506,8-1481,5 km (CORP DE APĂ HURWAEP444) se află în stare bună.

Rezultatele privind comunitatea fitoplanctonică în cele două secțiuni în aval la distanță (subsecțiunile în aval la distanță medie și la distanță mare) sunt foarte similare. În același timp, rezultatele privind comunitatea fitoplanctonică indică, de asemenea, o stare și o tendință foarte similară atât cu secțiunea în amonte, cât și cu secțiunea imediat în aval. Cantitatea de diatomee este determinantă în biomasa fitoplancton; perioada caracterizată cu cea mai ridicată valoare a biomasei este martie și august, în timp ce valorile cele mai reduse de biomasă sunt înregistrate în septembrie și noiembrie. Pe baza mediei valorilor obținute în locurile de prelevare de probe, conform clasificării comunității fitoplanctonice, starea ecologică a secțiunii în aval la distanță medie este bună în martie și iunie, respectiv excelentă în septembrie și noiembrie. Valorile cele mai mici au fost obținute în cursul prelevării de probe în august. În această perioadă, secțiunea prezintă o stare ecologică moderată. Valorile sezonale, precum și cele observate în cursul întregii perioade, sunt similare cu valorile măsurate în secțiunea în amonte și cea imediat în aval. Pe baza comunității fitoplanctonice, secțiunea în aval la distanță medie și cea la distanță mare este într-o stare ecologică bună. În general, se poate constata că în cazul comunității fitoplanctonice deversarea apei calde din Centrala Nucleară de la Paks nu produce o schimbare de o clasă în secțiunea în aval în comparație cu secțiunea în amonte.

Clasificarea stării ecologice a celor două subsecțiuni ale secțiunii în aval la distanță pe baza rezultatelor privind comunitatea de diatomee prezintă valori identice atât cu secțiunea în amonte, cât și cu cea imediat în aval. De asemenea, și tendințele observate în valorile clasificării sunt similare cu cele observate în secțiunea în amonte. Ambele subsecțiuni prezintă o stare ecologică moderată. În general, se poate constata că în cazul comunității fitoplanctonice deversarea apei calde din Centrala Nucleară de la Paks nu produce o schimbare de o clasă în secțiunea în aval în comparație cu secțiunea în amonte.

În secțiunea în aval la distanță medie am înregistrat un număr total de 31 specii de plante, în timp ce în secțiunea în aval la distanță mare un număr de 19 specii. Niciuna din speciile identificate în secțiunile în care au fost prelevate probele nu este o specie protejată. În același timp, frasinul american și ochiul bouului (specii străine) apar în număr mare. Specia de plantă indicatoare a zonei, țelina sălbatică, nu a fost identificată în secțiunea în aval la distanță mare. Pe baza comunității macrofitonice, atât secțiunea în aval la distanță medie, cât și cea în aval la distanță mare prezintă o stare ecologică moderată, clasificarea lor fiind similară cu cea pentru secțiunea în amonte și secțiunea imediat în aval. De asemenea, se poate constata că deversarea apei calde din Centrala Nucleară de la Paks nu produce o schimbare de o clasă în secțiunea în aval în comparație cu secțiunea în amonte.

În cursul prelevării de probe efectuate în perioada verii și a toamnei, am identificat un număr total de 42 taxoni de macronevertebrate de diferite nivele, dintre care 27 taxoni în subsecțiunea în aval la distanță mare. De asemenea, și în această secțiune a fost identificată prezența taxonilor invazivi observați în secțiunile precedente. Dintre acestea trebuie menționată specia de melci *Lithoglyphus naticoides* care apare într-un număr uriaș. În plus, trebuie menționate amfaretidele *Hypania invalida*, o specie invazivă de origine ponto-caspiană, precum și bivalvele *Dreissena bugensis*, o specie de scoici deocamdată observată doar în câteva locuri de Ungaria. În această secțiune au fost observate libelule protejate *Gomphus flavipes*, precum și melcii *Fagotia acicularis*. O specie macrozoobentonice indicatoare a zonei NATURA 2000 este scoica mică de râu (*Unio crassus*) care nu a fost identificată în cursul prelevării de probe. Pe baza comunității macronevertebratelor, se poate constata că secțiunea în aval la distanță medie prezintă o stare ecologică moderată. De asemenea, subsecțiunea în aval la distanță este într-o stare moderată. Clasificarea secțiunii este identică cu cea înregistrată în secțiunea în amonte și în cea imediat în aval. În general, se poate constata că deversarea apei calde din Centrala Nucleară de la Paks nu produce o schimbare de o clasă în secțiunea în aval în comparație cu secțiunea în amonte.

În cursul evaluării comunității de pești, în subsecțiunea în aval la distanță medie am identificat un număr total de 3367 indivizi aparținând unui număr de 34 de specii, în timp ce în subsecțiunea în aval la distanță mare un număr de 4151 indivizi aparținând unui număr de 33 de specii. Dintre speciile identificate în secțiunea în care au fost prelevate probele, cinci sunt specii protejate: babușca de tur (*Rutilus virgo*), porcușorul de nisip (*Romanogobio vladkovi*), boarța (*Rhodeus amarus*), ghiborțul de râu (*Gymnocephalus baloni*) și răspărul (*Gymnocephalus schraetseri*); în plus, există două specii strict protejate: cicarul (*Eudontomyzon mariae*) și fusarul mare (*Zingel zingel*). Dintre speciile indicatoare pentru zona SCI HUDD 20023, babușca de tur (*Rutilus virgo*) a fost identificată doar în această secțiune, în timp ce celelalte specii indicatoare sunt identice cu cele observate în secțiunile în amonte. În subsecțiunea în aval la distanță medie, s-au observat alevini/puietii din 27 specii, ceea ce înseamnă 79% din speciile identificate. În subsecțiunea în aval la distanță mare, am prins alevini/puietii din 26 specii, ceea ce înseamnă 79% din speciile identificate. Aceste procente sunt, pe de o parte, similare cu cele obținute pentru celelalte secțiuni evaluate, și, pe de altă parte, pot fi considerate ca fiind valori la fel de mari. Pe baza rezultatelor obținute în urma prelevărilor de probe, se poate constata că abundența speciilor în secțiunea în aval la distanță nu prezintă diferențe față de secțiunile în amonte, structura comunității de pești este uniformă în secțiunile evaluate. Prin urmare, deversarea apei calde din Centrala Nucleară de la Paks nu produce schimbări în comunitatea de pești, adică nu duce la dispariția niciunei specii, dar nici la apariția unor noi specii. În perioada de prelevare de probe în timpul verii, s-a observat un număr de indivizi mai mare în ambii ani. Acest lucru este valabil pentru toate secțiunile evaluate.

În general, rezultatele prelevării de probe efectuate în ambele perioade asigură date potrivite pentru efectuarea clasificării conform criteriilor DCA. Starea ecologică a secțiunii în aval este similară cu cea a secțiunii în amonte și a celei imediat în aval, adică bună. De asemenea, se poate constata că deversarea apei calde din Centrala Nucleară de la Paks nu produce o schimbare de o clasă în secțiunea în aval în comparație cu secțiunea în amonte.

Rezultatele anterioare (2009-2010) au reușit deja să demonstreze faptul că, în mod similar cu rezultatele studiilor recente, sistemul robust de clasificare cu cinci trepte DCA nu permite identificarea modificărilor structurale mai fine. Din acest motiv, am efectuat și evaluarea ecologică mai fină a secțiunilor.

#### **REZUMATUL EVALUĂRII SECȚIUNII APARTINÂND CORPULUI DE APĂ HURWAEP444 DIN PUNCTUL DE VEDERE AL PROTEJĂRII FLOREI ȘI FAUNEI, PRECUM ȘI DUPĂ CRITERIILE DCA**

Evaluarea secțiunii studiate a fost efectuată pe baza documentului ECOSTAT Guidance document no. 13. (ECOSTAT 2005: Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) și a principiilor orientărilor definite în cursul elaborării Planului Național de Gestionare a Districtului Hidrografic în 2008. În clasificarea Dunării pe baza criteriilor DCA, am urmat principiul de clasificare „dacă unul nu este bun, niciunul nu este bun” la nivelul elementelor

de calitate și grupelor de elemente. Acest lucru înseamnă că valoarea clasificării este determinată de elementul cu calitatea cea mai slabă. Valorile clasificării comunității macrofite au doar un caracter orientativ.

SECȚIUNILE DUNĂRII	CARACTERISTICI FIZICE ȘI CHIMICE	FITOPLANCTON	FITOBENTON	MACROFITE	MACROZOOBENTON	PEȘTI
ÎN AMONTE	Bună	Bună	Moderată	Moderată	Moderată	Bună
IMEDIAT ÎN AVAL	Bună	Bună	Moderată	Moderată	Moderată	Bună
ÎN AVAL LA DISTANȚĂ	Bună	Bună	Moderată	Moderată	Moderată	Bună
		Bună	Moderată	Moderată	Moderată	Bună

Tabelul 50: Clasificarea segmentului evaluat al Dunării (HURWAEP444) pe baza criteriilor DCA

Evaluările corpului de apă între Szob și Baja, denumită HURWAEP444, prezintă o stare ecologică MODERATĂ conform clasificării cumulate pe baza criteriilor DCA efectuate între 2012-2013.

Rezultatele prezentei evaluări sunt în concordanță cu valorile de clasificare pe baza datelor disponibile din arhivă. Se poate afirma că deversarea apei calde din Centrala Nucleară de la Paks nu produce o schimbare de o clasă în privința niciunui grup evaluat.

Cu toate acestea, analiza mai fină a datelor indică faptul că deversarea are efecte asupra structurii comunității organismelor în aval, prin urmare, clasificarea DCA în sine nu permite evaluarea exactă a efectelor deversărilor din centrală. Din acest motiv, credem cu certitudine că este important ca planificarea prelevărilor de probe în cursul altor studii să se facă și în continuare pe baza criteriilor DCA; în același timp, planificarea și execuția prelevărilor de probe trebuie să permită și analize ecologice mai fine și, prin urmare, o evaluare mai precisă a efectelor ecologice ale deversării.

### **EFECTELE TEORETICE ALE APEI DE RĂCIRE ÎNCĂLZITE ASUPRA INDICATORILOR DE CALITATE A APEI ÎN SECȚIUNEA EVALUATĂ A DUNĂRII**

**Pe baza rezultatelor evaluărilor efectuate în secțiunea din rețeaua principală între 1979 și 2004, se poate constata că în cazul celor mai multe componente schimbarea calității apei apare mult mai puternic în funcție de timp, și nu în funcție de loc.**

Luând în considerare locurile de prelevare de probe în amonte și în aval de Centrala Nucleară de la Paks, în cazul mai multor locuri de prelevare de probe și caracteristicilor de calitate a apei, *calitatea prezintă o evoluție favorabilă în funcție de timp*. În locurile de prelevare în aval de Centrală (Fajsz, Baja, Mohács, Hercegszántó) calitatea apei, în general, nu diferă de calitatea apei în amonte (Dunaföldvár). Acest lucru înseamnă că **Centrala nu a avut un rol semnificativ în evoluția calității apei Dunării în ceea ce privește componentele evaluate.**

### **13.2 EFECTELE INVESTIȚIEI PAKS II ASUPRA FLOREI ȘI FAUNEI DUNĂRII**

În legătură cu investiția Paks II (construire, exploatare și abandonare), în cursul evaluării impactului asupra mediului în privința stării ecologice a Dunării, am identificat și evaluat factorii potențiali de impact, efectele anticipate, natura efectelor și elementele afectate. În plus, am elaborat o serie de propuneri privind măsurile care trebuie luate în vederea menținerii stării ecologice a apelor de suprafață.

Pe baza evaluărilor privind starea inițială se poate constata că nici chiar efectele potențiale ale investiției Paks nu pot afecta corpurile de apă de suprafață din apropiere. În consecință, constatările noastre, făcute în cadrul studiului de impact, se referă exclusiv la corpul de apă al Dunării (HURWAEP444) eventual afectat de deversările din Centrală.

În ceea ce privește efectele și zonele de impact, pe baza legislației relevante (Ordonanța Guvernamentală nr. 314/2005 (XII. 25.)) putem distinge efecte directe, indirecte și transfrontaliere, precum și zonele de impact ale acestora. În estimarea impactului, natura efectelor au fost determinată ținând seama de organismele vii (adică din punctul de vedere al organismelor acvatice) pe baza duratei, intensității și importanței acestor efecte. Luând în considerare criteriile DCA, flora și fauna au constituit elementele afectate. Prin urmare, în cursul acestei evaluări am considerat că elementele afectate sunt acele elemente biologice care s-au dovedit a fi relevante în evaluarea stării pe baza criteriile DCA. Proprietățile fizice și chimice ale apei sau însăși apa Dunării nu pot fi considerate ca fiind elemente afectate, dar acestea furnizează informații cheie pentru evaluarea stării ecologice.



Factorii cu un efect potențial în cursul investiției Paks II sunt sumarizate în următorul tabel.

Factori potențiali de impact	Construire	Exploatare	Abandonare	Avarie, accident
Apa subterană extrasă în cursul coborârii nivelului apei subterane	X		X	
Deversarea apei reziduale comunale epurate	X	X	X	
Construirea hidrocentralei de recuperare	X			
Deteriorarea rezervorului de motorină în timpul construirii				X
Avarii sau accidente care afectează funcționare stației de epurare				X
Extragerea apei din Dunăre		X		
Deversarea apei de răcire încălzite în Dunăre		X		
Deversarea apei tehnologice uzate în Dunăre		X		
Deversarea apei pluviale epurate în Dunăre		X		
Deteriorarea rezervoarelor de substanțe chimice, de descărcare și de depozitare a combustibilului pentru generatorul diesel				X
Răspândirea uleiurilor uzate și a altor deșeuri lichide				X
Răspândirea apelor industriale uzate neepurate				X

Tabelul 51: Factorii potențiali de impact în cursul investiției Paks II

### Construire

#### *Apa subterană extrasă în cursul coborârii nivelului apei subterane*

În cursul construirii unităților Centralei Paks II, există mai multe clădiri cu fundație adâncă, în cazul cărora lucrările sunt executate sub nivelul apei subterane. În această perioadă este nevoie de dehidratarea zonei de excavații. Cantitatea de apă subterană extrasă, conform calculelor făcute de compania Isotoptech Zrt, este de 13000-18000 m<sup>3</sup>/zi (max. 0,2m<sup>3</sup>/s). Apa subterană extrasă este introdusă în canalul de apă rece, de unde ajunge în canalul de apă caldă și, în final, în Dunăre prin circuitul de răcire. Conținutul de nutrienți vegetali (în principal, compuși de azot) al apei subterane extrase este probabil mai mare decât cel al apei Dunării, și în consecință, flora și fauna canalului de apă rece va constitui un element afectat. În urma diluării de peste 500 de ori și a amestecării, nu se așteaptă efecte directe sau indirecte asupra stării ecologice a florei și faunei Dunării.

#### *Deversarea apei reziduale comunale epurate*

Cantitatea maximă de apă potabilă necesară în perioada construirii Centralei Paks II, inclusiv de apă uzată, se înregistrează pe o durată preconizată de 5 ani în perioada în care prima unitate a fost deja pusă în exploatare, iar a doua unitate este, în același timp, în curs de construire. Pe baza calculelor efectuate de compania VITUKI Hungary Kft, în această perioadă cantitatea maximă de ape uzate comunale produse este de 614 m<sup>3</sup>/zi. În prezent, Centrala Nucleară de la Paks produce zilnic o cantitate de ape uzate comunale de 300 m<sup>3</sup>. Așadar, cantitatea de referință de ape uzate comunale care trebuie epurate este în total de 1000 m<sup>3</sup>/zi, valoare rotunjită în sus pentru o mai mare siguranță. Propria stație de epurare a Centralei Nucleare de la Paks utilizează o tehnologie de oxidare totală, cu nămol activ și cu o capacitate nominală de 1 870 m<sup>3</sup>/zi. Apa epurată ajunge direct în canalul de apă caldă prin conductele de apă, deversată apoi în Dunăre. Pe baza modelului de amestecare elaborat de compania VITUKI Hungary Kft pentru un debit extrem de mic de 579 m<sup>3</sup>/s care poate apare odată la 20000 de ani, se poate constata că valorile parametrilor de poluare rămân sub valorile limită de detectare specificate în standardele ungurești pentru metodele analitice utilizate la detectarea acestora deja la o distanță de 10 m în aval de punctul de deversare în Dunăre. Concentrația și compoziția nutrienților reziduali în apa uzată epurată depășește ușor pe cea a Dunării, respectiv este diferită de cea caracteristică Dunării în mod natural. Diluarea de cca. 900 de ori care are loc în canalul de apă caldă, precum și procesul natural de epurare în cursul amestecării duc la scăderea și mai accentuată a acestui efect. Din acest motiv, deversarea apei uzate epurate nu va avea efecte directe sau indirecte detectabile asupra structurii ecologice a comunității organismelor acvatice din Dunăre. Având în vedere cantitatea apei deversate, efectele hidrologice ale deversărilor nu vor atinge nivelul detectabilității.

#### *Construirea hidrocentralei de recuperare*

Construirea hidrocentralei de recuperare se leagă de construirea Centralei Nucleare Paks II și din acest motiv, ea a fost inclusă pe lista posibililor factori de impact, dar această investiție este, în sine, o activitate pentru care se cere efectuarea unui studiu de impact asupra mediului și o autorizație privind drepturile asupra resurselor de apă. Din acest motiv, prezentul document nu va include evaluări suplimentare.



### *Deteriorarea rezervorului de motorină în timpul construirii*

Posibilitatea răspândirii materialelor poluante în perimetrul amplasamentului și consecințele acestora a fost examinată de compania Isotoptech Zrt. Astfel se poate constata că durata de acces a poluării din amplasament în Dunăre este undeva între 10-20 de ani. În cazul deteriorării rezervorului de motorină folosită în timpul construirii, prin eliminarea locală imediată a motorinei răspândite pe sol se poate asigura că substanțele poluante nu ajung în Dunăre. În consecință, un astfel de accident nu va avea efecte directe sau indirecte semnificative asupra apelor de suprafață.

### *Avarii sau accidente care afectează funcționarea stației de epurare*

În perioada construirii sau exploatării ajungerea apei uzate comunale produse neepurate în Dunăre în urma defectării instalației de epurare a apei comunale este un accident potențial. Și în acest caz, ceea mai mare cantitate de apă uzată este produsă în perioada de execuție cu o durată de 5 ani. În consecință, modelarea avariei a fost efectuată presupunând tot o cantitate de apă uzată comunală de 1000 m<sup>3</sup>/zi, pentru un debit extrem de mic al Dunării de 579 m<sup>3</sup>/s-os, utilizând concentrația maximă măsurată pe parcursul ultimilor doi ani în cazul apei uzate evacuate. În această situație, în urma amestecării, toți parametri ajung la valoarea limită la nivelul detectabilității conform standardelor ungurești în segmentul Dunării la 1500 m în aval.

Defectarea instalației de epurare reprezintă un pericol real pentru flora și fauna Dunării. Deversarea unei cantități de ~1000 m<sup>3</sup>/zi de apă uzată neepurată în canalul de apă caldă și, apoi, în Dunăre, duce la o concentrație mai mare de nutrienți și floculanți, precum și la creșterea turbidității. Luând în considerare o diluare de cca. 900 de ori în canalul de apă rece, precum și o diluare adițională de aproximativ 10 ori chiar și în cazul celui mai mic nivel al apei, deversarea apei uzate neepurate are efecte minore, subletale asupra florei și faunei Dunării. Valoarea biomasei fitoplanctonice va crește în curentul de apă uzată, unde, teoretic, poate crește și biomasa de pești. În urma poluării, în apropierea deversării, printre organismele fitobentonice pot apare temporar în număr mai mare specii mai puțin vulnerabile la expunerea la substanțe organice. În urma diluării, deversarea apei uzate neepurate nu atinge pragul letal nici chiar în privința organismelor macrozoobentonice. Speciile MZB vor reacționa parțial prin evitare și parțial prin modificarea numărului de indivizi expuși la substanțe organice în funcție de toleranța lor față de nivelul de oxigen. În zona deversării apei uzate, speciile mai vulnerabile de pești tind să evite zona, în timp ce speciile mai tolerante față de nutrienți vor apare într-un număr mai mare. Din cauza diferenței cantitative semnificative între apa uzată produsă și apa de răcire extrasă, chiar și în acest caz pot apare doar efecte locale. În consecință, efectele sunt de durată scurtă, de o intensitate medie și o importanță redusă. În același timp, se recomandă crearea în stația de epurare a unei capacități tampon care să permită prevenirea răspândirii directe. Zona efectelor directe asupra Dunării are o suprafață de <500m. Formarea unei zone cu impact direct mai mare este puțin probabilă.

## **Exploatare**

### *Extragerea apei din Dunăre*

Extragerea apei din Dunăre necesară asigurării apei de răcire se realizează prin canalul de apă rece. Cantitatea apei extrase este similară cu cantitatea apei calde deversate prin canalul de apă caldă. În starea actuală a Centralei Nucleare de la Paks, această valoare este de 25 m<sup>3</sup>/s în fiecare unitate, adică 100 m<sup>3</sup>/s în total. În cazul noilor unități, această cantitate este de 66 m<sup>3</sup>/s în fiecare unitate, adică 132 m<sup>3</sup>/s în total. Cea mai mare cantitate de apă va fi extrasă în perioada în care cele două centrale funcționează concomitent, între 2030 și 2032. În această perioadă, cantitatea de apă extrasă este de 232 m<sup>3</sup>/s. Extragerea apei duce la modificarea debitului Dunării doar pe segmentul dintre canalul de apă rece și canalul de apă caldă. Cantitatea de apă extrasă nu înseamnă o intervenție semnificativă asupra acestui segment al Dunării nici chiar în timpul unui debit mic. Pe baza amplitudinii schimbărilor în morfologia albiei, calculate de compania VITUKI Hungary Kft, nu vor exista nici efecte directe, nici efecte indirecte asupra florei și faunei.

### *Deversarea apei de răcire încălzite în Dunăre*

Sistemele de răcire ale noilor unități constau din trei părți: (1) apa de răcire a condensatoarelor, (2) apa tehnologică, (3) apa de răcire de siguranță. În ceea ce privește expunerea termică, cantitatea de apă de răcire a condensatoarelor, în total 132 m<sup>3</sup>/s, calculată pentru cele două unități noi, reprezintă cantitatea de referință.

Debitul cel mai mare de apă caldă va apare în perioada 2030-2032.

Apele de răcire și alte ape uzate ajung în albia principală a Dunării prin canalul de apă caldă pe o porțiune cu o lungime

de cca. 1500 m. Acestea cauzează schimbarea regimului de curgere a Dunării în punctul de deversare. Prin urmare, în apropierea punctului de deversare, rezultatele cercetărilor pe care se bazează studiul de impact permit detectarea condiționată a schimbării structurii comunității fitobentonice, precum și detectarea atestată a schimbării structurii comunității macrozoobentonice și de pești, respectiv a creșterii valorii de abundență (cel puțin în parte). Acest efect este de durată lungă și de intensitate medie, dar de o importanță redusă. Zona efectelor directe și indirecte este <250 m. În cursul exploatării, în vederea protejării comunității de pești se poate recomanda interzicerea pescuitului sau pescuitului sportiv pe o rază de 250 m în jurul punctului de deversare.

De când Centrala Nucleară de la Paks a fost pusă în exploatare, problemele legate de expunerea termică cauzate de apa de răcire reintroduse în Dunăre, constituie o preocupare permanentă. În continuare vom prezenta un rezumat al constatărilor.

- (1) Din punctul de vedere al expunerii termice, temperatura maximă de referință a apei Dunării pe timpul verii este, în general, 21-24°C, dar în mod excepțional poate atinge și valori de peste 25°C. Seriile de temperatură sunt caracteristice, perioada valorilor maxime este bine definită cu o durată de la începutul lunii iulie până la sfârșitul lunii august.
- (2) Evoluția anuală a debitului Dunării este mai puțin regulată, dar este clar că nivelele mici de apă, care indică nivelul maxim al expunerii termice relative a râului, apar cu mare probabilitate în perioada toamnă-iarnă.
- (3) O caracteristică a Dunării, care reduce riscul expunerii termice, este faptul că temperaturile mari ale apei apar exclusiv în lunile iulie și august, iar debitele mici de aproape 1000 m<sup>3</sup>/s apar cu preponderență doar începând cu luna septembrie.

Această situație probabilă, susținută statistic, s-a schimbat pe vremea extraordinar de secetoasă și caldă în timpul verii în perioada 1992-2003 pentru că în cursul lunilor iulie și august temperatura apei a variat între 20-26°C.

În general, studiile anterioare au constatat că până în 2015, efectiv datorită deversării apelor tratate și uzate de Centrala Nucleară de la Paks în Dunăre nu se așteaptă schimbări în calitatea apei care să ducă la modificarea clasificării calității apei Dunării.

*Examinarea relației dintre temperatura apei Dunării și parametrii chimici ai apei Dunării și a previziunilor privind această relație pentru datele de referință în regiunile Dunaföldvár, Fadd și Hercegszántó*

Previziunile privind schimbările parametrilor chimici ai apei Dunării, asociate cu valorile critice de temperatură, precum și intervalul acestora au fost determinate cu ajutorul metodelor statistice. În cadrul măsurătorilor în rețeaua principală, au fost efectuate evaluări privind diferitele componente cu o frecvență lunară, în cele mai multe cazuri de 12 ori pe an. Evaluările lunare au permis monitorizarea schimbărilor sezonale în cursul anului. În cadrul evaluărilor efectuate pe un număr mare de elemente, am utilizat analiza deviației standard a tendințelor liniare pentru a stabili dacă există vreo legătură între o tendință liniară și variațiile de temperatură, sau dacă deviația este independentă de acestea. În cazul în care există o asemenea legătură, valorile estimate referitoare la diferitele valori de temperatură pot fi calculate cu ajutorul metodelor statistice. Dacă însă între componenta respectivă și temperatura apei Dunării nu există o corelație, se poate presupune că media și distribuția frecvenței componente măsurate în ultimii șapte ani vor fi similare cu valorile estimate și distribuția lor din următoarea perioadă.

În acest scop, am definit factorul de corelare și parametrii tendinței liniare de egalizare. Factorul de corelare a asigurat parametrizarea puterii relației, în timp ce formula dreptei de egalizare a permis calcularea valorii estimate pentru diferitele scenarii de temperatură. Cu ajutorul analizelor statistice am determinat deviația standard a elementului care este influențat de schimbările sezonale de temperatură, de nivelul apei Dunării și de debitele asociate, precum și valorile minime și maxime din perioada evaluată. Luând în considerare factorul de corelare care reprezintă corelația, pe baza deviației standard, respectiv a valorilor minime și maxime înregistrate până acum, am estimat valorile și intervalul valorilor referitoare la apariția viitoare a unei anumite componente.

Clasificarea conform criteriilor DCA s-a realizat atât pe baza valorilor estimate, cât și pe baza intervalului estimat calculat.

În vederea realizării unor comparații, dintre segmentele delimitate în aval, pe baza datelor privind calitatea apei obținute pentru secțiunea Fadd am efectuat și calculele referitoare la expunerea termică maximă de 30°C, valoare permisă la pintelul mare.

*Rezumatul consecințelor deversării apei de răcire încălzite în Dunăre*

Pe baza rezumatului rezultatelor obținute în studiile anterioare, datorită calității, debitului și temperaturii apei Dunării, expunerea termică poate fi crescută în așa fel încât să nu poată fi împiedicată de limitele menite să protejeze calitatea apei

receptoare, respectiv să nu contravină cerințelor de protecția mediului. În ceea ce privește expunerea termică, în cursul exploataării, în urma deversărilor din Centrala Nucleară Paks II dacă se respectă restricțiile specificate în prevederi, calitatea apei Dunării nu se va schimba din punct de vedere chimic și fizic față de calitatea actuală nici în situații nefavorabile.

Pe baza rezultatelor evaluărilor privind calitatea apei efectuate în punctele rețelei principale între 2006-2011, respectiv între 2012-2013, se poate constata că, după creșterea eficienței proiectate, expunerea termică prezintă o creștere ușoară conform calculelor.

*Totuși, creșterea eficienței în viitor nu va duce probabil la o modificare semnificativă a acelor indicatori de calitate a apei (nivelul acidifierii, conținutul de săruri, sistemul de oxigen și nutrienții vegetali) care depind într-o măsură mai mare sau mai mică de creșterea temperaturii.*

Apa de răcire încălzită, deversată din centrală în fluviu, accelerează procesele de descompunere a substanțelor organice, care duc la consum și extragere de oxigen, însă aceste procese, pot fi contrabalansate de condițiile hidraulice, condițiile de amestecare și de conținutul ridicat de oxigen dizolvat în apa fluviului. Aceste efecte probabil nu vor fi semnificative, dar din cauza cerințelor privind protecția calității apei nu pot fi ignorate, de aceea se recomandă monitorizarea lor și în viitor.

În cursul evaluării stării inițiale, efectele actuale ale apei calde pot fi demonstrate condiționat în cazul comunității fitobentonice, respectiv cu certitudine în cazul comunității macrozoobentonice și de pești pe un segment cu o lungime de cca 2 km în secțiunile de pe malul drept. Acest lucru indică posibilitatea de a detecta o creștere a temperaturii de  $\Delta t=2,5^{\circ}\text{C}$  în cazul acestor taxoni. În același timp, creșterea temperaturii nu a produs o schimbare detectabilă în structura comunității planctonice. Rezultatele evaluărilor ecologice sugerează că efectul identificat poate fi considerat un efect pe termen lung. Pe baza analizelor se poate considera că s-a demonstrat că efectul apei calde se mișcă la limita detectabilității chiar și în condiții optime pentru prelevarea de probe, efectele deversărilor din Centrala Nucleară de la Paks pot fi depășite de variația naturală a caracteristicilor de mediu a Dunării. Efectele în sine sunt semnificative nu atât din cauza nivelului lor, cât mai degrabă din cauza duratei expunerii.

Rezultatele privind proprietățile fizice și chimice obținute prin evaluările referitoare la starea inițială, efectuate pe secțiunea afectată a Dunării, confirmă faptul că creșterea eficienței fizice nu va duce la schimbări semnificative ale valorilor indicatorilor privind nivelul de acidifiere, conținutul de săruri, starea sistemului de oxigen și a nutrienților vegetali, adică ale valorilor indicatorilor care depind de creșterea temperaturii într-o măsură mai mare sau mai mică.

În privința stării ecologice a Dunării, deversarea apei de răcire încălzite constituie cel mai semnificativ efect asupra mediului. Acest efect va fi cel mai puternic între 2030 și 2032. Cu excepția celor trei taxoni afectați (comunitățile fitobentonice, macrozoobentonice și de pești), identificați în evaluarea stării inițiale, putem presupune că nu vor apare alte grupe de organisme afectate direct în această perioadă. Efectul expunerii termice este de durată, este puternic și de mare importanță. De asemenea, pe baza rezultatelor studiilor ecologice se poate constata că expunerea termică (și în general, exploatarea concomitentă a celor șase unități) nu va duce la o degradare de o clasă conform clasificării DCA în cazul niciunui grup de organisme în secțiunea afectată a Dunării. În ceea ce privește temperatura de deversare, funcționarea hidrocentralei de recuperare va avea probabil efecte favorabile. În perioada verii, când debitul Dunării este scăzut, poate fi nevoie de reîncărcarea unității. Conform modelului elaborat pentru perioada funcționării concomitente, zona de impact direct va fi în aval de punctul de deversare, la cca. 11 km, la nivelul secțiunii 1515,8 km. Pe baza modelului, curentul de apă caldă caracterizat de izoterma de  $\Delta t=2,5^{\circ}\text{C}$  atinge linia mediană, dar nu o depășește în mod semnificativ.

Efectul direct al expunerii termice se reflectă în schimbările structurale, parțial în comunitățile organismelor consumatoare în urma schimbării circuitului nutrienților, printr-o transmitere prin comunitățile de organisme, parțial în comunitățile afectate în urma competiției și concurenței care apare din cauza creșterii abundenței relative sau absolute a speciilor invazive. În baza studiilor anterioare (Halasi-Kovács, 2005; SCIAP, 2010) și evaluarea stării inițiale se poate constata că zonele de apă cu caracteristici corespunzătoare ale secțiunii afectate pot funcționa ca un focar de reproducere a speciilor invazive, ca o consecință directă a deversărilor de apă caldă, contribuind astfel la răspândirea acestor specii. În privința elementelor biologice, zona de impact direct, definită în funcție de expunerea termică în perioada funcționării concomitente, nu diferă de zona de impact direct în privința circuitului de nutrienți vegetali. În ceea ce privește speciile invazive, exinderea zonei de impact nu poate fi interpretată la un nivel supraindividual, de aceea, efectul în această privință este înregistrat, dar zona de impact aferentă nu este definită. În consecință, întreaga zonă de impact coincide cu zona de impact direct.

În perioada funcționării independente a Centralei Nucleare Paks II (2037-2085), se poate lua în calcul o expunere termică mai mică decât valoarea inițială. În plus, efectul generat de expunerea termică este și în această perioadă de lungă durată, de o intensitate medie și o importanță semnificativă. Pe baza rezultatelor evaluării stării inițiale se poate afirma că în

secțiunea afectată a Dunării efectul expunerii termice în cursul funcționării independente nu va duce la o degradare de o clasă conform clasificării DCA în cazul niciunui grup de organisme. Conform calculelor efectuate pe baza modelului elaborat de compania VITUKI Hungary Kft, în această perioadă zona de impact direct se află la o distanță cca. 1000 m în aval, unde lățimea ei atinge linia mediană a Dunării. În ceea ce privește efectul direct și zona sa de impact, se aplică cele cuprinse în paragraful de mai sus.

#### *Deversarea apei tehnologice uzate în Dunăre*

În cursul utilizării apei tehnologice, se produc diferite ape uzate industriale în domeniile tradiționale, respectiv ape uzate radioactive, a căror cantitate în perioada funcționării independente este de 50 m<sup>3</sup>/h. Din această cantitate, 10 m<sup>3</sup>/h sunt ape radioactive, în timp ce 40 m<sup>3</sup>/h sunt ape uzate din domeniile tradiționale. În condiții normale de funcționare, aceste ape sunt decontaminate cu ajutorul unor proceduri specifice de epurare. Apele uzate astfel obținute, cu o concentrație de substanțe poluante sub valorile limită, ajung în Dunăre prin canalul de apă caldă. În cursul utilizării, o parte a substanțelor poluante pot fi prezente în apele uzate într-o concentrație detectabilă și după procedura de epurare. În același timp, o parte a substanțelor poluante în canalul de apă caldă trec printr-un proces de degradare biologică sau ajung în Dunăre (ca mediu receptor) într-o formă semnificativ diluată în apele de răcire (1:0,0001). În cursul evaluării stării inițiale, acest efect al Centralei Nucleare de la Paks nu poate fi detectat în privința stării ecologice a organismelor acvatice. Din acest motiv, în general în condiții normale de funcționare, apele uzate deversate nu au un efect detectabil asupra structurii organismelor acvatice din Dunăre. În condiții normale de funcționare, unitățile trebuie să depună eforturi constante pentru a atinge o eficiență tot mai ridicată de epurare; de asemenea, este importantă și monitorizarea constantă a deversărilor.

În perioada funcționării concomitente, cantitatea apelor uzate industriale deversate este de cca. 90 m<sup>3</sup>/h; în plus, concentrația lor nu se schimbă ca rezultat al procesului de epurare. Astfel, constatările făcute în legătură cu perioada de funcționare a Centralei Paks II sunt valabile și în timpul funcționării concomitente a centralelor.

#### *Deversarea apei pluviale epurate în Dunăre*

Apele pluviale sunt colectate în perimetrul amplasamentului de șanțurile pentru apele pluviale din partea nordică și din partea sudică, prin colectoarele de ulei, de unde sunt transportate în canalul de apă rece din partea nordică, respectiv canalul de apă caldă din partea sudică. Conform evaluării stării inițiale, deversarea apei calde în Dunăre nu a avut efecte detectabile în ceea ce privește substanțele derivate ale petrolului.

#### *Deteriorarea rezervoarelor pentru substanțe chimice, de descărcare și de depozitare a combustibilului pentru generatorul diesel; răspândirea uleiurilor uzate și a altor deșeuri lichide*

Rezervoarele pentru substanțe chimice și de descărcare, de depozitare a uleiurilor uzate și a altor deșeuri lichide se găsesc în clădiri închise. Rezervorul combustibilului pentru generatorul diesel se află într-un spațiu deschis. Pe baza evaluării răspândirii accidentale a substanțelor poluante în perimetrul amplasamentului se poate constata că timpii de acces al poluării de la amplasament în Dunăre sunt de mărimea unui interval de 10-20 de ani. În cazul deteriorării rezervoarelor pentru substanțe chimice, de descărcare și de depozitare a combustibilului pentru generatorul diesel, precum și a rezervoarelor pentru uleiurile uzate și alte deșeuri lichide, prin eliminarea locală imediată a uleiurilor scurse pe sol se poate evita ca substanțele poluante răspândite să ajungă în Dunăre. În consecință, un astfel de accident nu va avea efecte directe sau indirecte semnificative asupra apelor de suprafață.

#### *Răspândirea apelor industriale uzate neepurate*

Defectarea instalațiilor de epurare a apelor uzate industriale în sine nu duce la deversarea apelor uzate industriale neepurate direct în Dunăre sau în alte ape de suprafață pentru că acestea ajung mai întâi în canalul de apă caldă prin rezervorul pentru deșeuri, apoi din canal în Dunăre. Epurarea finală are loc în zona rezervoarelor de deșeuri. Deteriorarea acestora nu produce, în mod real, poluarea apelor de suprafață, ci doar poluarea apelor subterane. Abordând teoretic deversarea apelor industriale uzate în Dunăre în stare neepurată, se pot face următoarele constatări: Datorită unui nivel ridicat de diluare (1:0,0003), deversarea apelor uzate în Dunăre prin canalul de apă caldă nu va duce la distrugerea organismelor nici chiar în cazul în care ele rămân în formă neepurată, deoarece vor avea probabil un efect subletal și pe deasupra, organismele capabile de mișcare vor evita temporar zona poluată. În același timp, din cauza substanțelor toxice și a degradării lor lente, apele menționate pot avea efect pe termen lung asupra organismelor acvatice. Având în vedere și gradul de diluare în Dunăre, acest efect nu se resimte peste o distanță de 50 km, conform unei estimări făcute de experți.

### 13.3 EVALUAREA INVESTIȚIEI PAKS II CONFORM PLANULUI DE MANAGEMENT AL BAZINULUI HIDROGRAFIC

Pe baza planului de management al bazinului hidrografic al Dunării (VKKI 2010), întregul segment al Dunării din Ungaria se află într-o stare ecologică moderată, fără să atingă starea bună. Aceasta poate fi atribuită, în parte, unor cauze calitative, dar similare, sau în mai mare parte, unor cauze hidromorfologice, având în vedere că în privința stării chimice, Dunărea este considerată ca fiind în stare bună. Pe baza comunității fitoplanctonice și fitobentonice, zona Szob-Baja și segmentul la sud de Baja au fost clasificate ca fiind în stare bună. Pe baza clasificării comunității macrozoobentonice și de pești, niciun corp de apă al Dunării nu a reușit să îndeplinească criteriile pentru starea bună. În această privință, efectele hidromorfologice cauzate de măsurile de protecție împotriva inundațiilor, de protecția malurilor și de amenajarea albiei sunt decisive pentru că fiecare secțiune a fost considerată ca fiind în stare bună pe baza altor elemente care prezintă poluarea cu substanțe organice. Conform evaluării nevertebratelor de fund, bazată pe metoda acceptată de ICPDR, Dunărea și majoritatea afluenților săi prezintă un nivel de poluare medie-critică. Pe baza datelor prezentate în Planul Național de Management al Bazinului Hidrografic se poate constata că pe segmentul Dunării din Ungaria atingerea stării ecologice bune este posibilă doar printr-un efort comun al țărilor din bazinul Dunării. Starea ecologică moderată, datorată intervențiilor hidromorfologice și emisiilor de substanțe poluante, poate fi îmbunătățită cu o clasă doar prin intervenții de o amploare foarte mare și cu costuri ridicate. În seria obiectivelor privind protecția mediului, conform planurilor, atingerea stării ecologice bune a corpului de apă HURWAEP 444, în secțiunea dintre Szob și Baja poate fi realizată până în 2027 (VKKI 2010).

Rezultatele evaluării stărilor inițiale pe baza criteriilor DCA, efectuate în 2012 și 2013 ca parte a studiului de impact asupra mediului, au confirmat că clasificarea elementelor evaluate (indicatorii fizici și chimici ai apei: bună; FP: bună; FB: moderată; MF: moderată; MZB: moderată; pește: bună) a corespuns valorilor specificate în PNGDH, respectiv la niciun element nu s-a găsit o stare mai slabă. În general, secțiunea evaluată a Dunării a fost în stare ecologică moderată așa cum este definită în PNGDH.

Analizele mai fine au demonstrat că funcționarea Centralei Nucleare de la Paks, prin expunerea termică a apei calde deversate, produce efecte detectabile în structura ecologică a comunității macrozoobentonice și de pești, în timp ce același efect în comunitatea fitobentonice nu a putut fi exclus. Efectul reflectat în indicatorii privind structura comunității poate fi detectat până la o schimbare a temperaturii de  $\Delta t=2,5^{\circ}\text{C}$ . Modificarea temperaturii în perioada funcționării Centralei Nucleare apare în secțiunea afectată dinspre malul drept al Dunării pe o lungime de 2 km. Evaluările au confirmat și că mărimea efectului detectat nu produce o degradare de o clasă în starea ecologică a secțiunii respective a Dunării.

În cursul investiției Paks II, cel mai important efect asupra mediului este expunerea termică. Aceasta va avea valoarea cea mai ridicată în perioada 2030-2032. În această perioadă vor funcționa atât cele patru unități ale Centralei Nucleare de la Paks, cât și cele două unități ale Centralei Paks II. Întreaga zonă de impact a expunerii termice poate fi definită pe o distanță maximă de 11 km în aval de punctul de deversare. Acest punct se află la nivelul secțiunii 1515,8 km al Dunării. Pe baza acestora se poate constata că, în privința expunerii termice, poluarea nu va trece granița țării.

Ținând cont de cele prezentate în capitolele anterioare, grupele de organisme afectate direct vor fi comunitățile fitobentonice, macrozoobentonice și de pești. Principalele organisme afectate indirect pot fi, în primul rând, organismele consumatoare (comunitatea macrozoobentonice, pești). Cel mai puternic efect indirect este rolul privind răspândirea speciilor invazive în apele calde. În zona de impact efectul expunerii termice este de durată, este puternic și de mare importanță. Pe baza rezultatelor evaluărilor ecologice se poate deduce că efectul expunerii termice nu va avea ca rezultat o degradare de o clasă conform clasificării DCA în cazul niciunui grup de organisme în secțiunea afectată în aval. Totodată, această constatare este valabilă și pentru starea ecologică generală.

În cursul funcționării independente a Centralei Paks (2037-2085), pe baza rezultatelor modelelor, nivelul expunerii termice nu va atinge valoarea actuală a deversărilor Centralei Nucleare de la Paks. Zona de impact va fi de ~1 km în aval de punctul de deversare în Dunăre. În plus, acest lucru înseamnă că după 2037, în aval de punctul de deversare, vor exista condiții mai favorabile privind protecția mediului față de cele actuale.

Pe baza evaluărilor se poate constata că realizarea obiectivelor privind protecția mediului corpului de apă al Dunării, precum și atingerea unei stări ecologice bune nu va fi împiedicată de investiția Paks II și, prin urmare, nu se impune modificarea datei realizării acestui obiectiv.

## 14 FORMAȚIUNI GEOLOGICE ȘI APELE SUBTERANE ÎN ZONA ȘI ÎN IMEDIATA APROPIERE A AMPLASAMENTULUI

Determinarea și caracterizarea stării formațiunilor geologice și ale apelor subterane pe teritoriul Centralei Nucleare de la Paks acoperă zona extinderii și vecinătății imediate a acesteia (3 km, cea mai apropiată bază de apă potabilă, Csámpa).

Descrierea mediului acvatic subteran se referă la apele subterane din interiorul zonei evaluate, baza posibilă de apă a fântânilor cu filtrare pe mal și apa captivă. Dimensiunea orizontală a zonei evaluate este definită de rețeaua de observare a nivelului și calității apelor subterane, constând din peste 22 fântâni, care funcționează și în prezent în perimetrul și în apropierea centralei, precum și din fântânile instalației de apă de la Csámpa. Luând în considerare poziția surselor apelor captive, obiectul evaluărilor au fost formațiunile geologice până la o adâncime (pe verticală) de 210 m calculată de la suprafață.

În regiune există două tipuri de ape subterane: apa captivă în straturile de nisip panonic, care se găsește la mare adâncime, sub straturile acvitarde, respectiv pânza freatică deasupra acvitarului, care se găsește în matricea pleistocen-holocenă.

În zona amplasamentului, până la pânza freatică există un strat de umplutură cu o grosime și compoziție variabilă, sub care se găsesc depuneri de argilă, nisip și nămol din Holocenul superior. Îndepărtându-ne de albia Dunării, nivelul inițial este acoperit de nisip mișcător din Holocenul inferior. Apele pluviale pot ajunge la apele subterane infiltrându-se în direcție verticală, prin aceste straturi. Zona aluvionară joasă este pătrunsă de fostele meandre umplute (albie umplută). În prezent, protejarea zonei împotriva inundațiilor este asigurată de diguri construite la nivelul 96-97 mrMB, dar schimbările nivelului de apă au o influență puternică asupra evoluției nivelului apelor subterane, în primul rând prin materialul fostei alpii.

Terasa din Holocenul inferior se ridică deasupra aluviunii din Pleistocenul superior și mijlociu, cu cca. 6-8 m; ea este compusă din nisip fluvial din particule fine sau de mărime medie, delimitat cu straturi de pietriș. Suprafața ei este acoperită de nisip mișcător din Holocenul superior. Dunărea influențează doar într-o mică măsură sau nu influențează deloc nivelul apelor subterane în această terasă.

Valea Dunării este delimitată de un platou de loess până la nivelul de 160-180 mrMB dinspre nord-vest. Apele pluviale care cad pe platoul de loess sunt acumulate deasupra straturilor acvitarde și se infiltrează către baza de eroziune (Dunăre) în nivelele mai poroase. Aceasta este zona de alimentare a apelor subterane din valea Dunării. Patul acvitar al stratului de acumulare a apelor subterane este alcătuit din sedimente din Panonianul superior pe întreaga zonă din straturi alternante de nisip, marnă argiloasă și loess marnos, adică straturi acvifere și acvitarde de diferite grosimi. Factorul de infiltrație pe verticală a părții superioare cu o grosime de 20-30 m este de  $10^{-6}$ - $10^{-7}$  m/s. În această zonă, grosimea formațiunilor din Panonianul superior este de cca. 500 m. În condiții naturale, din cauza regimului de presiune a apei acumulate în stratul acvifer, apele subterane nu ajung în apele captive.

Apele subterane alcătuiesc o pânză; nivelul mediu al apelor subterane este undeva la nivelul formațiunilor detritice fine superioare (nisipos și loess), la o adâncime de 8-10 m de la nivelul solului. Nivelul apelor subterane este determinat de nivelul actual al Dunării.

În cazul unui nivel ridicat al apelor sau al inundațiilor, fluviul alimentează straturile acvifere, apele subterane infiltrate se acumulează și, prin urmare, nivelul apelor subterane crește. Conform datelor obținute din fântânile de supraveghere a apelor subterane, efectul schimbărilor nivelului apei Dunării (variațiile depășesc 8,5 m) este cel mai puternic într-o fâșie cu o lățime de aproximativ 200-500 m de la malul râului, dar acest efect poate fi detectat și la o distanță de 1500 m de la limita râului. Efectul este unul întârziat care apare de-a lungul întregii fâșii doar în timpul inundațiilor îndelungate, rata de creștere a nivelului apei scade odată cu distanța de la mal. Această valoare este neglijabilă în timpul viiturilor de scurtă durată. Creșterea nivelului apelor subterane cauzate de viituri apare după cca. 2 zile la o distanță de 100-200 m de la mal.

În apropierea canalului de apă rece, nivelul maxim al apelor subterane va fi probabil în jur de 94 mrMB. În zonele mai îndepărtate, fluctuațiile sezonale medii multianuale ale nivelului de apă sunt în jur de 2 m. Rata de curgere a apelor subterane nu este uniformă și depinde de compoziția particulelor stratului acvifer.

În ceea ce privește compoziția chimică a apelor subterane, acestea conțin bicarbonat de calciu (**carbonat acid de calciu**). Conținutul total de substanțe dizolvate în apă este în medie de 300-400 mg/l, apele subterane au un pH alcalin, o durezza totală în medie de 15-25 nk°, cu o concentrație a ionilor de clor în general în jur de 20-30 mg/l și cu un conținut mediu de ioni de sulfat de 100-150 mg/l. În plus, ele au un conținut ridicat de fier (0,5-1,0 mg/l) și mangan (0,3-0,8 mg/l).

## 14.1 PROCESSE DOMINANTE ÎN CURGEREA APELOR SUBTERANE DIN APROPIEREA AMPLASAMENTULUI

### Pânza freatică

În vecinătatea imediată a Centralei Nucleare de la Paks au fost efectuate evaluări pe modelele de curgere a apelor freactice și a apelor captive, precum și analize privind răspândirea celui mai activ izotop radioactiv, tritiul ( $^3\text{H}$ ). Având în vedere că centrala se află pe malul Dunării, cel mai important factor care influențează curentul dominant în apele freactice și captive în apropierea centralei este însăși Dunărea și strâns legat de ea canalul de apă rece. Pe lângă cei doi factori, Lacul Kondor și platoul de loess în partea vestică au, de asemenea, un efect puternic. Impactul cumulativ al acestor factori determină regimul de curgere al apelor subterane din apropierea amplasamentului pentru o anumită perioadă.

În această zonă, există următoarele câmpuri generale de viteză:

- În general, în apropierea laturii nordice a clădirii principale și a canalului de apă rece rata de curgere a apelor subterane este mai mare decât în partea sudică. Diferența poate fi de 1-2 ordini de mărime.
- În partea sud-estică se întâlnesc intervale de curgere din două direcții opuse. Din acest motiv, la nord de fântâna O5 se formează o zonă care se mișcă încet.
- În cazul șirului de fântâni T (la est de șirul de fântâni O), se formează un curent dinspre Lacul Kondor.

Pe baza comparării valorilor maxime, se poate constata că cea mai mică viteză apare în cazul unui nivel mediu al Dunării:  $V_{\min} = 7,7 \cdot 10^{-6}$  m/s. Cele mai mari viteze sunt asociate cu cele mai reduse nivele ale Dunării:  $V_{\max} = 1,6 \cdot 10^{-5}$  m/s. Aceste viteze sunt tipice de-a lungul Dunării și al canalului de apă rece, în imediata vecinătate a clădirii principale rata de curgere a apelor subterane este mai redusă. Această valoare înseamnă că apele parcurg zilnic 0,66-1,38 m în apropierea canalului de apă rece. Între ratele măsurate lângă canalul de apă rece și clădirea principală poate exista o diferență de cel puțin un ordin de mărime. Pe baza calculului, traseul parcurs zilnic în apropierea clădirii principale poate fi între 0,02-0,53 m în funcție de loc și timp. În zone nesaturate, se pot observa deplasări verticale și oscilante. Viteza acestora este mai mică cu câteva ordini de mărime decât cea observată în zonele saturate.

Pentru evaluarea influenței reciproc exercitate de apele freactice și de suprafață una asupra celeilalte, am elaborat un model hidrologic care se bazează pe condițiile existente în cazul unor debite extreme în perimetrul amplasamentului și în imediata sa apropiere. Valorile excepționale au fost selectate din datele pe 13 ani (2000-2013) referitoare la hidrometrul de la Paks și la instalația de apă de la canalul de apă rece. Cel mai mic nivel al apei a fost înregistrat în data 3 decembrie 2011, când la hidrometrul de la Paks s-a măsurat un nivel de 84,81 mrMB, în timp ce la canalul de apă rece nivelul apei a fost de 84,3 mrMB. Cel mai mare nivel al apei a fost înregistrat în data de 11 iunie 2013, când la hidrometrul de la Paks s-a măsurat un nivel de 94,29 mrMB, în timp ce la canalul de apă rece nivelul apei a fost de 94,01 mrMB.

În cazul unui nivel extrem de mic al Dunării, procesele sunt similare cu procesele definite pentru un nivel scăzut al apei, adică dinspre lacurile piscicole înspre Dunăre se observă un curent estic, în timp ce înspre canalul de apă rece se înregistrează un curent nord-vestic. Din zona centralei existente se observă un curent nord-estic, iar din zona centralei propuse un curent estic; în același timp, apa freatică curge către canalul de apă rece dinspre platoul de loess din partea vestică în direcție estică. Acest lucru înseamnă că în cazul unui nivel scăzut al Dunării, lacurile piscicole funcționează ca și surse de apă, în timp ce Dunărea și canalul de apă rece se comportă ca și medii colectoare.

În cazul unui nivel extrem de ridicat al Dunării, procesele sunt similare cu procesele definite pentru un nivel ridicat al apei, dar efectul de reținere este mult mai puternic. În partea sudică, lângă amplasament, se observă un efect de reținere din direcție vestică, către lacurile piscicole. În partea estică a canalului de apă rece se observă un efect de reținere din direcție sud-estică, de asemenea, către lacurile piscicole. La sud de canalul de apă rece, curenții care se deplasează înspre vest și est (dinspre platoul de loess din partea vestică) apar în zona canalului de legătură. În partea vestică a canalului de apă rece (zona extinderii) se observă un curent din direcție nord-vestică care este atenuat în urma întâlnirii cu curentul sud-estic dinspre platoul de loess din partea vestică. În acest caz, Dunărea și canalul de apă rece constituie surse de apă, în timp ce lacurile piscicole și canalul de legătură se comportă ca și medii colectoare.

Am asociat câmpul de viteză al modelului cu unele locuri de exemplu, terenul de sub unități, sistemele tehnologice și segmentul de conducte, despre care am presupus că se comportă ca și sursă de tritiu. În calculele referitoare la lentilele de tritiu am presupus că în locurile selectate, în urma ajungerii tritiului în sol, poate apărea o concentrație mai ridicată decât cea tipică pentru o zonă neexpusă. Modelul a calculat răspândirea în continuare a cantității presupuse de tritiu în aceste locuri, cantitate introdusă în prealabil și ajustată în funcție de datele din măsurători. Concentrația de tritiu a fost obținută dintr-o simulare „steady state” care a rezolvat formulele corespunzătoare unei stări constante în timp, anterioară calculelor



privind variabilele tranzitorii. În cazul calculelor privind tritiul, ne-am concentrat, în primul rând, asupra mediului înconjurător al clădirii principale. Timpul în care tritiul ajunge din clădirea principală în fântânile cele mai apropiate de monitorizare a apelor subterane este de 1-6 luni, iar de la clădirea principală în Dunăre de 12-20 ani, în funcție de nivelul apei. Pe lângă calculele conform modelului, am validat aceste date pe baza vârstei apei  $^3\text{H}/^3\text{He}$ , calculată din izotopii dizolvați de tritiu și heliu de mare sensibilitate.

### **Ape captive**

În regiunea Paks, nivelele poroase ale matricii panoniene superioare depozitează ape captive într-o cantitate medie de 1,0-1,5 l/s/km<sup>2</sup>. Adâncimea straturilor acvifere panoniene superioare drenate este între 60-229 m. Nivelul apei în fântâni în stare de echilibru (în perioada construirii) s-a stabilizat în fiecare fântână deasupra nivelului solului, de aceea, putem vorbi de fântâni cu presiune pozitivă. Presiunea nivelelor a fost între +0,1 - +6,7 m. Debitul specific a variat între 5,2-87,7 l/min/m, iar temperatura apei extrase între 14-23°C în funcție de adâncimea straturilor acvifere.

Pe baza celor de mai sus, apele captive la adâncime mică din matricea sedimentară panoniană superioară constituie probabil mai multe sisteme hidraulice independente unul de celălalt. Condițiile de presiune sugerează că în acest caz comunicarea există doar dinspre apele captive către pânza freatică.

Calitatea apelor captive depinde, în primul rând, de compoziția straturilor acvifere. Apele aparțin, de obicei, subtipului care conține bicarbonat de calciu și magneziu și are un pH alcalin. În general, conținutul total de substanțe dizolvate nu atinge concentrația de 1000 mg/l. Apele din straturile de la o adâncime mai mare conțin, în general, mai multe săruri. Conținutul de ioni de clor (10-190 mg/l) crește în funcție de adâncime. Aceste ape practic nu conțin sulfatați. De asemenea, nu este nevoie de tratarea apelor din cauza unui conținut semnificativ de fier și mangan.

Alimentarea cu apă potabilă a Centralei Nucleare de la Paks este asigurată din baza de apă de la Csámpapuszta. În condițiile actuale, sistemul de extragere și de control al apei este compus din 4 fântâni de extragere și 3 fântâni de rezervă. Conform calculelor preliminare, capacitatea totală a fântânilor de extragere este în jur de 800 m<sup>3</sup>/zi și va crește la aproximativ 1400-1500 m<sup>3</sup>/zi în perioada de construire a Centralei Nucleare Paks II. Creșterea înseamnă cca. 650 m<sup>3</sup>/zi în plus. În ultimii 10 ani (perioada 2004-2013), cantitatea extrasă a marcat o tendință descrescătoare, ceea ce a dus la creșterea nivelului apei atât în stare de repaos, cât și în timpul funcționării. Am determinat direcția curenților din apropierea fântânilor de extragere a apei, traseele cu o durată de acces de 50 de ani, precum și vârtejurile de scurgere în urma unei cantități extrase mai ridicate. Pe baza modelului hidrologic al bazei de apă, apele subterane de sub Centrala Nucleară de la Paks nu ajung în baza de apă de la Csámpapuszta pentru că această zonă are procese pe verticală, prin urmare, presiunea crește odată cu adâncimea. Eventuala prezență a componentei de apă potabilă, care ar fi putut fi detectată în apele captive, a fost exclusă prin măsurători de control de mare precizie în laborator atât în cazul fântânilor de apă captivă din zona Csámpa, cât și cele din perimetrul centralei.

## **14.2 EFECTUL CONSTRUIRII ȘI FUNCȚIONĂRII CENTRALEI PAKS II ASUPRA FORMAȚIUNILOR GEOLOGICE ȘI ASUPRA APELOR SUBTERANE**

În perioada de proiectare nu se anticipează lucrări mai serioase sau de volum mai mare, prin urmare, nu se poate ține cont de efectele asociate formațiunilor geologice. Vor fi efectuate terasamente mai mici legate doar de tăierea arborilor și de relocarea utilităților. În zona realizării investiției și de organizare a șantierului există mai multe fântâni de supraveghere a apelor subterane care trebuie demontate/relocate.

Cantitățile de sol provenind din excavațiile efectuate pentru fundațiile noilor unități sunt considerate, în general, ca fiind deșeuri, dar relocarea acestora poate fi asigurată în zona de construcție. Pentru tratarea straturilor de humus trebuie elaborat un plan preliminar de eliminare. Solul cu humus excavat selectiv poate ajunge în depozitul din zona investiției, de unde poate fi folosit la amenajarea terenurilor din parcuri. O altă posibilitate este îndepărtarea acestui sol din zona de construcție și folosirea lui la formarea unui strat de sol mai gros în zone cu proprietăți similare. Lucrările pregătitoare au efecte neutre. În cursul lucrărilor de construcție, excavarea solurilor cu humus are efecte unice și bine delimitate în timp. Solurile cu humus, în prezent încă sub nivelul solului, vor fi utilizate în viitor, ceea ce înseamnă că vor avea un efect benefic.

În cursul excavațiilor pentru fundații, pentru realizarea pantelor și drumurilor din zona de construcție, se pune problema ridicării prafului din sol. Acest efect se simte până la o adâncime de doar 20 cm de la suprafață. Dimensiunea medie de referință a particulelor din solurile excavate este între 0,1-0,3 mm, de aceea, din cauza compoziției particulelor, aceste soluri tind să emane praf. Acest fenomen apare în perioadele calde, secetoase de vară. Datorită temperaturilor mai

reduse și a umidității relative mai mari, fenomenul nu este semnificativ în anotimpurile mai reci ale anului. Ridicarea prafului are un efect negativ asupra calității aerului, mai ales în vecinătatea imediată a lucrărilor de pământ, zona de impact depinzând de dimensiunile excavațiilor. Acest fenomen apare periodic, strict legat de excavațiile deschise; efectele negative pot fi reduse prin stropire sau împrăștiere de pietriș pe rutele de transport.

Stabilitatea excavațiilor pentru fundații (deasupra apelor subterane) este afectată în primul rând de precipitații intense. Solurile nisipoase sunt foarte sensibile la eroziune, de aceea starea adecvată a excavațiilor poate fi asigurată doar prin drenarea precipitațiilor (șanțuri, mine, stabilizarea solului, palplanșe).

Din cauza masei construcțiilor, în zona de construcții se prevede un efect de compactare. Compactarea treptată a solurilor este rezultatul creșterii gradului de încărcare. Volumul sedimentelor nisipoase din particule de dimensiuni uniforme poate scădea imediat după depunere chiar cu 20% prin simpla regroupare a particulelor. Cel mai mare grad de compactare se observă în sedimentele pelitice cu particule fine, conținând substanțe organice, în timp ce gradul de compactare este cel mai redus în rocile sedimentare detritice mai grosiere (pietriș nisipos). În zona investiției, toate aceste formațiuni sunt prezente, dar încărcarea produsă de construcții afectează în primul rând sedimentele nisipoase. Efectul fundațiilor asupra subsolului poate fi considerat neutru, ba chiar mai mult, unele proprietăți fizice ale solului (de ex. densitate, conductanță) devin mai favorabile. În același timp, scufundarea neuniformă a solului în urma compactării poate avea efecte negative asupra structurii construcțiilor.

În cursul construirii noii Centrale Nucleare, drenarea gropilor pentru fundații va influența nivelul apelor subterane și va duce la eliminarea unei cantități mari de ape subterane care va ajunge în Dunăre. Poziția clădirilor noi cu fundație adâncă a fost stabilită pe baza planurilor tehnice; în starea lor de după construire acestea sunt considerate celule inactive (celule eliminate din curentul apelor subterane). Pe baza datelor tehnice, adâncimea fundației clădirilor menționate mai sus este între 16 și 20 m. În cursul evaluărilor, calculele au fost efectuate pe baza unei estimări prudente (20 m) a adâncimii. Fundațiile pentru noile unități nu vor fi turnate probabil în același timp și astfel, în cadrul modelului am analizat efectele separat pentru fiecare fundație (mai întâi pentru unitatea 1, apoi pentru unitatea 2).

Locurile excavate pentru fundații, sunt introduse în model ca celule inactive, fiind înconjurate de o rețea de drenaj. Cantitatea care trece prin această rețea coincide cu cantitatea de apă drenată la deshidratarea. În practică, probabil va fi nevoie de construirea unor pereți de protecție sau palplanșe la marginea excavațiilor care contribuie la încetinirea reumplii sau la stabilizarea fizică a pantelor. În acest model, excavațiile sunt înconjurate cu pereți ai căror adâncime depășește cu câțiva metri nivelul de 20 m.

Valoarea medie a fluctuațiilor anuale ale nivelului de apă măsurată în fântânile de control aflate pe întregul perimetru al amplasamentului este cu ceva peste 3 m. În partea nordică a amplasamentului, media fluctuațiilor anuale ale nivelului de apă măsurate în fântânile de monitorizare aflate în zona de construcție și de organizare a șantierului este cu ceva peste 4 m. Pentru delimitarea zonei de impact, efectul deshidratării gropilor a fost definit pe baza mediei fluctuațiilor anuale ale nivelului de apă măsurate în toate fântânile de monitorizare din perimetrul amplasamentului (~3,12 m = 3 m).

În imediata apropiere a laturii nordice a centralei existente se înregistrează valori de drenaj de 3-3,5 m. Acest lucru probabil nu va crea probleme de statică în partea nordică a clădirii principale pentru că solul s-a consolidat în cursul anilor sub greutatea clădirii și este expus unor efecte cel puțin la fel de mari datorită fluctuațiilor nivelului Dunării. În cursul deshidratării gropilor excavate pentru fundamentul clădirii pentru cea de-a doua unitate se poate observa o scăderemai neînsemnată a nivelului apei, pentru că suprafața construcțiilor aparținând unității 2 este mai mică. Zona de impact nu ajunge până la limita nordică a unităților existente, prin urmare, în zona acestor unități nu se prevede niciun efect. În același timp, în cursul construirii fundației pentru prima unitate va trebui să se țină cont de efectul deshidratării pentru cea de-a doua unitate.

Vârtejul depresiv de scurgere produs de deshidratarea gropilor excavate pentru fundament „atrage” apa din mediul înconjurător în care se găsește și cea mai activă substanță, tritiul. În condițiile inițiale, fascicolul de tritiu se orientează către canalul de apă rece în direcția nord-nord-est. În urma deshidratării, acest fascicol se va îndrepta către nord.

Pe baza modelului hidrologic al amplasamentului se poate deduce clar că deshidratarea are doar un efect foarte limitat (o zonă de impact cu un diametru de câteva zeci de metri); toate substanțele poluante care ajung în apele subterane pot ajunge în țările vecine doar pe căi indirecte (ape subterane → Dunăre). Eliberarea a substanțelor poluante în apele subterane nu este permisă în cazul funcționării normale. Se poate constata că, în general, cantitatea substanțelor poluante ajunse în apele subterane este doar o parte infimă a emisiilor lichide, chiar și în cazul unor accidente, prin urmare, nu se produc efecte transfrontaliere și, în marja de eroare, nu modifică efectele dominante de răspândire în atmosferă prin proliferare pe cale aeriană.

Rutele de curgere derivate din modelul hidrologic modificat al amplasamentului (completat cu poziția noilor unități, a extinderii canalelor de apă caldă și de apă rece, precum și a altor clădiri care pot influența condițiile actuale de curgere) și duratele de acces ajustate în funcție de nivelul mic, mediu sau mare al Dunării sunt prezentate ca atare. Rulările modelului indică o stare permanentă, ceea ce înseamnă că nivelul Dunării rămâne constant în cursul întregii perioade de funcționare. Centrala Nucleară Paks II va funcționa în mod independent din 2037 până în 2090. Suprapuneri vor apare foarte probabil între diferitele perioade de funcționare. Efectele Centralei Nucleare Paks II asupra direcției și ratei de curgere a apelor subterane pot fi observate doar în volumele de sub clădirile cu fundație adâncă și în imediata lor apropiere. Lângă perețele clădirilor, curentul își schimbă direcția, dar chiar și în aceste condiții, direcția dominantă rămâne cea către canalul de apă rece. În volumul de sub clădiri rata de curgere crește deoarece între straturile mai argiloase și fundație nu există decât un volum mai mic prin care apa poate trece. În cazul nivelelor mici și medii ale apei Dunării, direcția de curgere nu diferă de cea menționată – se schimbă doar rata de curgere, cele mai mari rate de curgere către canalul de apă rece înregistrându-se în cazul unui nivel mic al apei. Trebuie să subliniem că rulările modelelor pe termen lung sunt estimări pesimiste și se referă la o perioadă de 53 de ani. În cazul Dunării niciodată nu se vor înregistra nivele atât de mici, respectiv atât de mari, care să țină mai mult de o jumătate de an, pentru că debitul și nivelul râului fluctuează permanent.

Locurile fântânilor de supraveghere a apelor subterane aparținând sistemului de monitorizare au fost propuse pe baza poziției proiectate a rutelor de curgere calculate și a sistemelor tehnologice. Fântânile de monitorizare trebuie poziționate în așa fel încât, în cazul în care se produce o scurgere necontrolată în apele subterane sau eventual în zona nesaturată, sistemul de monitorizare să fie capabil să detecteze aceste scurgeri cu mare siguranță într-un timp cât mai scurt și cu mult înainte ca substanțele poluante să ajungă în Dunăre. În cursul proiectării fântânilor, am luat în considerare faptul că efectele celor două centrale trebuie să poată fi separate clar, precum și că stratul cel mai afectat este zona apelor subterane deasupra primei straturi acvitarde. Fântânile au fost împărțite în două grupe: fântâni care pot fi realizate imediat, respectiv care se află în apropierea clădirilor unităților, care trebuie construite după încheierea lucrărilor de fundație și de amenajare a terenului. Fântânile de monitorizare a apelor captive trebuie realizate în așa fel încât o eroare de forare sau scăderea drastică a presiunii apei captive să nu poată duce la o posibilă migrare a substanțelor poluante în baza de apă nici chiar în cazul în care aceste probleme apar simultan. Deoarece aceste fântâni nu furnizează informații suplimentare nici în faza de construcție, nici în perioada funcționării, se recomandă construirea unui număr limitat de fântâni pentru monitorizarea apelor captive.

Având în vedere că în cazul funcționării normale, radionuclizii emiși de cele două unități noi, respectiv de cele patru unități vechi și cele două unități noi, nu duc la creșterea activității alfa totale a apei Dunării cu o valoare de  $0,1 \text{ Bq/dm}^3$ , respectiv a activității beta totale cu o valoare de  $1 \text{ Bq/dm}^3$ , singurul izotop cu un efect măsurabil va fi tritiul. Cele două unități pot să facă să crească concentrația de activitate a tritiului cu maximum  $0,96 \text{ Bq/dm}^3$ , în timp ce funcționarea concomitentă a celor patru unități vechi și cele două unități noi poate duce la creșterea concentrației de activitate a tritiului cu  $2,14 \text{ Bq/dm}^3$  în cazul unui nivel mic al apei Dunării. Prin comparație, concentrația actuală de activitate a tritiului în precipitații este  $0,5\text{-}2 \text{ Bq/dm}^3$ , iar limita pentru apa potabilă este de  $100 \text{ Bq/dm}^3$ , ceea ce înseamnă că nu are efecte semnificative nici asupra Dunării, nici asupra bazelor de date cu filtrare pe mal care utilizează apa Dunării, și astfel delimitarea unei zone de impact nu este posibilă.

### 14.3 DEFECTIUNI ȘI AVARII

Deoarece în diferitele scenarii nu apare posibilitatea ajungerii substanțelor radioactive în apele subterane, poluarea acestor ape poate surveni doar în mod indirect: prin fall out (pulbere) în atmosferă și prin wash out (eliminare) pe suprafața solului → apoi poluarea se răspândește în zona nesaturată până la zona saturată. Acest proces nu va afecta apele subterane datorită capacității mari de absorpție a solului și a duratei lungi de acces specific izotopilor, care în unele situații poate fi de mai multe sute de ani (chiar și în cazul tritiului, durata infiltrării variază undeva între câțiva ani și 10 ani). De asemenea, este adevărat că, după atingerea zonei saturate, datorită condițiilor caracteristice de curgere, mediul receptor final al apelor subterane (împreună cu substanțele duse de aceste ape) va fi Dunărea. Deoarece, însă, durata de acces între amplasament și Dunăre este undeva între 12-20 de ani chiar și în cazul tritiului dus de apele subterane, există timpul necesar pentru gestionarea posibilelor evenimente și luarea unor măsuri de reabilitare înainte ca substanțele poluante emise să ajungă la Dunăre. În consecință, asemenea evenimente nu vor influența bazele de apă cu filtrare pe mal.

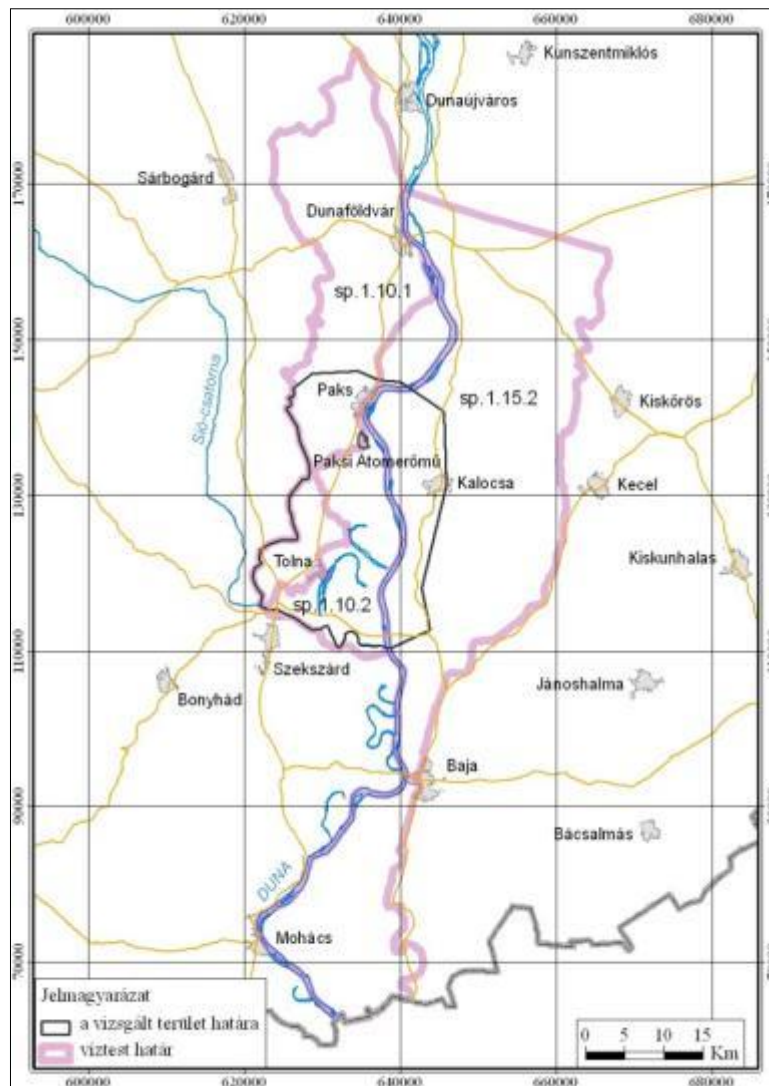
În zona noilor unități, cele mai probabile surse de poluare sunt substanțele chimice depozitate, conținutul de uleiuri al transformatoarelor și motorina depozitată.

Răspândirea poluanților uleioși este determinată, în general, de 4 procese: transport advection, dispersie, absorbție și biodegradare. În timp ce în zona infiltrării, după ce uleiul se infiltrează, nu rămâne decât conținutul de uleiuri adsorbite de particulele de sol (o cantitate relativ mică), în zona capilară, cantitatea de ulei liber este îmbogățită și deplasarea sa este limitată de forța capilară. În timp ce în zona infiltrării uleiul se mișcă relativ rapid, în zona capilară poate rămâne o cantitate mai mare de ulei nu numai după câteva luni, ci chiar și după mai mulți ani. Rata cea mai mare de răspândire a lentilei de ulei în formațiunile geologice caracteristice poate fi de maximum de ordinul  $10^{-8}$  m/s. Zona unităților de exploatare se află la cca. 1000 m de malul Dunării, deci lentila de ulei migrantă ar ajunge la Dunăre în aproximativ 3000 de ani. Deoarece solubilitatea uleiurilor în apă este mai redusă (20-80 mg/l), transportul direct prin apele subterane nu constituie un factor determinant, pentru că și acesta ar atinge Dunărea abia peste 12-20 de ani. Pentru derivatele din uleiuri, timpul de înjumătățire prin (bio)degradare este de 1-2 ani (dacă există un conținut suficient de oxigen), ceea ce înseamnă că rămâne destul timp  $t$  pentru delimitarea lentilei de uleiuri și luarea unor măsuri de reabilitare înainte ca uleiurile să ajungă la Dunăre.

Substanțele chimice (depozitate) utilizate în cantități mari sunt următoarele: acid boric (în formă solidă și în mare parte în interiorul rezervoarelor), hidrazină, amoniac, hidroxid de sodiu, hidroxid de potasiu, acid clorhidric și acid azotic. Stația de descărcare va fi realizată în așa fel încât să nu existe scurgeri în timpul descărcării substanțelor chimice. Pentru a evita ajungerea substanțelor chimice în mediu în timpul unei avarii, se vor construi bazine de recuperare și, în consecință, solul și apele subterane nu vor fi expuse la aceste substanțe.

## 15 FORMAȚIUNI GEOLOGICE ȘI APE SUBTERANE ÎN VALEA DUNĂRII

Conform punctului 2.c) al Anexei nr. 2 al Ordonanței Guvernamentale nr. 219/2004. (VII.21.) privind protecția apelor subterane, mediul înconjurător al Centralei Nucleare de la Paks este o zonă vulnerabilă din punctul de vedere al stării apelor subterane. Cu toate acestea, datorită proprietăților hidrogeologice ale văii Dunării, Centrala Nucleară Paks II poate afecta apele subterane în afara amplasamentului doar în mod indirect, prin Dunăre.

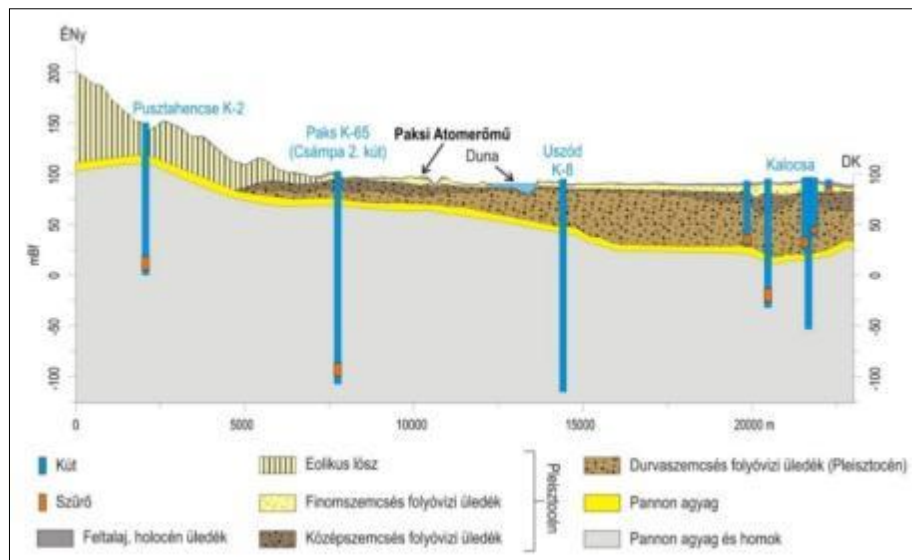


Jelmagyarázat	Legendă
a vizsgált terület határa	limita zonei evaluate
viztest határ	limita corpului de apă

Figura 74: Relația dintre corpul de apă afectat și zona evaluată

Relația dintre râul Dunărea și sistemul de ape subterane este una diversă, Dunărea exercită efecte asupra apelor subterane de o natură și o amploare variată, în funcție de regimul Dunării.

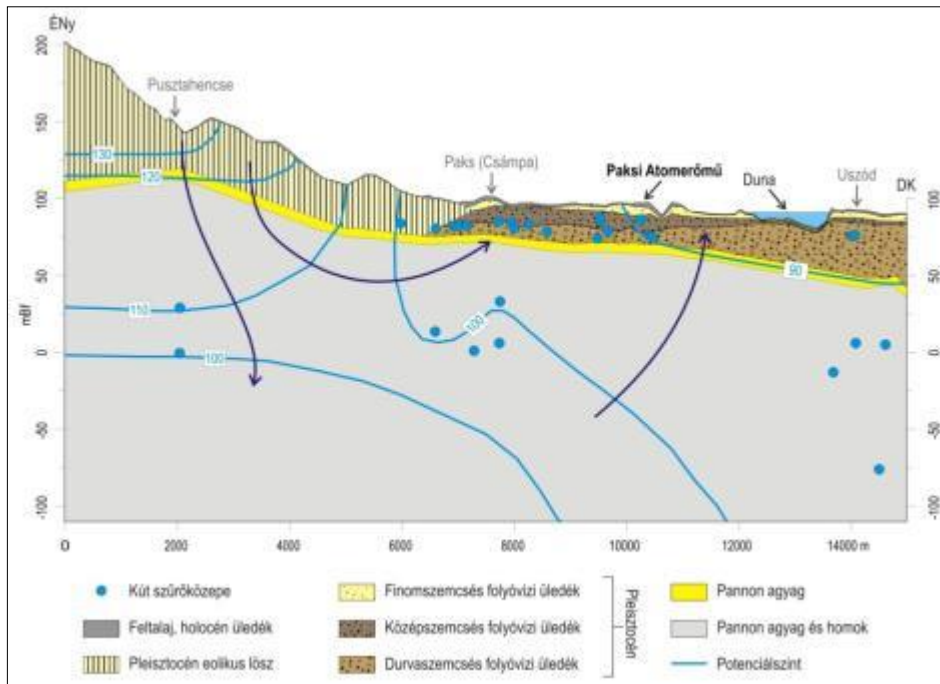
În valea Dunării, apele subterane sunt depozitate în matricea aluvială, de nisip și pietriș, din Pleistocen și Holocen. Direcția generală de curgere a apelor subterane urmărește panta reliefului, adică pe malul drept al Dunării dinspre NV către SE, în timp ce pe malul stâng dinspre est către vest. Cele mai ridicate nivele ale apelor subterane se înregistrează pe platoul de loess la vest de Paks. Gradientul hidraulic scade semnificativ dinspre Mezőföld către Dunăre.



Kút	Fântână
Szűrő	Filtru
Feltalaj, holocén üledék	Stratul superior al solului, sedimente holocene
Eolikus lösz	Loess eolian
Finomszemcsés folyóvízi üledék	Sedimente fluviale alcătuite din particule fine
Középszemcsés folyóvízi üledék	Sedimente fluviale alcătuite din particule de mărime medie
Pleistocén	Pleistocen
Durvaszemcsés folyóvízi üledék (Pleistocén)	Sedimente fluviale alcătuite din particule grosiere
Pannon agyag	Argilă panoniană
Pannon agyag és homok	Argilă panoniană și nisip
ÉNy	NV
DK	SE

Figura 75: Secțiunea hidrogeologică NV-SE prin zona evaluată

În condiții naturale, Dunărea atrage apele subterane din mediul înconjurător. În comparație cu schimbările nivelului apelor subterane, Dunărea determină nivelul apelor subterane de-a lungul malului prin schimbările rapide ale nivelului său. În condiții naturale de infiltrare, propagarea presiunii duce foarte rar la infiltrare efectivă în stratul acvifer al apelor subterane. Unda de presiune dinspre Dunăre tinde mai degrabă să acumuleze apele subterane, și nu să le împingă înapoi în straturi.



Kút szűrőközepe	Linia mediană de filtrare a fântânilor
Feltalaj, holocén üledék	Stratul superior al solului, sedimente holocene
Pleistocén eolikus lösz	Loess eolian
Finomszemcsés folyóvízi üledék	Sedimente fluviale alcătuite din particule fine
Középszemcsés folyóvízi üledék	Sedimente fluviale alcătuite din particule de mărime medie
Pleistocén	Pleistocen
Durvaszemcsés folyóvízi üledék (Pleistocén)	Sedimente fluviale alcătuite din particule groșiere
Pannon anyag	Argilă panoniană
Pannon anyag és homok	Argilă panoniană și nisip
Potenciálszint	Nivel de potențial
Ény	NV
DK	SE

Figura 76: Secțiunea potențială prin Centrala Nucleară de la Paks

Pe baza evaluării seriilor de măsurări în timp, privind nivelul apei, efectuate în sistemele de monitorizare existente în această zonă și operate de către Centrala Nucleară de la Paks și direcțiunile responsabile pentru managementul apelor, efectele hidrodinamice ale Dunării în cazul celor mai mari viituri, se întind la cca. 1000 m de malul drept, respectiv la 1200 m de malul stâng.

Cu toate acestea, zona de impact hidrodinamic al Dunării nu coincide cu zona de extindere a substanțelor poluante provenite din Dunăre. În mare parte a anului, apele subterane din mediul înconjurător se scurg către Dunăre, aceasta colectând apele din stratul acvifer al apelor subterane. În condiții naturale, apa Dunării se infiltrează în matricea stratului acvifer doar în timpul viiturilor puternice. Apa iese în mediul înconjurător doar până când nivelul Dunării menține acest regim de curgere inversă.

În secțiunile în care există un șir de fântâni lângă malul râului, scurgerea dinspre Dunăre devine constantă din cauza extragerii apei.

În zona evaluată există doar o singură bază de apă funcțională cu filtrare pe mal, pe malul stâng al Dunării, și anume: baza de apă Foktő-Barákai (Kalocsa-Barákai) care asigură alimentarea cu apă a localității Kalocsa. Baza Gerjen-Nord este o bază de apă propusă pe termen lung, care dispune de o autorizație de construire, în locul unde este proiectat un uvraj de apă care va asigura alimentarea cu apă a localității Szekszárd.

Datorită structurii geologice a secțiunii Dunării de sub Centrala Nucleară de la Paks, zona dispune de o cantitate mare de apă, de calitate bună, cu filtrare pe mal. În consecință, statul tratează acest volum de apă ca și o potențială sursă de apă. Pentru a asigura protecția sursei de apă pe termen lung, s-au propus o serie de baze de apă pe termen lung, a căror zonă de protecție a fost definită în conformitate cu Ordonanța Guvernamentală nr. 123/1997 (VII.18.). Conform acesteia, zona bazei de apă este o zonă extrem de sensibilă. În cazul bazelor de apă pe termen lung, cu filtrare la mal, aflate în zona evaluată, cantitatea de apă extrasă din Dunăre reprezintă cca. 50% din cantitatea de apă care poate fi extrasă.



Zona de impact a Dunării din punct de vedere hidrodinamic nu coincide cu zona efectelor Centralei Nucleare Paks II exercitate asupra apelor subterane. Rezultatele modelării apelor de suprafață din zona amplasamentului și a Dunării ne arată că Dunărea nu răspândește substanțe poluante care ar trebui luate în considerare în evaluarea efectelor indirecte nici în cursul funcționării, nici în cazul avariilor.

Efectele indirecte ale Centralei Nucleare Paks II asupra apelor subterane din valea Dunării, se manifestă prin efectul termic al Dunării.

Temperatura apelor subterane din apropierea malului este influențată de schimbările sezonale ale temperaturii Dunării. Modul și nivelul transferului de căldură între apa din albie și apele subterane sunt determinate de condițiile hidrologice și de temperatură. Condițiile naturale sunt modificate de expunerea termică datorită Centralei Nucleare Paks II. Schimbările produse în apele subterane în viitor, în spațiu și în timp, au fost evaluate prin modelarea numerică hidrodinamică și modelarea transportului căldurii.

Spre deosebire de apele de suprafață, legislația nu prevede valori superioare pentru temperatura apelor subterane la care corpul de apă subterană să fie inclus în clasa apelor în stare necorespunzătoare, de aceea, efectul Centralei Paks II este evaluat pe baza diferenței de temperatură ( $\Delta T$ ) care se produce. Starea inițială este starea înainte de începerea funcționării Centralei Paks II (2014). Evaluarea efectelor a fost efectuată pentru anul 2032 pentru funcționarea concomitentă a Centralei Nucleare de la Paks și a Centralei Nucleare Paks II, respectiv, pentru anul 2085, privind funcționarea independentă a Centralei Nucleare Paks II (după oprirea primei unități). Parametri de temperatură ai Dunării pentru aceste perioade au fost obținuți ca rezultate ale modelării apei de suprafață a Dunării.

În evaluarea efectelor, pentru mai multă siguranță, am examinat câteva cazuri cu valori hidraulice extreme, pe baza unor estimări prudente (debit mic pe o perioadă îndelungată în timpul verii și trecerea viiturii după debitul mic din timpul verii).

În concluzie, se poate constata că efectele indirecte ale Centralei Nucleare Paks II nu produc o creștere monotonă a temperaturii în sistemul de ape subterane pe o perioadă îndelungată nici chiar în cazul unor estimări prudente. Încălzirea apelor subterane cu câteva grade Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ) se poate produce doar în cursul verii, în condiții hidraulice cu un debit scăzut pe o perioadă îndelungată. Conform modelului hidrodinamic, în perioada celei mai mari expuneri, în cazul funcționării concomitente a Centralei Nucleare de la Paks și a Centralei Nucleare Paks II (2032), în apropierea punctului de deversare a apei calde, în straturile apropiate de suprafață, adică cele mai expuse la flora și fauna Dunării, chiar și în cel mai rău caz nu poate apărea o creștere mai mare a temperaturii apelor subterane decât de  $2,8^{\circ}\text{C}$ . În același timp, la limita zonei evaluate, în dreptul canalului Sió poate să apară o creștere a temperaturii de câteva zecimi de  $^{\circ}\text{C}$ .

În cazul funcționării independente a Centralei Nucleare Paks II (2086), aceste valori scad până la un nivel aproape identic cu situația actuală de referință. În dreptul canalului Sió, creșterea temperaturii nu mai poate fi observată.

În straturile de pietriș nisipos cu o importanță ridicată din punctul de vedere al stațiilor de extragere a apei, creșterea temperaturii rămâne, în esență, abia detectabilă, sub  $1^{\circ}\text{C}$ .

*Conform cunoștințelor noastre actuale, creșterea temperaturii apelor subterane cu câteva  $^{\circ}\text{C}$  nu duce la degradarea calității corpurilor de apă. Aceasta nu dăunează nici sistemelor naturale, nici straturilor produse de instalațiile de apă. Și nu are efecte negative nici asupra producției instalațiilor de apă.*

## 16 ZGOMOTE ȘI VIBRAȚII

### 16.1 MĂSURAREA NIVELULUI INIȚIAL DE ZGOMOT ȘI DE VIBRAȚII

În general, în ceea ce privește nivelul de zgomot produs de traficul din apropierea centralei, se poate constata că emisia de zgomot a traficului pe drumurile aglomerate care trec pe lângă zonele rezidențiale este semnificativă. Expunerea la zgomot a zonelor afectate de trafic este clar determinată de distribuția și densitatea traficului. Nivelul de zgomot de bază în zonele rezidențiale afectate de trafic sau care se află aproape de drumurile mai aglomerate, depășește în mai multe cazuri limitele valabile pentru zona respectivă. Perioadele cele mai aglomerate sunt între orele 5 și 8-9 dimineața, respectiv între orele 15-18 după masa. Între aceste intervale, traficul scade în cele mai multe puncte de măsurare, iar în cea mai mare parte a nopții se oprește complet. Prin urmare, poluarea fonică și depășirea valorilor limită apare la orele de vârf. În

apropierea caselor de pe malul Dunării, unde nu există drumuri aglomerate, nivelul de zgomot de bază rămâne peste tot sub limita de poluare fonică permisă.

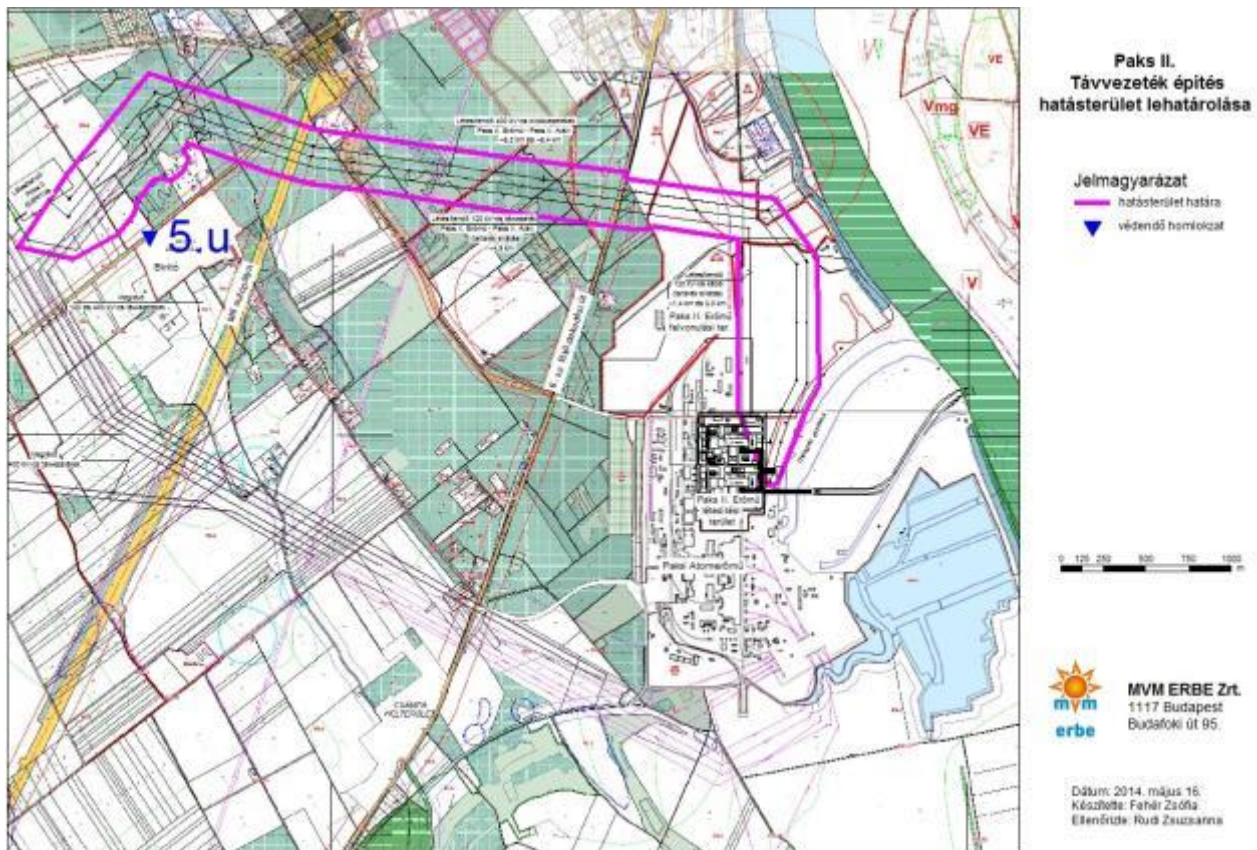
În legătură cu realizarea investiției, în cazul fiecărui punct de măsurare a vibrațiilor se poate constata că vibrațiile din sursele de vibrație și vibrațiile generate de traficul rutier și feroviar din zona de impact estimate la Centrala Nucleară Paks II, au marcat o creștere a expunerii la vibrații. După evaluarea tuturor valorilor măsurate în cadrul studiului privind nivelul inițial de vibrații, se poate constata că atât nivelul vibrațiilor măsurat în perioada de evaluare, cât și valoarea cea mai mare a poluării cu vibrații rămâne sub limita de expunere la vibrații în toate cele trei direcții ortogonale.

## **16.2 EFECTELE ȘI ZONELE DE IMPACT ALE CONSTRUIRII CENTRALEI NUCLEARE PAKS II**

Limitele de poluare fonică pentru zonele și construcțiile care trebuie protejate pot fi respectate în cursul fiecărei faze ale lucrărilor de construcție efectuate în perimetrul amplasamentului și de-a lungul liniilor electrice. Limitele de poluare fonică la punctele care trebuie protejate de-a lungul autostrăzii M6 pot fi respectate atât pentru nivelul inițial de poluare, cât și pentru o creștere a nivelului de zgomot de 0,6-0,8 dB generată de traficul desfășurat în legătură cu construirea Centralei Nucleare Paks II. La punctele de-a lungul drumului 6 care trebuie protejate, rezultatele calculelor (și măsurătorile privind condițiile inițiale) confirmă depășirea valorilor limită în starea de referință actuală. Intensificarea traficului legat de construirea Centralei Nucleare Paks II va duce la o creștere a valorilor inițiale cu 0,8-2,1 dB. În cazul trecerii unui singur tren de marfă pe zi în perioada lucrărilor de construcție, valorile limită pot fi respectate în punctele care trebuie protejate.

Zona completă de impact a lucrărilor de construcție cuprinde amplasamentul Centralei Nucleare de la Paks, zonele nelocuite din împrejurimi, precum și Dunărea și casele de la marginea vestică a comunei Dunaszentbenedek (Figura 77.). Zona completă afectată de construirea liniilor este de cca. 70 m de la linii în zone economice, aproximativ 100-150 m într-o zonă care nu trebuie protejată împotriva zgomotelor și 120-300 m în direcția Biritó (Figura 78.). Schimbarea nivelului de poluare fonică produsă de traficul rutier în timpul lucrărilor de demontare și de construcție variază între 0,6-2,1 dB, așadar, zona de impact conform Ordonanței nu poate fi definită pentru perioada lucrărilor de demontare și de construcție, ca și efect indirect. Limita teoretică a zonei de impact nu atinge zona sau clădirile care trebuie protejate în cazul niciunei localități evaluate; așadar, transportul pe apă (de intensitate mică, zilnic o singură navă autopropulsată, cu 6 bărci împinse) sezonally și legat exclusiv de lucrările de construire a fundației nu are zonă de impact. În zona care trebuie protejată și la fațadele care trebuie protejate, traficul feroviar (trecerea unui singur tren de marfă pe zi) în perioada de construire nu generează o zonă de impact. În timpul construirii Centralei Nucleare Paks II, este puțin probabil ca nivelul de zgomot să depășească granița țării.





Paks II Távvezeték építés	Paks II – Construirea liniilor
Hatásterület lehatárolásaa	Delimitarea zonei de impact
Jelmagyaráza	Legendă
Hatásterület határa	Limita zonei de impact
Védendő homlokzat	Fațade de protejat
Dátum: 2014. május 16.	Data: 16 mai 2014
Készítette: Fehér Zsófia	Elaborat de Fehér Zsófia
Ellenőrizte: Rudi Zsuzsanna	Verificat de Rudi Zsuzsanna

Figura 78: Zona completă de impact a construirii liniilor electrice

### 16.3 EFECTELE ȘI ZONELE DE IMPACT ALE FUNCȚIONĂRII CENTRALEI NUCLEARE PAKS II

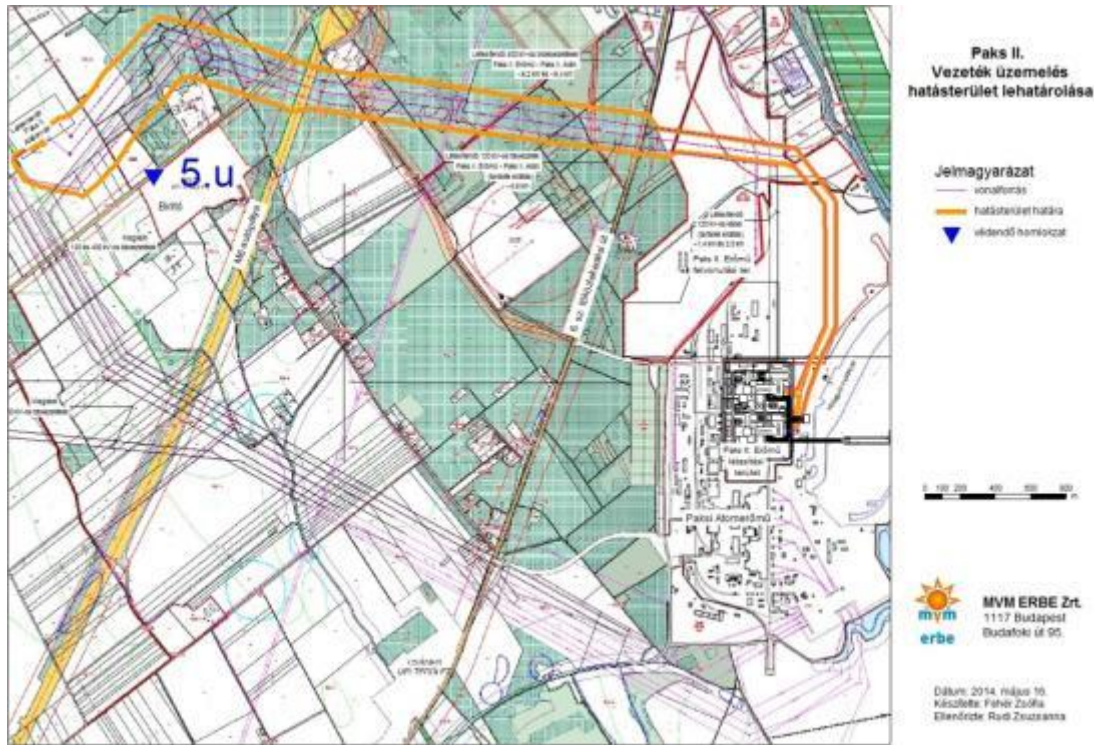
După implementarea măsurilor necesare de reducere a zgomotului, în zonele locuite emisia de zgomot a centralei rămâne în limitele de poluare fonică valabile pentru asemenea zone. Nivelul estimat al poluării fonice produsă de funcționarea liniilor electrice este minim la fațadele care trebuie protejate. În timpul funcționării Centralei Nucleare Paks II, intensificarea i datorită traficului suplimentar nu produce o creștere sesizabilă a nivelului de zgomot.





Paks II Üzemelés időszaka	Paks II – Perioada funcționării
Hatásterület lehatárolásaa	Delimitarea zonei de impact
Jelmagyaráza	Legendă
Építmény	Construcție
Hatásterület határa	Limita zonei de impact
Védendő homlokzat	Fațade de protejat
Dátum: 2014. május 22.	Data: 22 mai 2014
Készítette: Fehér Zsófia	Elaborat de Fehér Zsófia
Ellenőrizte: Rudi Zsuzsanna	Verificat de Rudi Zsuzsanna

Figura 79: Zona de impact a funcționării



Paks II Vezeték üzemelés Hatásterület lehatárolása	Paks II – Funcționarea liniilor Delimitarea zonei de impact
Jelmagyaráza	Legendă
Vonalforrás	Sursă linie
Hatásterület határa	Limita zonei de impact
Védendő homlokzat	Fațade de protejat
Dátum: 2014. május 16.	Data: 16 mai 2014
Készítette: Fehér Zsófia	Elaborat de Fehér Zsófia
Ellenőrizte: Rudi Zsuzsanna	Verificat de Rudi Zsuzsanna

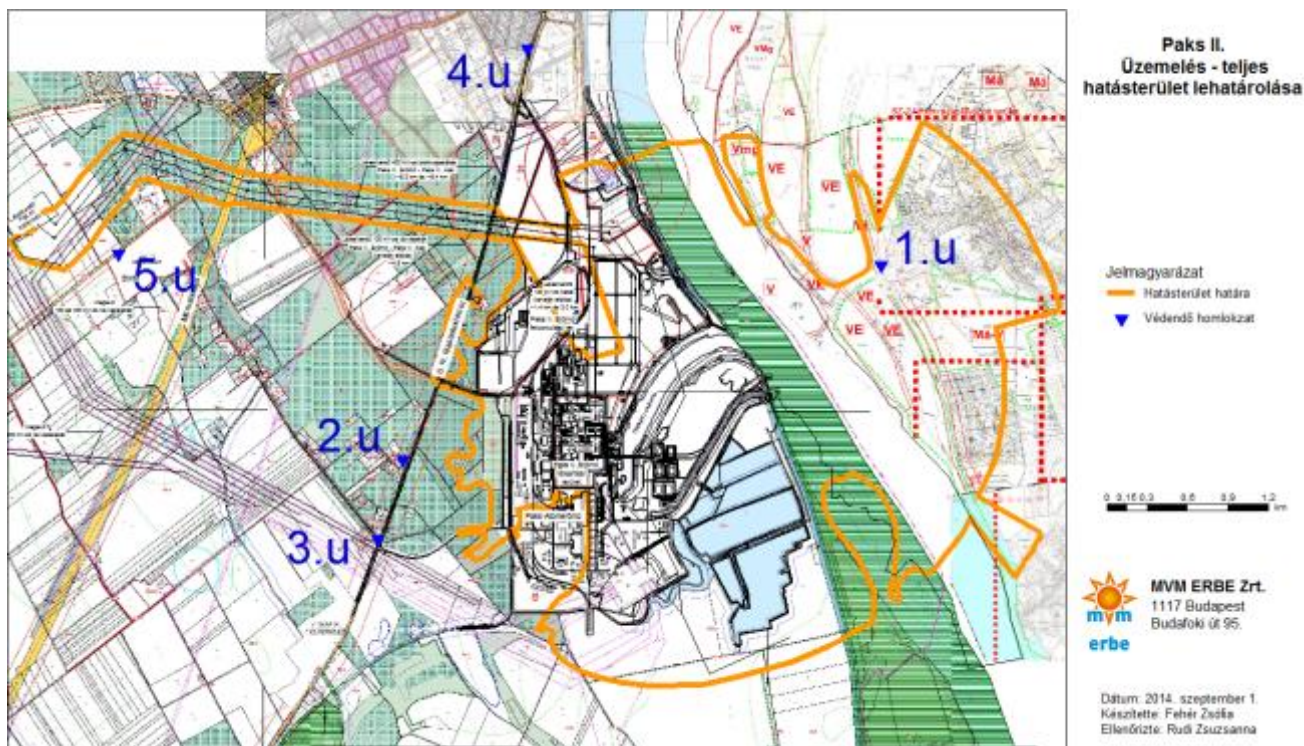
Figura 80: Zona de impact a liniilor electrice

Zona de impact a funcționării Centralei Nucleare Paks II (fără liniile electrice) cuprinde amplasamentul Centralei Nucleare de la Paks, zonele nelocuite din împrejurimi, Dunărea, unele case în comuna Dunaszentbenedek și o parte a zonei nord-vest a localității Uszód (Figura 79). Zona de impact afectată de funcționarea liniilor în spațiul economic este cea de sub linie, care se întinde în zonele care nu trebuie protejate pe cca. 40-70 m măsurat de la linie și max. la 80 m în direcția Biritó (Figura 80.). O zonă de impact nu poate fi definită ca efect indirect pentru nivelul de poluare fonică produs de traficul rutier suplimentar care apare în timpul funcționării. În timpul funcționării Centralei Nucleare Paks II, este puțin probabil ca nivelul de zgomot să depășească granița țării.

#### 16.4 ZONA COMPLETĂ DE IMPACT A FUNCȚIONĂRII CENTRALEI NUCLEARE PAKS II

Zona completă de impact al funcționării este zona afectată de efectele directe și indirecte, prezentate în Figura 81.





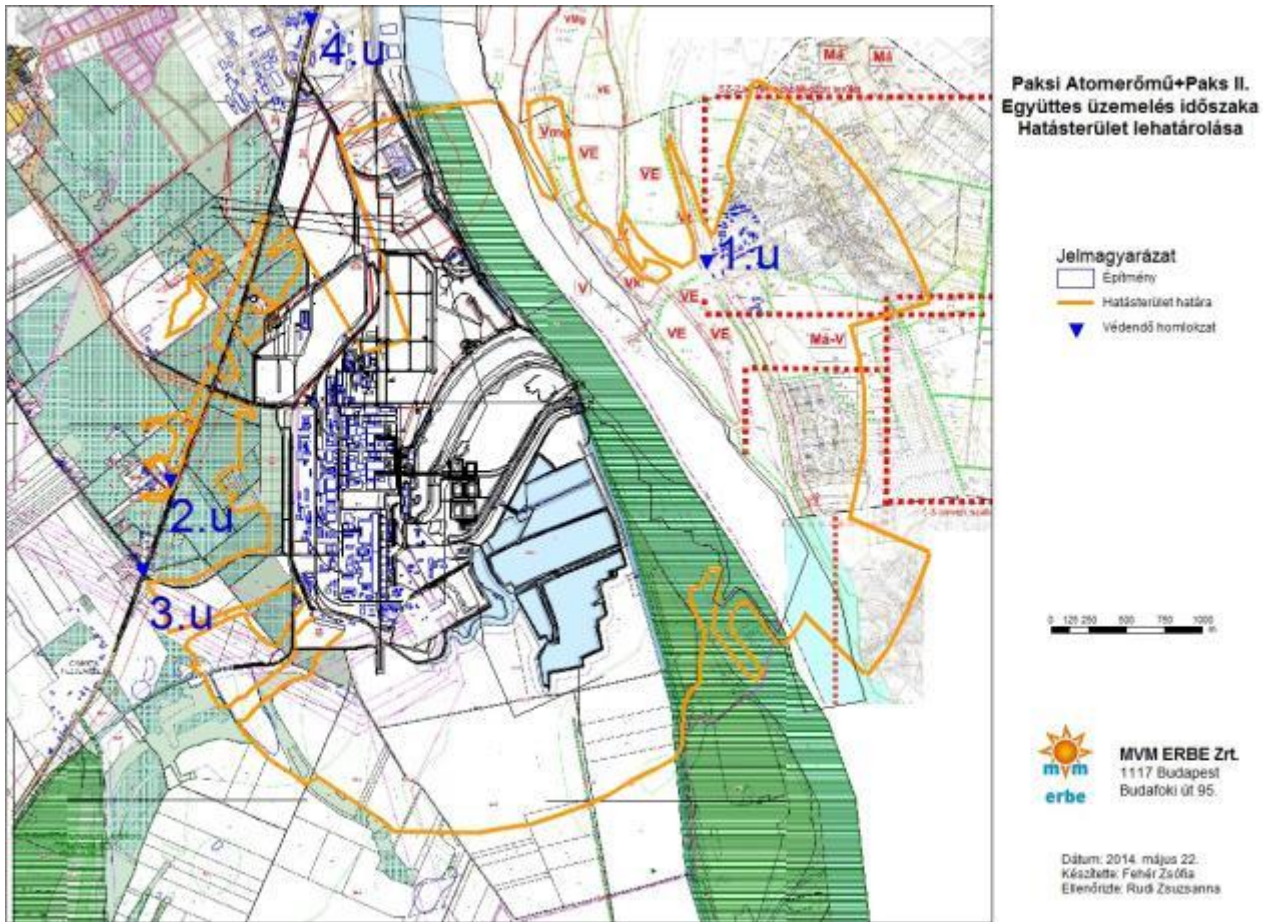
Paks II Üzemelés teljes Hatásterület lehatárolásaa	Paks II – Funcționare Delimitarea întregii zone de impact
Jelmagyarázat	Legendă
Hatásterület határa	Limita zonei de impact
Védendő homlokzat	Fațade de protejat
Dátum: 2014. szeptember 1.	Data: 1 septembrie 2014
Készítette: Fehér Zsófia	Elaborat de Fehér Zsófia
Ellenőrizte: Rudi Zsuzsanna	Verificat de Rudi Zsuzsanna

Figura 81: Zona completă de impact a funcționării

#### 16.4.1 EFECTELE ȘI ZONELE DE IMPACT ALE FUNCȚIONĂRII CONCOMITENTE A CENTRALEI NUCLEARE DE LA PAKS ȘI A CENTRALEI NUCLEARE PAKS II

După implementarea măsurilor necesare de reducere a zgomotului, nivelul estimat al poluării fonice din funcționarea concomitentă a Centralei Nucleare Paks II și Centrala Nucleară de la Paks la fațadele care trebuie protejate rămâne între limitele de poluare fonică valabile pentru asemenea zone. Nivelul estimat al poluării fonice produse de funcționarea liniilor electrice este minim la fațadele care trebuie protejate. În timpul funcționării Centralei Nucleare Paks II, intensificarea datorită traficului suplimentar nu produce o creștere sesizabilă a nivelului de zgomot. Zona de impact a funcționării concomitente a Centralei Nucleare Paks II și Centrala Nucleară de la Paks (fără liniile electrice) cuprinde amplasamentul Centralei Nucleare de la Paks, zonele nelocuite din împrejurimi, Dunărea și unele case în comuna Dunaszentbenedek și Uszód (Figura 82).





Paksi Atomerőmű + Paks II Együttes üzemelés időszaka Hatásterület lehatárolásaa	Centrala Nucleară de la Paks + Paks II Perioada de funcționare concomitentă Delimitarea zonei de impact
Jelmagyaráza	Legendă
Építmény	Construcție
Hatásterület határa	Limita zonei de impact
Védendő homlokzat	Fațade de protejate
Dátum: 2014. május 22.	Data: 16 mai 2014
Készítette: Fehér Zsófia	Elaborat de Fehér Zsófia
Ellenőrizte: Rudi Zsuzsanna	Verificat de Rudi Zsuzsanna

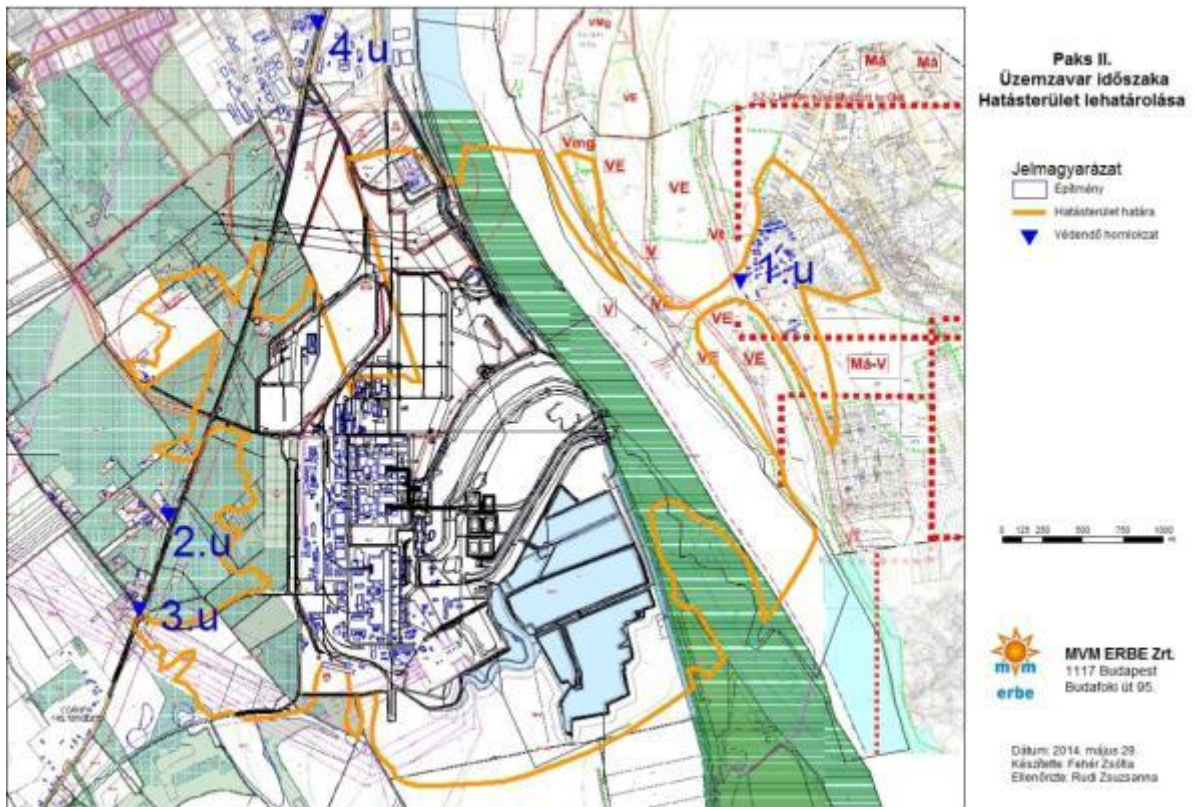
Figura 82: Zona de impact al funcționării concomitente a Centralei Nucleare Paks II și Centralei Nucleare de la Paks

Față de efectivul personalului centralei actuale, personalul centralei propuse va fi mai mic, de aceea și nivelul de poluare fonică cauzată de traficul legat de funcționarea centralei va fi, de asemenea, mai mic, ceea ce va produce o creștere imperceptibilă și nedetectabilă în zona de impact. În timpul funcționării independente a Centralei Nucleare Paks II, respectiv în timpul funcționării concomitente cu Centrala Nucleară de la Paks, este puțin probabil ca nivelul de zgomot să depășească granița țării.

#### 16.4.2 EFECTELE ȘI ZONELE DE IMPACT ALE AVARIILOR/ACCIDENTELOR

În ceea ce privește emisia de zgomot în timpul funcționării centralei, în cazul unei defecțiuni de proiectare care apare foarte rar, se produce o deviere semnificativă de la funcționarea normală. Acest lucru se poate întâmpla în cazul panii de alimentare cu energie electrică din exterior. În această situație, alimentarea punctelor de consum necesare opririi sigure este asigurată de generatoarele diesel.

În timpul unei defecțiuni, în zonele locuite emisia de zgomot a centralei rămâne în limitele de poluare fonică valabile pentru asemenea zone. Zona de impact a funcționării Centralei Nucleare Paks II cuprinde amplasamentul Centralei Nucleare de la Paks, zonele nelocuite din împrejurimi, Dunărea și unele case în comuna Dunaszentbenedek (Figura 83).



Paks II Üzemzavar időszaka	Paks II Perioda unor defecțiuni sau avarii
Hatásterület lehatárolásaa	Delimitarea zonei de impact
Jelmagyaráza	Legendă
Építmény	Construcție
Hatásterület határa	Limita zonei de impact
Védendő homlokzat	Fațade de protejat
Dátum: 2014. május 29.	Data: 29 mai 2014
Készítette: Fehér Zsófia	Elaborat de Fehér Zsófia
Ellenőrizte: Rudi Zsuzsanna	Verificat de Rudi Zsuzsanna

Figura 83: Zona de impact a defecțiunii/avariei Centralei Nucleare Paks II

## 16.5 EFECTELE ȘI ZONELE DE IMPACT ALE ACTIVITĂȚII DE ABANDONARE

În cursul activităților legate de abandonare, efectuate în perimetrul centralei, limitele privind poluarea fonică pot fi respectate în zonele și construcțiile care trebuie protejate. Zona de impact direct a perioadei de abandonare cuprinde amplasamentul Centralei Nucleare de la Paks, zonele nelocuite din împrejurimi, Dunărea și casele de la limita vestică a comunei Dunaszentbenedek. Zone de impact ale creșterii poluării fonice cauzate de traficul rutier nu pot fi definite.



## 17 AERUL

### 17.1 EXAMINĂRILE STĂRII DE BAZĂ

În vederea caracterizării stării de bază a zonei, în anii 2012-2013 am efectuat măsurări în împrejurimile amplasamentului. În baza măsurărilor am determinat starea de bază a poluării aerului din zonă, apoi în baza acesteia, capacitatea de încărcare a zonei.

Punctele de măsurare stabilite în vederea determinării stării de bază a poluării aerului au fost următoarele:

- ❖ 1 punct în amplasament (1. LMp – Zona desemnată pentru dezvoltarea centralei)
- ❖ 1 punct lângă drumul de acces de nord (2. LMp – Lângă drumul de acces de nord)
- ❖ 1 punct lângă drumul de acces de sud (3. LMp – Lângă drumul de acces de sud, Stația de Meteorologie)
- ❖ 1 punct în localitatea Paks-Csámpa, la imobilele de locuit situate de-a lungul drumului principal nr. 6 (4. LMp - Csámpa, strada Kis)
- ❖ 1 punct pe malul stâng al Dunării (5. LMp - Dunaszentbenedek, 2/3 Canton)
- ❖ 1 punct în orașul Paks, în împrejurimile căii Kölesdi (6. LMp – sediul OVIT, strada Dankó Pista u. 1.)

Criteriul primordial pentru selectarea punctelor de măsurare a fost ca -acestea să fie amplasate cât mai aproape de locurile fixate în anexa tehnică a contractului, iar criteriul secundar a fost ca alimentarea cu energie electrică și securitatea echipamentelor utilizate pentru măsurări să poată fi rezolvate.

#### Localizarea punctelor de măsurare

Imaginea Google Earth de mai jos prezintă localizarea punctelor de măsurare determinate.



Figura 84: Localizarea punctelor de măsurare a poluării aerului

Valorile concentrației NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, PM<sub>10</sub>, TSPM, ale prafului depus, ale O<sub>3</sub> măsurate între 24 ianuarie 2012 și 28 martie 2013 au fost - mici, iar depășirile valorilor limită pentru PM<sub>10</sub> au rămas sub nivelul permis.

În baza rezultatelor de măsurare se poate afirma că în ceea ce privește substanțele poluante ale aerului SO<sub>2</sub>, CO, calitatea aerului ambiental este excelentă, iar în privința NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> și O<sub>3</sub>, aceasta este bună.

În baza evaluării rezultatelor de măsurare am determinat valorile capacității de încărcare a zonei în temeiul articolului 2, punctul 40 din Decretul guvernamental 306/2010 (23 decembrie) privind protecția aerului.

Nivelul capacității de încărcare a aerului este diferența între valoarea limită a poluării aerului și capacitatea de încărcare de bază a aerului, după cum urmează.

Substanța poluantă a aerului	Încărcarea de bază a aerului	Valoarea limită orară pentru poluarea aerului	Capacitatea de încărcare
		(μg/m <sup>3</sup> )	
Dioxid de sulf (SO <sub>2</sub> )	2	250	248
Dioxid de azot (NO <sub>2</sub> )	24	100	76
Oxizii azotului (NO <sub>x</sub> )	30	100	70
Monoxid de carbon (CO)	525	10 000	9 475
Particule de praf (PM <sub>10</sub> )	27	50	23
Particule de praf TSPM	35	200	165

Tabloul 52: Evaluarea totalizată a măsurărilor stării de bază din anul 2012

## 17.2 IMPACTELE DIRECTE ȘI ZONELE DE IMPACT ALE CONSTRUCȚIEI ȘI EXPLOATĂRII PAKS II

Pentru estimarea distribuției substanțelor poluante neradioactive care ajung în atmosferă datorită construirii și exploatării Paks II, prognoza calității aerului și determinarea zonelor de impact am aplicat modelul tip Gauss.

Pentru a efectua estimările conservatoare am aplicat datele climatice caracteristice pentru zonă, valorile *medii*, precum și *cele mai caracteristice*.

Am efectuat simulări de model cu o bază de date meteorologice reale pe un an întreg, în baza valorilor de emisii din oră în oră. Pentru simulări, datele meteorologice din diferite puncte ne-au fost furnizate în parte de turnul de măsurări meteorologice având o înălțime de 120 de m, aflat pe teritoriul Centralei Nucleare de la Paks. De la turnul pentru măsurări de la Paks ne-au stat la dispoziție valorile direcției și vitezei vântului. Am generat celelalte date meteorologice necesare pentru simulări (care în baza măsurărilor din turn nu ne-au stat la dispoziție) din câmpurile output ale modelului de prognoză numerică (<http://www.emc.ncep.noaa.gov/GFS/doc.php>) GFS (Global Forecasting System) liber accesibil. Câmpurile output ale modelului GFS sunt disponibile în rezoluție spațială de 0,5 × 0,5 de grade și rezoluție temporală de 3 ore.

Pentru simulări am utilizat datele meteorologice ale anului 2011 întrucât în acest an am avut în mai multe ocazii condiții meteorologice nefavorabile în ceea ce privește propagarea și diluarea substanțelor poluante (de ex. persistența pe un timp îndelungat a așa-numitei situații de pernă de aer rece în noiembrie 2011), rezultatele reprezentând în acest fel supraestimări.

Pentru efectuarea modelelor ne-au stat la dispoziție datele de emisie referitoare la sursele staționare legate de lucrările de construcții (puncte, respectiv surse locale), precum și datele de emisie legate de livrări. S-a putut de asemenea calcula și cantitatea de pământ care trebuie mutată în perioada executării lucrărilor de amenajare a teritoriului și de fundație.

Pentru perioada de exploatare am luat în calcul emisiile provenite de la sursele punctiforme determinate și cele eminate în cursul livrărilor.

Am efectuat simulările de propagare pentru monoxidul de carbon (CO), oxizii de azot (NO<sub>x</sub>), hidrocarburi (C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>) și particulele de praf (PM<sub>10</sub>).

În cadrul simulărilor de model am determinat câmpurile de concentrare, depășirile valorilor limită și zonele de impact, care apar ca urmare a emisiilor pentru diverse perioade și diverse niveluri de emisie.

Am folosit valorile limită necesare pentru examinări conform Decretului 4/2011 (14 ianuarie) VM (Ministrului dezvoltării rurale) privind valorile limită ale nivelului încărcării aerului și valorile limită de emisie ale surselor punctiforme staționare de poluare a aerului. Am folosit o abordare conservatoare pentru valorile limită de estimare care pot fi puse în corespondență doar parțial. Astfel am presupus cantitatea totală de oxizi de azot (NO<sub>x</sub>) ca fiind NO<sub>2</sub>, pentru că decretul a determinat valoarea

limită pentru NO<sub>2</sub>. Am presupus cantitatea totală de hidrocarburi (C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>) ca fiind benzen, deoarece decretul a determinat valoarea limită numai pentru benzen.

Am determinat zona de impact pentru poluanții atmosferici examinați în temeiul Decretului guvernamental 306/2010 (23 decembrie) privind protecția aerului.

### **17.3 IMPACTELE DIRECTE ȘI ZONA DE IMPACT ALE CONSTRUCȚIEI**

#### **Construcția**

Pe timpul etapei de construcție am diferențiat următoarele patru perioade: *demolarea, amenajarea teritoriului, fundația și construcția de structură.*

În cazul în care facem calculul cu o bază de date meteorologice reale, zona de impact va rămâne în interiorul distanței de 500 m de la punctele sursă la toate substanțele poluante și la toate fazele de lucru.

Dacă calculul este efectuat cu o bază de date meteorologice conservatoare, în timpul etapei de construcție, zona de impact va rămâne în interiorul distanței de 1 000 m de la punctele sursă la toate substanțele poluante și la toate fazele de lucru.

Zona de impact a poluării rezultată din trafic, pentru NO<sub>x</sub> va fi zona cu o rază de aproximativ 100 m a drumului, pentru ceilalți poluanți, zonă de impact nu este detectabilă. În timpul etapei de exploatare, zona de impact a poluării rezultată din trafic nu este detectabilă. Nivelul anual mediu al poluării în ceea ce privește CO, nu depășește 0,1 % din valoarea limită, iar în cazul NO<sub>x</sub> (NO<sub>2</sub>) și C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> (benzen), 10 % din valoarea limită.

În condiții meteorologice extrem de nefavorabile, valorile limită de sănătate ar putea fi de asemenea depășite în timpul etapei de construcție. Condițiile meteorologice cele mai defavorabile apar de obicei în timpul sezonului de iarnă, atunci când lucrările de executare ar putea fi suspendate, sau ar fi nevoie să fie suspendate din cauza previziunilor meteorologice. Trebuie subliniat faptul că în situații nefavorabile similare (pernă de aer rece), se poate constata că limitele de sănătate sunt depășite în toată țara.

#### **Sistemul de monitorizare în timpul etapei de construcție**

Cea mai apropiată clădire de locuit din Csámpa este situată la o distanță de 1 330 m de la zona de construcție a Paks II, clădirea de locuit din Paks la 2 960 m, iar casa de locuit din Dunaszentbenedek la 2 590 m. Având în vedere aceste distanțe considerabile, nici la aceste puncte de examinare nu ar fi necesară și justificată instalarea unor stații de monitorizare a poluării aerului.

Cu toate acestea, având în vedere dimensiunea și extinderea investiției, perioada de executare de ~ 10 ani, din motive de securitate, este oportună monitorizarea poluării aerului în zonele rezidențiale situate cel mai aproape de zona de amplasare.

Punctele de măsurare propuse sunt următoarele:

- în localitatea Paks-Csámpa, la 1 punct lângă imobilele de locuit situate lângă drumul principal nr. 6
- pe malul stâng al Dunării, la 1 punct
- în orașul Paks, la 1 punct în împrejurimile căii Kölesdi

Monitorizarea propusă a poluării aerului este următoarea:

Măsurarea continuă a concentrației de dioxid de azot (NO<sub>2</sub>), oxizi de azot (NO<sub>x</sub>) și monoxid de carbon (CO), integrată pe o durată medie de o oră, folosind un analizor instalat într-o stație mobilă de măsurare.

Durata măsurărilor pe puncte de măsurare: 14 zile, de două ori în fiecare sezon, în total de 8 ori pe an (8 x 14 de zile)

Măsurarea fracțiunii particulelor de praf sub 10 μm (PM<sub>10</sub>), a poluării totale cu particule de praf (TSPM), prin aplicarea unui timp de expunere de 24 de ore, prin tehnica de măsurare activă pe etape.

Durata măsurărilor pe puncte de măsurare: 14 zile, de două ori în fiecare sezon, în total de 8 ori pe an (8 x 14 de zile)

Măsurarea continuă a concentrației de ozon (O<sub>3</sub>), integrată pe un interval de timp de o oră, folosind un analizor instalat într-o stație mobilă de măsurare

Durata măsurărilor pe puncte de măsurare: 14 zile, de două ori în fiecare sezon, în total de 8 ori pe an (8 x 14 de zile).

Măsurarea poluării cu particule de praf plin aplicarea tehnicii de măsurare pasivă.

Durata măsurărilor pe puncte de măsurare: 30 de zile, o dată în fiecare sezon, în total de 4 ori pe an (4 x 30 de zile).

Paralel cu măsurarea poluării aerului propunem să se înregistreze în mod continuu și valorile caracteristicilor meteorologice (temperatura, umiditatea, viteza vântului, direcția vântului), integrate pe un interval de timp de 1 oră.

Măsurările pot fi efectuate de un laborator acreditat, utilizând tipuri de instrumente aprobate.

Este recomandabil ca măsurările să fie începute cu un an înainte de pornirea lucrărilor de construcție, asigurând prin aceasta faptul ca poluarea de bază a zonei să fie înregistrată ca punct de referință. Propunem ca programul de măsurare să fie continuat pe tot parcursul perioadei de executare a lucrărilor, asigurând prin aceasta înregistrarea și documentarea stărilor actuale.

## Exploatarea

Pentru perioada de exploatare am folosit emisiile de la sursele punctiforme determinate și cele emanate în cursul livrărilor. Alimentarea cu energie electrică a sistemelor de siguranță în caz de deranjament va fi asigurată pe blocuri de 4 buc. de generatoare diesel, fiecare cu o capacitate de ~7,5 MW<sub>e</sub>, căldura de ardere fiind de 18,75 MW<sub>th</sub> pe unitate. În cazul unei eventuale opriri de urgență, oricare dintre generatoarele diesel va putea să asigure alimentarea necesară cu energie electrică. Conform planurilor, aceste generatoare diesel – în condiții normale de uzină – vor funcționa doar în condiții de funcționare de testare sau de probă. Sursele punctiforme staționare vor fi coșurile generatoarelor diesel. În baza perioadei de emisie, precum și a cantității de substanțe poluante emise, valorile limită nu vor fi depășite în cazul nici unui poluant.

	CO	NO <sub>x</sub>	C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>
conc. max. (μg/m <sup>3</sup> ):	107,2	15,3	3,8
depășirea valorii limită	nu	nu	nu
zona de impact	nu		

Tabelul 53: Impactul ciclului de testare a generatoarelor diesel

În ceea ce privește impactul livrărilor efectuate în perioada exploatării, putem afirma că nici o valoare mai mare decât limita nu este înregistrată, indiferent dacă folosim pentru calcul condițiile meteorologice reale sau conservatoare, iar valorile concentrației atmosferice emergente sunt foarte mici.

## Impactul funcționării simultane a Paks II și a Centralei Nucleare de la Paks

Încărcarea de bază a aerului cu poluanți, măsurată în aerul ambiental în cursul anilor 2012-2013 include și impactul emisiilor neradioactive legate de Centrala Nucleară de la Paks. Dacă la rezultatele măsurărilor stărilor de bază adăugăm rezultatele obținute la modelarea impactului independent al Paks II, obținem impactul simultan al funcționării simultane a Paks II și a Centralei Nucleare de la Paks.

Substanța poluantă a aerului	Încărcarea de bază a aerului	Paks II – concentrația maximă pe oră a ciclului de testare a generatoarelor diesel	Impactul simultan al Paks II și al Centralei Nucleare de la Paks	Valoarea limită a poluării aerului orară
			(μg/m <sup>3</sup> )	
Oxizi de azot (NO <sub>x</sub> )	30	15	45	100
Monoxid de carbon (CO)	525	107	632	10 000

Tabelul 54: Impactul direct asupra calității aerului al exploatării simultane a Paks II și a Centralei Nucleare de la Paks

Din rezultate se poate deduce că nici impactul emisiilor neradioactive legate de exploatarea independentă a Paks II, nici cele legate de exploatarea simultană a Paks II și a Centralei Nucleare de la Paks nu modifică în mod substanțial condițiile existente de poluare a aerului, acestea fiind calificate *tolerabile-neutre* pentru zonele rezidențiale.



## 17.4 REZUMAT

Pe baza rezultatelor detaliate ale modelării, putem afirma că impactul construcției se extinde pe amplasament și pe împrejurimile directe ale acestuia, chiar și în condiții meteorologice conservatoare.

Nu este probabilă definirea unui impact de poluare transfrontalieră a aerului, provenită din emisii neradioactive, nici în legătură cu construirea și funcționarea Paks II, nici provenind din funcționarea simultană a Paks II și a Centralei Nucleare de la Paks.

## 18 BIOSFERA-ECOSISTEMUL

### 18.1 VEGETAȚIA ȘI CARACTERISTICILE FLOREI ÎN ÎMPREJURIMILE CENTRALEI

Raza de 3 km din jurul Centralei Nucleare de la Paks este destul de eterogenă din punctul de vedere al structurii peisajului. Plantațiile forestiere de foioase și de pin, precum și terenurile agricole joacă un rol important. Diferitele suprafețe de apă și valoroasele pajiști pe nisipuri, din în ce mai mult periclitate, reprezintă o parte importantă a teritoriului, pe lângă acestea, zonele construite ocupă o parte semnificativă a teritoriului. Situl este caracterizat în general de degradare, de reducerea, respectiv dispariția petelor de pajiști stepice pe nisipuri. Prezența speciilor de plante non-indigene, precum și proliferarea extremă a speciilor invazive sunt caracteristice determinante ale teritoriului. În zonă, Dunărea și malul acesteia, respectiv pădurea de mlaștină de la Dunaszentgyörgy reprezintă situl natural valoros, mai mare, situat în bloc.

Comparând ponderea de grup a indicatorilor ecologici, putem afirma că în ultimii mai mult de 10 ani nu a avut loc nici o schimbare semnificativă în caracteristicile florei din zonă. În zonă speciile grupurilor ruderales domină aria studiată, dar proporția speciilor tolerante de stres este de asemenea semnificativă. Aceasta este dovada faptului că zona se află sub un impact antropogen puternic.

Pe teritoriul centralei planificate se găsesc pajiști uscate și semiuscate nesemnificative. Pajiștile sunt aproape fără excepție cultivate prin tăiere, cu o mulțime de specii de buruieni și, deși parțial sunt amplasate pe un sol nisipos, speciile caracteristice ale pajiștilor pe nisipuri lipsesc. Este frecventă și perturbarea proaspătă a comunităților.



Figura 85: Pășuni degradate cu plăci de piatră în zona afectată de lucrările de construcție

În terenul pentru organizarea de șantier, asociațiile cele mai caracteristice de plante sunt pajiștile uscate și semiuscate nesemnificative, pajiștile stepice pe nisipuri, pădurile nesemnificative cu arbori indigeni cu lemn de esență moale sau pădurile pionier și pajiștile deschise stepice pe nisipuri. În părțile neasfaltate din împrejurimile canalelor de apă rece și caldă se găsesc pajiști bine tunse sau pajiști uscate formate pe suprafețe secundare, precum și comunități de pajiști buruienose, fragede. Insula situată între canale este de obicei acoperită cu o pădure de luncă cu sălcii și plopi.

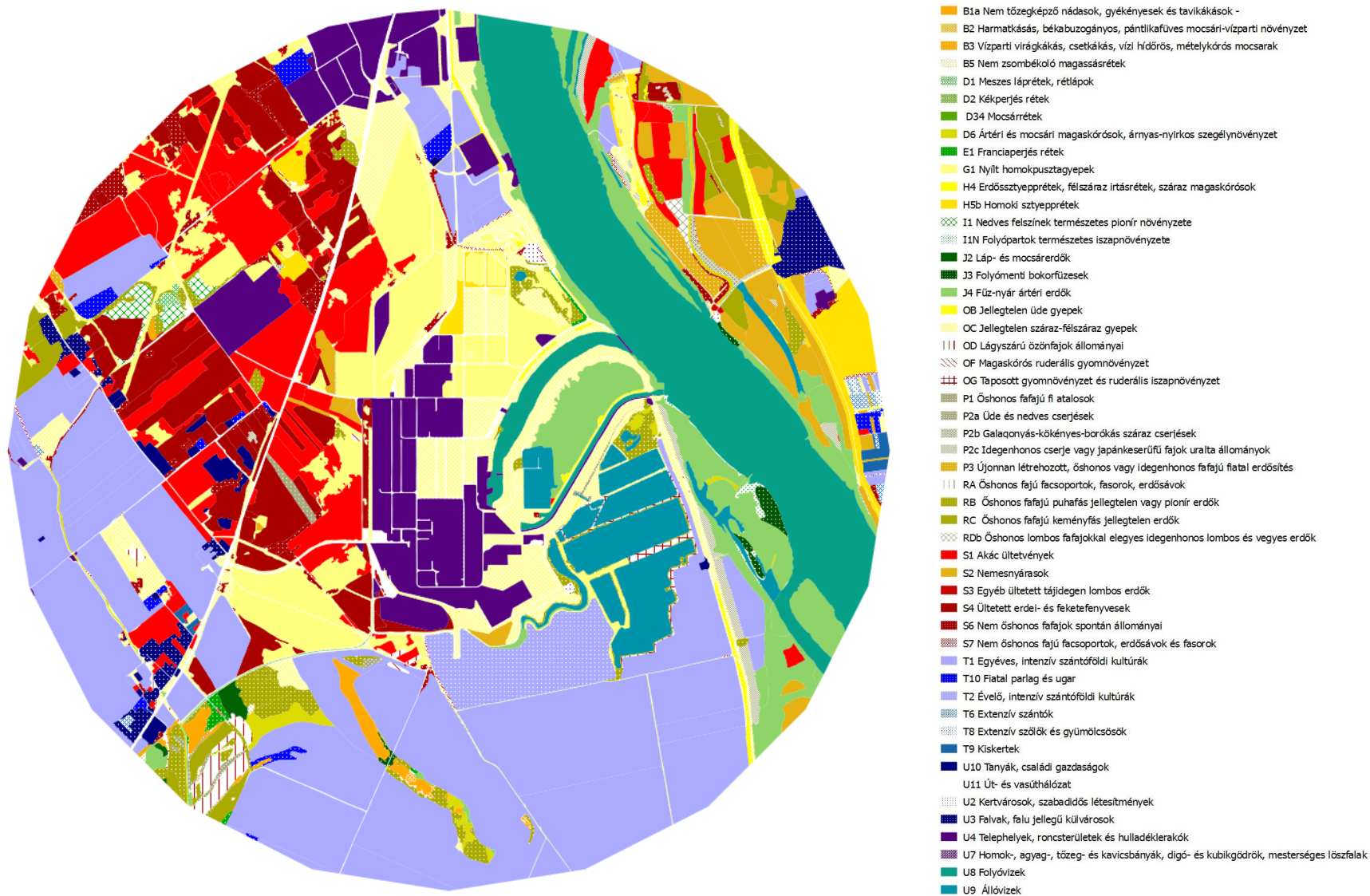


Figura 86: Hartavegetală a împrejurimii cu o rază de 3 km a Centralei Atomice de la Paks

B1a	Stufărișuri, papuri și pipirigi, din care nu se formează turbă
B2	Vegetație de mană de apă, șovar, mlaștină-de mal
B3	Mlaștine cu crin de baltă, pipiriguț, pătlăgină de apă, joiană
B5	Pășuni cu rogozuri înalte, fără movițe de iarbă
D1	Pășuni cu soluri de lăcoviște calcaroase (Caricion davallianae)
D2	Pășuni cu iarbă albastră
D34	Pășuni de mlaștină
D6	Vegetație cu tuli înalți de luncă și mlaștină, vegetație de lizieră umbrofilă-hidrofilă
E1	Pajiști de ovâscior
G1	Pajiști deschise stepice cu nisipuri
H4	Pajiști de silvostepă, pajiști defrișate semiuscate, vegetație uscată cu tuli înalți
H5b	Pășuni stepice pe nisipuri
I1	Vegetația pionier naturală a suprafețelor umede
I1N	Vegetația naturală de mlaștină și de baltă
J2	Păduri de mlaștină și de baltă
J3	Răchitișuri de pe malurile râurilor
J4	Păduri de luncă cu salcâmi și plop
OB	Pajiști nesemnificative fragede
OC	Pajiști uscate și semiuscate nesemnificative
OD	Comunitățile speciilor invazive perene cu tulpine ierboase
OF	Vegetație ruderală cu tuli înalți
OG	Vegetație ruderală călcată în picioare și vegetație ruderală de mlaștină
P1	Puieți de specii de arbori autohtoni
P2a	Tufărișuri fragede și umede
P2b	Tufărișuri uscate de păducel, porumbar, ienupăr
P2c	Comunități de specii dominate de tufărișuri non-native sau de Reynoutria japonica
P3	Împăduriri noi cu specii de arbori indigeni sau non-nativi
RA	Grupuri de arbori, rânduri de arbori, fâșii de pădure cu specii de arbori indigeni
RB	Păduri nesemnificative cu specii de arbori indigeni cu lemn de esență moale sau păduri pionier
RC	Păduri nesemnificative cu arbori indigeni cu lemn de esență tare
RDb	Păduri de foioase și mixte non-native, combinate cu arbori indigeni din specii de foioase
S1	Plantații de salcâm
S2	Plantații de Populus x euramericana
S3	Păduri de foioase cu alte specii non-native
S4	Plantații de pin și de pin negru
S6	Comunități spontane de specii de arbori non-nativi
S7	Grupuri de arbori, fâșii de pădure și rânduri de arbori cu specii non-native
T1	Culturi de câmp anuale, intensive
T10	Paragini și ogoare noi
T2	Culturi de câmp perene, intensive
T6	Terenuri arabile extensive
T8	Vițe de vie și livezi extensive
T9	Grădini mici

U10	Ferme, gospodării familiale
U11	Rețeaua rutieră și feroviară
U2	Suburbii și construcții în zone de agrement
U3	Sate, suburbii cu caracter rural
U4	Locuri de amplasare, terenuri pentru depunerea de dărâmături și terenuri pentru depunerea de deșeuri
U7	Mine de nisip, argilă, turbă și pietriș, săpături pentru terasamente și pereți artificiali de loess
U8	Cursuri de apă
U9	Ape stătătoare



## 18.2 ZONELE NATURA 2000 SITUATE PE O RAZĂ DE 10 KM ÎN JURUL CENTRALEI

Zonele Natura 2000 situate pe o rază de 10 km în jurul Centralei Nucleare de la Paks:

**Zona Tolnai-Duna (HUDD20023): situată pe o rază de 10 km**

**Pădurea de mlaștină de la Dunaszentgyörgy (HUDD20072): 328,03 ha**

**Câmpul de șofran-vărgat de la Paks (HUDD20071): 91,16 ha**

**Pășunile de la Tengelic (HUDD20070): 466,35 ha**

**Câmpul pentru popândăi de la Paks (HUDD20069): 352,14 ha**

**Pajiștile pe loess din regiunea Centrală Mezőföld (HUDD20020): Teren de câteva 10 de ha situat în direcția sud-est pe o rază de 10 km**

Paks II are un impact direct asupra unei zone Natura 2000, și anume Tolnai-Duna. Fâșia îngustă situată de-a lungul malului, afectată de centrala recuperativă și de construcția de disipare a energiei planificate este o pădurică situată în zonă inundabilă, puternic afectată de regimul cursului de apă și o pajiște secundară degradată, situată pe partea laterală a digului, neînsemnată din punct de vedere al valorii conservative. În zona Natura 2000 nu există specii de plante protejate și prioritare. Nivelul coroanei pădurii de luncă cu sălcii și plopi este alcătuit în mare parte de plopi negri și sălcii albe. La nivelul arbuștilor, murele de câmp și salcâmi mici se găsesc în cantități mari. Secțiunea afectată direct de investiție, pe lângă sânziana de grădină invazivă, nivelul pajiștii este dominat aproape în exclusivitate de specii nitrofile.



Figura 87: Pădure de luncă cu salcâmi și plopi pe insula situată între canale

## 18.3 IMPACTUL PAKS II ASUPRA FLOREI

### 18.3.1 IMPACTUL ȘI ZONA DE IMPACT AL CONSTRUCȚIEI

#### Afectarea vegetației

În urma lucrărilor de amenajare a teritoriului în zona de construcție, pajiștile uscate și semiuscate ne semnificative vor dispărea. Aceste habitate sunt acoperite de buruieni, sunt degradate și deranjate, caracterul lor natural abia depășește cea mai mică categorie, categoria 1. În acest loc, biomonitorizarea nu a explorat specii protejate. Pe ariile clasificate în categoria „Terenuri pentru depunerea de dărâmături, locuri de amplasare, terenuri pentru depunerea de deșeuri”, afectate de asemenea în mod direct de investiție nu se găsesc valori de conservare.

Ocuparea teritoriului situat între canalele de apă rece și caldă și construirea pe malul Dunării a centralei recuperative, precum și a construcției de disipare a energiei impune tăierea parțială a arborilor pădurii actuale de luncă cu salcâmi și plopi. Această pădure are un caracter natural bun, este o comunitate cu o dinamică rapidă, cu o previziune favorabilă pentru regenerare, în condițiile în care debitul de apă rămâne neschimbat.

Asociațiile vegetale principale afectate de construirea liniilor de transport la distanță aferente investiției: culturi anuale de câmp intensive, pajiști ne semnificative uscate și semiuscate, comunități spontane de specii de arbori non-nativi, plantații de salcâm, plantații de pin și de pin negru, pajiști pe nisipuri buruienose, degradate, deschise. Locurile stâlpilor au fost fixate luând în considerare criteriile de protejare a mediului, prin urmare, construirea stâlpilor nu va avea ca efect distrugerea unor asociații vegetale valoroase din punctul de vedere al conservării naturii.

#### Deteriorarea habitatelor

În terenul pentru organizarea de șantier Paks II și în fâșia de construcție a liniilor de transport la distanță, habitatele devin mai puțin favorabile din cauza tasării solului, trebuie să se aibă în vedere călcarea în picioare și deteriorarea parțială a vegetației în timpul lucrărilor de construcție. Regimul de apă al solului tasat este de asemenea mai puțin favorabil, plantele făcând mai greu față, de exemplu, secetei.



Figura 88: Pajiște de colilie pe teritoriul Centralei Nucleare de la Paks

#### Habitatele principale afectate

Terenu pentru organizarea de șantier: pajiști uscate și semiuscate ne semnificative, pajiști deschise stepice pe nisipuri, pășuni stepice pe nisipuri, păduri ne semnificative cu arbori indigeni cu lemn de esență moale sau păduri pionier, comunitățile spontane ale unor specii de arbori non-nativi, pajiști de ovăscior.

Traseul liniilor de transport la distanță: culturi de câmp anuale, intensive, pajiști uscate și semiuscate ne semnificative, comunitățile spontane ale unor specii de arbori non-nativi, plantații de salcâm, plantații de pin și de pin negru, pajiști deschise stepice pe nisipuri, păduri ne semnificative cu arbori indigeni cu lemn de esență moale sau păduri



pionier, grupuri de arbori cu plantații de specii non-native, fâșii de pădure și rânduri de arbori, pajiști deschise stepice pe nisipuri, rețeaua rutieră și feroviară.

Zonele mai valoroase din punctul de vedere al protecției mediului sunt pajiștile deschise stepice pe nisipuri și pășunile stepice pe nisipuri. Aceste pajiști s-au degradat într-un grad diferit, ceea ce determină și capacitatea lor de a se regenera. Peticile mai naturale se regenerează bine, în special dacă în apropiere există o sursă de propagulă, un petic de pădure (cu specii de arbori autohtoni). Pajiștile mai degradate se regenerează mai greu, respectiv cu dificultate. Pe lângă călcatul în picioare, seceta și proliferarea speciilor invazive constituie de asemenea factori de întârziere.

#### *Afectarea plantelor protejate*

Speciile potențial afectate în habitatele din pajiștile deschise stepice pe nisipuri și din pășunile stepice cu nisipuri:

Pe teritoriul centralei: colilia (*Stipa pennata*), colilia de nisip (*Stipa borysthenica*), albăstrița de nisip (*Centaurea arenaria*), (*Silene borysthenica*)

Pe traseul liniilor de transport la distanță: albăstrița de nisip (*Centaurea arenaria*), (*Corispermum nitidum*), colilia (*Stipa pennata*), colilia de nisip (*Stipa borysthenica*), garoafa endemică (*Dianthus serotinus*), (*Silene borysthenica*)



Figura 89: Garoafa endemică (*Dianthus serotinus*)

Din punctul de vedere al asociațiilor de plante și al speciilor de plante care trebuie protejate, zona de impact direct examinat al construcției acoperă terenul pentru organizarea de șantier legat de investiție, toate zonele de construcție aferente (inclusiv insula și malul Dunării), precum și fâșia de construcție a traseului liniilor de transport la distanță. Zona de impact indirect al proceselor care afectează vegetația acoperă terenul pentru organizarea de șantier legat de investiție, toate zonele de construcție aferente și împrejurimile sale directe (inclusiv insula și malul Dunării), împrejurimile de câteva sute de metri ale teritoriului Centralei Nucleare de la Paks (maxim 500 de m în direcția vestică și aproximativ 300 de m în direcția sudică), precum și fâșia de construcție a traseului liniilor de transport la distanță și a împrejurimilor acestuia de încă maxim 100 de m. Din punct de vedere botanic, construcția Paks II nu produce nici un impact transfrontalier asupra mediului.

### **18.3.2 IMPACTUL ȘI ZONA DE IMPACT AL EXPLOATĂRII**

În timpul exploatării, în zona centralei dens construită cu obiective este probabilă crearea, formarea de pajiști, precum și a unor pajiști secundare degradate, plantate într-un mediu de parc. În terenul pentru organizarea de șantier, pe suprafețele regenerare după executarea investiției, în părțile inconjurate de garduri, întreținute în continuare printr-o gestionare adecvată a conservării peisajului, vegetația naturală se va putea dezvolta fără nici o perturbare, va putea oferi locuri de refugiu unor plante protejate. În timpul exploatării liniilor de transport la distanță, legate de investiție, în zona de siguranță a liniilor vor fi prescrise restricții cu privire la modul de cultivare. Impactul centralei provocând fluctuații ale nivelului apei și schimbări de temperatură nu va avea un efect demonstrabil asupra florei de pe mal. Impacturile indirecte provenite de la centrală, cum ar fi de exemplu depunerea de substanțe poluante în aer, din punct de vedere botanic sunt neglijabile.

Din punctul de vedere al asociațiilor de plante și speciilor de plante care trebuie protejate, zona de impact direct al exploatării acoperă întreaga zonă Paks II (inclusiv terenul pentru organizarea de șantier), zona de siguranță a liniilor de transport la distanță, împrejurimile construcției de disipare a energiei și ale centralei de recuperare. Zona de impact indirect al exploatării, examinată din punctul de vedere al asociațiilor de plante și speciilor de plante care trebuie protejate, practic corespunde zonei de impact direct, iar zona conformă zonei de impact al poluării aerului poate fi de asemenea potențial afectată. Din punct de vedere botanic, exploatarea nu are nici un impact transfrontalier.

### 18.3.2.1 Impactul și zona de impact al deficiențelor tehnologice și al accidentelor

Deficiențele tehnologice, accidentele care apar la nivel local în amplasament nu vor afecta zonele acoperite de o vegetație valoroasă din punctul de vedere al protecției mediului. Printre urgențele de emisie neradioactive, cazurile de incendiu vor duce la deteriorarea, distrugerea vegetației, proporțional cu extinderea zonei afectate. Situațiile de urgență legate de apele aflate în legătură cu Dunărea, de sistemul de apă pot provoca daune în plantele și asociațiile vegetale care cresc în zona riverană a Dunării. Evenimentele de urgență de emisie de aspect neradioactiv, din punct de vedere botanic nu au nici un impact transfrontier.

### 18.3.3 IMPACTUL ȘI ZONA SE IMPACT AL ABANDONULUI

În zonele lucrărilor de demolare trebuie să se aibă în vedere că vegetația și habitatele regenerate în timpul perioadei de funcționare a centralei vor fi afectate, respectiv praful se poate depune pe plante, substanțele poluante ale utilajelor de construcții pot fi emise în aer. Daunele cauzate habitatelor, legate de demolare reprezintă o sursă potențială de răspândire a speciilor invazive. Rata de recultivare va determina în ce măsură lumea vie se va răspândi din nou în zonă. Teritoriul centralei este în totalitate însă destul de mic pentru ca abandonul acestuia să provoace o schimbare semnificativă în mediu. Zona traseului liniilor de transport la distanță este puternic expusă la infestarea cu buruieni și la infiltrarea speciilor invazive, care reprezintă pericolul cel mai mare pentru habitatele native de nisip. În cazul în care se renunță la centrală, impactele negative detaliate în cele ce preced vor înceta.

## 18.4 IMPACTUL PAKS II ASUPRA FAUNEI

### 18.4.1 IMPACTUL ȘI ZONA DE IMPACT AL CONSTRUCȚIEI

Construirea Paks II are multe efecte directe asupra faunei. 37 % dintre nevertebratele acvatice macroscopice din secțiunea studiată a Dunării sunt specii invazive. Speciile protejate includ 3 specii de melci de apă, 4 de scoici, 2 de libelule și 1 de efemeridă. Scoica mică de râu (*Unio crassus*) este o specie de importanță comunitară prioritară, este specia indicatoare a zonei Natura 2000 Tolnai-Duna și se bucură de protecție și la nivel național. Prezența sa a fost dovedită în mai multe rânduri, cu toate acestea știm foarte puțin despre dimensiunea și dinamica populației din zona afectată. Prin urmare, ar fi important efectuarea în viitor a unei monitorizări orientate, având ca obiectiv urmărirea evoluției populațiilor de scoici mici de râu în secțiunea menționată. Libelula *Gomphus flavipes* este specia indicatoare din secțiunile inferioare ale râurilor mai mari, o specie indicatoare a zonei Natura 2000. Aceasta este în scădere în toate țările din Europa, în zona studiată are însă o populație stabilă. Dintre efemeride a mai fost descoperită *Ephoron virgo*, care este, de asemenea, o specie protejată.

Lucrările care urmează să fie efectuate în cadrul extinderii secțiunilor canalelor de apă rece și caldă vor afecta în multe privințe calitatea apei și viața acvatică, inclusiv probabil și speciile menționate mai sus, dar numai temporar. Ca efect al lucrărilor de construcție ale canalelor de apă rece și caldă, probabil peștii vor migra, dar pot reveni după finalizarea lucrărilor. - Înființarea noului canal de apă caldă poate crea pentru pești noi condiții de habitat favorabile, variate.

Înainte de demararea lucrărilor de construcție este recomandabil să se studieze mai în detaliu fauna secțiunilor malurilor Dunării, care urmează să fie afectate de lucrările tehnologice, iar în timpul exploatării se impune monitorizarea continuă. (Este de remarcat faptul că noua locație a canalului de apă caldă va atrage după sine nimicirea și distrugerea a mai puține specii și habitate de animale – inclusiv a **amfibienilor** – decât traseul planificat anterior la Insulele Uszódi.)

Datorită ocupării zonei, construirea Paks II va avea un impact asupra comunităților de insecte puternic legate de vegetație, asupra ortopterelor, anumitor fluturi și artropodelor de la suprafața solului. Dintre ortoptere sunt afectate în mod deosebit speciile protejate ca lăcusta uriașă verde (*Acrida ungarica*), lăcusta *Calliptamus barbarus* și o specie foarte rară la nivel național, lăcusta *Omocestus minutus*. Este de menționat că cele două specii de lăcuste protejate care apar aici nu fac

parte din speciile pe cale de dispariție la nivel național. În unele părți ale Câmpiei Maghiare de exemplu, acestea se găsesc în mare densitate. În ceea ce privește fluturile, zona de construcție și teritoriul extinderii canalelor de apă rece și caldă sunt caracterizate printr-o sărăcie extremă de specii, chiar și înainte de intervenție. În afară de câțiva indivizi ai fluturilor de foc al măcrișului (*Lycaena dispar*), speciile protejate de fluturi nu se găsesc în aceste părți, dar populația acestei specii în mod sigur nu va fi afectată negativ de lucrări. Prin urmare, în privința fluturilor, în zona de construcție nu este nevoie de nici o intervenție specială. Populațiile speciilor protejate care apar pe insulă, specia *Neptis sappho*, fluturele păun (*Nymphalis io*), specia *N. c-album*, amiralul roșu (*Vanessa atalanta*), catocala frasinului (*Catocala fraxini*) și fluturele **purpuriu imperial al lui Freyer** (*Apatura metis*), extrem de protejat, nu sunt puse în pericol. După perturbare, acestea se vor reîntoarce în timp scurt de pe teritoriile din împrejurimi. Va trebui ținut cont de faptul că excavarea stratului de sol fertil și eliminarea acestuia va afecta fauna de sol și animalele de la suprafața solului, care apar în zonă, precum și de traficul crescut și de călcarea în picioare. Există două specii protejate care apar în zonă, specia *Carabus granulatus*, pe insulă, precum și specia *Geolycosa vultuosa*, pe terenul pentru organizarea de șantier. Nici una dintre acestea nu poate fi considerată ca o specie rară, acestea apar în țara noastră în orice habitat corespunzător pentru ele. Diminuarea numărului de insecte aduce prejudicii bazei alimentare a lilieciilor.

Dacă în timpul executării lucrărilor, în zonele aflate în vecinătatea habitatelor afectate, vegetația va rămâne intactă, în acele locuri speciile acestor comunități ar putea supraviețui perioada construcției, respectiv vegetația pionier rezistentă la perturbări, care va crește în locul vegetației eliminate, poate servi ca habitat temporar pentru unele specii, cu toate că proliferarea speciilor de buruieni invazive ar putea avea o influență negativă asupra acestuia. În cazul în care întregul teren pentru organizarea de șantier este afectat ca habitat, populațiile estimate de aici ale acestor specii vor continua să trăiască în habitatele similare limitrofe cu această zonă.

Din cauza lucrărilor legate de instalarea stâlpilor liniilor de transport la distanță, vegetația va fi eliminată pe o suprafață mare. Îndepărtarea stratului de sol fertil, precum și a **vegetației de arbori** va avea, de asemenea, un impact semnificativ asupra vegetației. De-a lungul traseului liniilor electrice ale blocurilor de reactoare, care urmează să fie construite, pe peticile de pajiște cu nisipuri deranjate apar probabil și lăcusta uriașă verde (*Acrida ungarica*) protejată, lăcusta *Calliptamus barbarus*, precum și lăcusta *Omocestus minutus*, specie rară la nivel național. Habitatelor acestora vor dispărea în timpul lucrărilor de construcție, la fel ca și habitatele **fluturelui** de mărl lupului (*Zerynthia polyxena*), fluturelui păun (*Nymphalis io*), fluturelui *N. c-album*, amiralului roșu (*Vanessa atalanta*), fluturelui cardinal (*Argynnis pandora*), fluturelui vărgat (*Euplagia quadripunctaria*), fluturelui *Cucullia balsamitae* și cel al fluturelui *Cucullia argentea*.



Figura 90: Fluturele vărgat (*Euplagia quadripunctaria*)

La fixarea locurilor de amplasare a stâlpilor liniilor de transport la distanță s-a ținut cont de peticile mai valoroase de pajiști stepice pe nisipuri, minimizând în acest fel daunele implicate de instalarea stâlpilor asupra ortopterelor, fluturilor și artropodelor de la suprafața solului. Trebuie evidențiat faptul că în zona de sub stâlpii de înaltă tensiune, pe lângă o gestionare ulterioară adecvată, pe termen lung pot apărea habitate cu caracter de stepă pe nisipuri convenabile, ba chiar valoroase. Intervențiile de-a lungul traseului liniilor vor permite extinderea zonelor de pajiști în dauna plantațiilor non-native. În acest context se poate aștepta ca pe pajiștile care se va regenera, în locul plantațiilor foarte sărace în specii de salcâmi și pini, care vor fi defrișate, speciile protejate de ortoptere și fluturi se vor reinstala din nou.

Pe teritoriul Centralei Nucleare de la Paks numărul speciilor de amfibieni, reptile și păsări este relativ mare pentru că pe o anumită parte a zonei (de exemplu pe terenul pentru organizarea de șantier, pe insulă), în perioada trecută de la construcție au avut loc intervenții relativ puține. În timpul lucrărilor de terasamente, amfibienii și reptilele sunt afectați (în special dacă lucrările sunt efectuate în timpul perioadei lor de odihnă, adică din noiembrie până în martie). Dacă lucrările de amenajare a teritoriului vor fi demarate în perioada activă a amfibienilor și reptilelor, o parte dintre indivizi se pot încă

refugia din zonă, se pot retrage către liziera teritoriului, unde își pot găsi eventual un biotop convenabil. Utilajele pot strivi animale. După lăsarea întinericului, amfibienii se trag pe betonul cald, unde sunt expuși la un risc crescut de a fi striviți, întrucât pe teritoriul centralei lucrările sunt efectuate și pe timp de noapte.

Construcția blocurilor de reactoare ale Paks II afectează locurile de hrănire și de cuibărit ale speciilor de păsări care își au locurile de cuibărit și de hrănire în zonă. În prezent, zonele de dezvoltare și cele pentru organizarea de șantier, precum și insula reprezintă locuri **prielnice** de hrănire pentru o serie de specii de păsări de importanță comunitară, ca de exemplu barza neagră (*Ciconia nigra*), fâsa de câmp (*Anthus campestris*), caprimulgul comun (*Caprimulgus europaeus*), ciocănitoarea neagră (*Dryocopus martius*), sfrânciocul roșiatic (*Lanius collurio*), care cuibăresc probabil în această zonă.



Figura 91: Pietrarul sur (*Oenanthe oenanthe*), hrănându-se în zona de construcție

Sarcina crescută de zgomot va afecta următoarele specii de păsări de importanță comunitară, care cuibăresc și se hrănesc în zona afectată: eretele de stuf (*Circus aeruginosus*), ciocănitoarea neagră (*Dryocopus martius*), ciocănitoarea pestriță mijlocie (*Dendrocopos medius*), ciocârliă de pădure (*Lullula arborea*), muscarul gulerat (*Ficedula albicollis*), caprimulgul comun (*Caprimulgus europaeus*), sfrânciocul roșiatic (*Lanius collurio*), barza neagră (*Ciconia nigra*), fâsa de câmp (*Anthus campestris*), vulturul codalb (*Haliaeetus albicilla*). Toate deșeurile generate în timpul lucrărilor de construcție pot constitui surse de pericol pentru speciile de păsări care cuibăresc și se hrănesc în acest loc, pot conduce chiar la moartea lor (păsările atașate apelor, precum și păsările cu corp mai **voluminos** se pot încurca în materialele de ambalaj, iar deșeurile mai mici pot ajunge în organele digestive ale păsărilor, etc.).

Construcția liniilor electrice ale blocurilor de reactoare va afecta și speciile de păsări care cuibăresc și se hrănesc în imediata apropiere sau în zonele mai îndepărtate ale postamentelor și ale teritoriilor aflate sub traseul liniilor de transport la distanță, care urmează să fie construite, în special din ordinul falconiformelor (*Falconiformes*), paseriformelor (*Passeriformes*), galiformelor (*Galliformes*) și strigiformelor (*Strigiformes*).

Construcția sistemelor de energie electrică va afecta în mod direct următoarele specii de păsări de importanță comunitară: gaia roșie (*Milvus milvus*), gaia brună (*Milvus migrans*), eretele de stuf (*Circus aeruginosus*). În plus, trebuie să ținem cont de asemenea și de impactul asupra șoarecilor de mișună.

Nu ne putem aștepta ca efectele directe să fie semnificative și separabile de fluctuația naturală în cazul speciilor de faună acvatică și al fluturilor. Ca efect al structurii în schimbare al plantației, o faună mai puțin valoroasă de ortoptere poate apărea și se poate extinde și asupra ariilor care nu au fost perturbate. Schimbarea comunității de ortoptere, ceea ce poate fi pusă în legătură cu schimbarea vegetației, poate fi nefavorabilă pentru amfibieni și reptile și poate conduce la reducerea bazei de hrană a acestora. În comunitățile de artropode de la suprafața solului pot apărea și răspândi și specii invazive și sinantropice (care însoțesc omul). Scăderea populațiilor izolate poate duce la dispariția locală sau chiar la transformarea genetică a acestora. Izolarea (fragmentarea) populațiilor prezintă un potențial pericol pentru amfibieni și reptile și, într-o anumită măsură, chiar dacă la o scară spațială mai mare, pentru păsările cu corp mic, pentru păsările care își mențin teritoriul, precum și pentru speciile care cuibăresc în această zonă. Fragmentarea habitatelor va afecta în mod indirect în primul rând următoarele specii de păsări de importanță comunitară, care cuibăresc în zona afectată: ciocănitoarea neagră (*Dryocopus martius*), ciocârliă de pădure (*Lullula arborea*), muscarul gulerat (*Ficedula albicollis*), fâsa de câmp (*Anthus campestris*), sfrânciocul roșiatic (*Lanius collurio*), caprimulgul comun (*Caprimulgus europaeus*), cârstelul de câmp (*Crex crex*).

Din cauza poluării fonice, al poluării cu particule de praf, precum și al poluării aerului, majoritatea speciilor de amfibieni și reptile vor căuta cu siguranță refugii în alte zone mai îndepărtate. Praful care se ridică se va depune pe vegetație, ceea ce va afecta în mod direct dezvoltarea acestora, respectiv în mod indirect și păsările care trăiesc și se hrănesc în acest loc. Creșterea nivelului zgomotului va putea reprezenta o problemă în cazul broaștelor pentru că va perturba orientarea



femelelor în a găsi drumul în direcția vocii de chemare a masculilor, ceea ce influențează și succesul de reproducere. Păsările mai valoroase, care evită zgomotul [barza neagră (*Ciconia nigra*), fâsa de câmp (*Anthus campestris*), vulturul codalb (*Haliaeetus albicilla*), caprimulguul comun (*Caprimulgus europaeus*)] își pot părăsi habitatele actuale, locurile lor fiind ocupate de alte specii de păsări mai puțin valoroase, tolerante la zgomot. Liniile electrice ale blocurilor de reactoare pot perturba dezvoltarea embrionară a amfibienilor. Lumina artificială de noapte afectează orientarea broaștelor și a tritonilor, a salamandrelor, strategia lor de a găsi hrană, reproducerea și creșterea, precum și dezvoltarea acestora.

Impacturile directe și indirecte menționate mai sus vor afecta întregul teritoriu al Centralei Nucleare de la Paks și Paks II, inclusiv traseul noii linii de transport la distanță de înaltă tensiune, perimetrul de una sau două sute de metri al acestuia, drumurile de transport, secțiunea Dunării aflată în aval de punctul de evacuare al canalelor de apă caldă, precum și fauna care trăiește în acest loc.

Lucrările care urmează să fie efectuate în timpul construcției, după toate probabilitățile nu vor avea niciun impact de mediu transfrontalier asupra faunei. Nici un astfel de impact nu este de așteptat în cazul unei exploatare normale, nici în timpul funcționării Centralei Nucleare de la Paks, al funcționării Paks II, respectiv al funcționării lor comune.

În baza examinărilor efectuate până în prezent se poate presupune că intervențiile care afectează Dunărea vor avea un impact asupra faunei valoroase a macronevertebratelor acvatice. Se recomandă categoric să se ia în considerare aceste aspecte, precum și efectuarea examinărilor detaliate necesare ale faunei încă înainte de demararea lucrărilor de construcție. Propuneri concrete privind protecția mediului pot fi făcute în funcție de rezultatele acestor examinări detaliate.



Figura 92: Cochilii și scoici de melci pe malul Dunării, la Paks

În general putem afirma că în cursul efectuării lucrărilor care afectează albia Dunării este necesar pe cât posibil ca activitățile care influențează configurația malurilor, perturbază mediul natural să fie limitate la cea mai mică suprafață. În ceea ce privește peștii, în cursul construcției Paks II nu este nevoie de vreo măsură specială de mediu pentru că marea majoritate a peștilor - poate migra din fața intervenției de dragare etc., care afectează marginea malului.

În vederea conservării speciilor de ortoptere valoroase este necesară menținerea condițiilor favorabile, precum și îmbunătățirea acestor condiții pentru populațiile peticelor de habitat din zona de construcție și din vecinătatea acesteia. Acest lucru înseamnă în primul rând îmbunătățirea stării habitatelor stepelor pe nisipuri, situate în anturajul Centralei Nucleare de la Paks, împiedicarea diminuării, eventual creșterea teritoriilor acestora, suprimarea răspândirii cerii albinei și a acaciei.

Efectele negative cauzate păsărilor prin construcția liniilor electrice ale blocurilor de reactoare pot fi atenuate prin izolarea corespunzătoare a stâlpilor și a conductelor pentru că prin aceasta se reduce numărul păsărilor care se electrocutează. Restaurarea vegetației inițiale pe nisipuri sub liniile de transport la distanță și a faunei aferente constituie o sarcină reală de reconstrucție a habitatelor, ceea ce necesită o **gestionare** complexă a **conservării naturii**. Ar fi recomandabil ca zona să fie semănată cu semințe colectate în împrejurimi, contribuind și prin acest fel la reabilitarea peisajului. Aceste intervenții vor accelera și reinstalarea speciilor de insecte protejate și valoroase. Numărul și întinderea zonelor de reproducere și hrănire potrivite pentru păsări pot fi majorate prin recultivare.

Câți mai mulți indivizi de amfibieni, reptile și lilioci trebuie să fie capturați în mod profesional de pe teritoriul construcției și să fie strămutați în habitatele neperturbate din apropiere. Ținând cont că toate speciile de amfibieni și reptile sunt protejate, trebuie să se acorde atenție ca lucrările de terasament să nu fie efectuate în timpul perioadei de hibernare de iarnă, ci din primăvară până în toamnă, când indivizii care se mișcă deja activ s-ar putea eventual refugia din zonă. Lucrările ar trebui să fie demarate pe cât posibil din interiorul zonei afectate spre margine pentru a evita formarea unor bălți, iar zgomotul ar trebui micșorat, în primul rând în perioada de reproducere de primăvară a amfibienilor și păsărilor. Perioada de construcție favorabilă din punctul de vedere al păsărilor este în parte contrară cu cea a amfibienilor și reptilelor. Pentru păsări, timpul

favorabil de lucru este perioada cuprinsă între toamnă și primăvară, iar pentru amfibieni și reptile, munca efectuată din primăvară până în toamnă. Această problemă nu poate fi rezolvată pe baza unor aspecte profesionale, ecologice sau de evaluare a riscurilor. Aceasta se încadrează deja în domeniul gestionării riscurilor.



Figura 93: Bogata faună de păsări din împrejurimile centralei

Impactul negativ al deșeurilor care prezintă pericole speciale pentru păsări (consumul, impacturi mecanice) poate fi redus prin depozitarea corespunzătoare a acestora.

Din punctul de vedere al tuturor speciilor de animale este important ca în cursul construcției să păstrăm o zonă verde cât mai mare posibilă. Trebuie evitată pe cât posibil fragmentarea, secționarea habitatelor. Va trebui facilitat ca în limita posibilităților, habitatele să păstreze legăturile între ele (coridor ecologic). Separarea unei părți de zonă în partea dinspre Dunăre, lângă digul de protecție, pe care se păstrează condițiile solului original, poate îmbunătăți șansele de supraviețuire a speciilor de plante și animale, ceea ce constituie un criteriu important în special din punctul de vedere al speciilor protejate.

Monitorizarea biologică continuă a zonei este de o importanță primordială. Examinările efectuate până în prezent reprezintă o înregistrare a stării de bază de referință (base-line) corespunzătoare și corectă. Cu ajutorul monitorizării, eventualele probleme ivite mai târziu pot fi percepute și corectate în timp.

#### 18.4.2 IMPACTUL ȘI ZONA DE IMPACT AL EXPLOATĂRII

Dintre factorii de impact ai funcționării obișnuite, impacturile introducerii apei de răcire încălzită sunt de o importanță primordială pentru nevertebratele acvatice macroscopice din regiunea riverană a Dunării. Experiența de mai multe decenii a funcționării Centralei Nucleare de la Paks dovedește că au fost îndeplinite condițiile pentru ca valorile limită ale temperaturii apei să poată fi menținute chiar și în cazul în care perioadele cu temperaturile cele mai ridicate și cu nivelurile cele mai scăzute ale apei coincid. Impactul cometei de căldură - afectează întreaga secțiune de râu situată în aval de centrală (producția primară, dezasilarea, balanța de oxigen), dar temperaturile mai ridicate prognozate pe malul drept, în secțiunea de delimitare vor avea cel mai probabil un impact semnificativ asupra nevertebratelor macroscopice ale fâșiei de pe malul drept. În ceea ce privește incertitudinile modelelor de schimbare a temperaturii, temperaturile prognozate ale apei Dunării trebuie să fie luate neapărat ca un avertisment, dar impactul de viitor al acestora asupra nevertebratelor macroscopice din zona malului poate fi evaluat numai în general. Impactul încălzirii termice suplimentare, calculată în raport cu stadiul actual, este greu de prognozat, iar acesta va putea fi separat după toate probabilitățile cu dificultate de procesele cauzate de schimbarea temperaturii apei, intervenită ca urmare a schimbărilor climatice. În timp ce primul va schimba structura și organizarea comunității biosferei Dunării doar la nivel local, pe secțiunea în aval de punctele de aflux, la o distanță de aproximativ 1000 de m, într-o fâșie care se extinde până la linia mediană a Dunării, acesta din urmă le va putea schimba fundamental, dar într-un mod încă necunoscut. În ceea ce privește libelulele, se poate aștepta ca larvele acestora să apară într-o secțiune mai îndepărtată de la punctul de aflux al apei calde.





Figura 94: Libelula Gomphus flavipes

În timpul funcționării Paks II, în privința peștilor va trebui să luăm în considerare în special impactul al doi factori. Unul dintre aceștia este creșterea debitului apei introduse, în urma căreia se schimbă condițiile hidrologice și morfologice ale albiei din zonă și prin aceasta și utilizarea habitatelor de către pești. Celălalt este creșterea temperaturii apei, ceea ce ar putea afecta dinamica populației și procesele metabolice ale peștilor. Aceste modificări hidrologice și de morfologia albiei estimate nu pot fi considerate ca dăunătoare pentru pești. Prezența unui nou punct de aflus creează condiții variate de habitat, care, similar punctului de aflus care funcționează în prezent, poate avea ca efect chiar creșterea cantității locale a efectivului de pește. Funcționarea Paks II poate influența la nivel local distribuția în spațiu a peștilor, dar probabil nu va avea un impact semnificativ asupra dinamicii populațiilor din Dunăre.

Finalizarea lucrărilor de construcție a Paks II va fi urmată de amenajarea teritoriului. Aceasta înseamnă că acolo se vor crea din nou habitate de stepă, predominant uscate, neperturbate, similare celui de astăzi. Pe aceste arii, fostele comunități de ortoptere și artropode de la suprafața solului vor fi capabile să se reinstalaze din nou de pe petecile rămase ale habitatelor adiacente. În acest fel, în această zonă, în perioada de exploatare se vor putea crea din nou și vor putea supraviețui comunități valoroase.

Nu este de așteptat ca în viitor să se stabilească specii de fluturi protejate. Același lucru este valabil și pentru zonele de stepă deschise, care se vor crea de-a lungul traseului liniilor de transport la distanță, care urmează să fie construite. Pentru toate acestea este însă nevoie de un mediu neperturbat de lungă durată, de mai multe decenii. Pe insulă, nu ne putem aștepta la nici o schimbare majoră în statutul de conservare a faunei de fluturi de acolo. Funcționarea obișnuită nu va afecta habitatele câmpurilor pentru popândăi de la Paks și ale pădurilor de mlaștină de la Dunaszentgyörgy și nici speciile de fluturi care trăiesc în aceste locuri.

Nu este de așteptat ca funcționarea Paks II să provoace efecte dăunătoare directe asupra amfibienilor și reptilelor. Este de așteptat ca anumite specii să se reinstaleze. Acesta este un factor important, având în vedere că toate speciile de amfibieni și reptile sunt protejate.



Figura 95: Gușterul (*Lacerta viridis*) tolerează bine perturbarea antropogenă

În ceea ce privește păsările, se poate aștepta să se creeze stări similare celei prezente. Datorită lipsei relative de perturbare a zonei, un număr mare de specii de păsări protejate și extrem de protejate și-au găsit habitatele aici (mai ales ca zonă de hrănire). Creșterea numărului liniilor de transport la distanță și al stălpilor de susținere a acestora poate fi

considerată ca o sursă continuă de pericol în timpul funcționării, cu toate acestea, stâlpii vor avea și un efect pozitiv pentru păsările de pradă pentru că stâlpii reprezintă în același timp și locuri prielnice pentru a se așeza pe acestea.

Ca urmare a construcției Paks II, în afară de încălzirea termică crescută a Dunării, trebuie să fie luate în considerare și schimbările de temperatură cauzate de încălzirea globală, impactul lor cumulativ va trebuie să fie modelat și monitorizat în viitor. Rezultatele cercetărilor efectuate până în prezent sugerează că schimbările globale ar putea reduce adaptabilitatea structurilor comunitare acvatice actuale. Trebuie să se țină cont că avem doar cunoștințe sporadice cu privire la impactul schimbărilor de temperatură asupra speciilor de macronevertebrate. Pe baza cunoștințelor pe care le avem până în prezent, putem afirma în general că creșterea temperaturii apei va avea cel mai mare impact asupra speciilor care preferă locuri de staționare (sesile) pe toată durata vieții lor sau în anumite faze de dezvoltare, cu preferință pentru apa mai rece și care au o capacitate de toleranță scăzută. Un impact similar semnificativ poate fi de așteptat în cazul speciilor care se deplasează încet, mai puțin mobile (de exemplu moluștele). Speciile cel mai puțin afectate vor fi cele mobile, cele mai tolerante. Ca urmare a impactului cumulativ prognozat al schimbărilor climatice și al introducerii apei calde, apariția speciilor invazive care au apărut deja, care preferă apele calde și se răspândesc în amonte pe Dunăre din direcția sudică, va crește, probabil atât în ceea ce privește numărul lor de indivizi, cât și a numărului speciilor. În totalitate, producția întregului sistem poate crește (bacterii, alge, etc.) și prin intermediul rețelei de nutrimente și mișcarea de materiale, aceasta va influența funcționarea întregului sistem.

Impactul depunerii substanțelor poluante a aerului, emise în timpul funcționării obișnuite a centralei și al nivelului crescut în mică măsură al zgomotului nu va fi detectabil în privința faunei de fluturi. În zonele neafectate direct de investiție, prezența și perturbarea umană, precum și creșterea traficului facilitează apariția și răspândirea speciilor de animale de la suprafața solului, aflate sub impact antropogen. Substanțele poluante emise în atmosferă se pot acumula în anumite specii de la suprafața solului, mai puțin mobile și care trăiesc de-a lungul drumurilor principale de transport. În timpul funcționării Paks II, va crește traficul de persoane și de marfă, în acest fel și poluarea fonică, poluarea cu particule de praf și cea a aerului, care însoțesc acesta. Majoritatea speciilor de amfibieni și reptile evită habitatele de acest gen. Traseul noilor linii electrice ale blocurilor de reactoare care părăsesc teritoriul Paks II pot favoriza cu timpul instalarea unor specii de șopârle.

Impactul funcționării Paks II asupra nevertebratelor acvatice macroscopice (inclusiv libelulele studiate separat) este de așteptat într-o mică măsură la punctul de aflus al canalului de apă rece și la punctul de evacuare al canalului de apă caldă, precum și pe secțiunea Dunării situată în aval de acestea. Introducerea apei de răcire încălzită poate influența probabil doar la nivel local structura populației de pește (de-a lungul unei secțiuni de aproximativ 1 km).

Din punctul de vedere al ortopterelor, fluturilor, artropodelor de la suprafața solului, precum și al păsărilor, zona de impact direct al funcționării obișnuite va acoperi întreaga suprafață a centralei (inclusiv terenul pentru organizarea de șantier) și zona de siguranță a liniilor de transport la distanță. Pentru amfibieni și reptile, zona de funcționare a Paks II va constitui mediul lor primordial.

În ceea ce privește fauna, nu se **așteaptă** la niciun impact transfrontalier.

#### 18.4.2.1 Impactul și zona de impact al deficiențelor tehnologice și al accidentelor

Defecțiunile tehnologice pot fi multiple, prin urmare și impactul acestora asupra faunei este variat. Este imposibil să facem o trecere în revistă cuprinzătoare a acestora, menționăm doar cazurile cele mai probabile. În cazul în care din cauza unei defecțiuni tehnologice, temperatura va crește în ecosistemele acvatice, numărul indivizilor populațiilor staționare va diminua, iar populațiile mobile vor migra. Aceasta poate duce la reducerea numărului de efective sau la dispariția completă a populațiilor unor specii protejate, cum ar fi **coica** mică de râu (*Unio Crassus*), libelula *Gomphus flavipes*, insecta *Ephoron virgo*. Având în vedere că cea mai mare parte a mediului se caracterizează prin prezența habitatelor uscate, acestea sunt foarte expuse riscului de incendii extinse. În cazul producerii unui incendiu în zona centralei, populațiile animale terestre care trăiesc în aceste locuri pot fi rănite, comunitățile lor care trăiesc în perimetrul centralei pot eventual dispărea. Acest lucru este valabil în special pentru plantațiile de pini situate de-a lungul traseului liniilor de transport la distanță. În cazul liniilor de transport la distanță, descărcările electrice pot de asemenea prezenta un pericol de incendiu. Majoritatea compușilor gazoși emanați în urma incendiilor sunt toxici (de exemplu, materialul izolațiilor), dar și resturile sedimentate (substanțele din cenușă) pot fi de asemenea toxice. Produsele petroliere vărsate pe suprafața solului vor cauza sufocarea animalelor care trăiesc în sol. Apa reziduală care conține substanțe chimice periculoase, în funcție de compoziție, poate provoca pieire sau viabilitate redusă. Toate aceste efecte vor depinde de concentrațiile actuale de moment.

### 18.4.3 IMPACTUL ȘI ZONA SE IMPACT AL ABANDONĂRII

În legătură cu abandonarea Paks II, putem face doar estimări ecologice foarte vagi. Informațiile disponibile în acest moment sunt destul de sărace. Impactul abandonării va depinde în mare măsură de tehnologia de abandonare.

Impactul cel mai mare va avea demolarea totală a centralei și a obiectivelor aferente acesteia (liniile de transport la distanță, etc.). În acest caz, atât în amplasare, cât și în natură, se poate conta pe impacte similare celor din timpul construcției centralei. În cazul în care tehnologia de abandonare necesită utilizarea unor terenuri mai mari pentru organizarea de șantier, ca efect al lucrărilor care urmează să fie executate acolo, habitate vor fi probabil afectate. Aceste prejudicii, similar daunelor cauzate de lucrările de construcție, pot fi reparate prin lucrări ulterioare de reabilitare, cu condiția ca habitatele să fie restabilite în starea lor inițială sau similară acesteia. În momentul de față însă, condițiile tehnologice ale acesteia nu sunt însă cunoscute, în acest fel, despre aceasta, estimări de fond nu se pot face.

## 19 DEȘEURI NERADIOACTIVE

### 19.1 TIPURI ȘI CANTITĂȚI DE DEȘEURI

Pe parcursul înființării, funcționării și scoaterii din folosință a lui Paks II. se produc următoarele tipuri de deșeuri, bineînțeles în raporturi diferite pe fiecare fază:

- deșeuri de construcție-demolare (inerte)
- deșeuri industriale nepericuloase
- deșeuri periculoase
- deșeuri comunale

#### Înființarea lui Paks II.

În urma proceselor tehnologice ale înființării (construirea blocurilor centralei nucleare, înființarea sistemului apei de răcire condensator, înființarea rețelei de transport a energiei electrice din interiorul centralei nucleare) se produc mai cu seamă deșeuri de construcție-demolare (inerte), ceea ce se concentrează pe perioade de câte 5 ani în cazul înființării fiecărui bloc.

În cantitatea cea mai mare se produce pământul exploatat în urma excavației gropii de fundație, iar în cantitate mai mică se produc deșeuri de construcții și de materiale auxiliare.

Procesele tehnologice ale înființării lui Paks II.	Cantitate	
	[m <sup>3</sup> ]	[t]
Construirea blocurilor centralei nucleare	820 000	1 476 000
Înființarea sistemului apei de răcire condensator	570 000	1 026 000
Rețea de transport a energiei electrice		
Înființare în interiorul centralei nucleare	150	270
Înființare în afara centralei nucleare	650	1170
<b>total:</b>	<b>1 390 800*</b>	<b>2 503 440*</b>

Notă:

\* Cantitățile care urmează să fie exploatate conțin și cantitățile care vor fi încărcate înapoi pe parcursul construcțiilor.

Tabelul 55: Cantitatea estimată a pământului exploatat de pe suprafața de construcție pe parcursul înființării lui Paks II.

#### Funcționarea lui Paks II.

Pe parcursul funcționării centralei nucleare se produc deșeuri neradioactive într-o cantitate mai mică decât în perioada de construcție. Cantitățile de deșeuri de funcționare produse sunt cuprinse în tabelul de mai jos. În afară de acestea se produc deșeuri cu caracter ocazional în urma operațiilor de construcții, de întreținere și de reconstrucții, activități care nu pot fi planificate de dinainte, motiv pentru care nici aceste cantități nu au fost estimate.

Deșeurile funcționale ale Paks II.	Cantitate [t/an]
deșeuri nepericuloase	800
deșeuri periculoase	100

Tabelul 56: Cantitățile deșeurilor de funcționare estimate ale Paks II.

### Funcționarea comună Paks II. și Centrala Nucleară Paks

Pe parcursul funcționării comune a celor două centrale nucleare cantitățile de deșeuri care se produc în cele două centrale se însumează pe perioada funcționării comune. Intensitatea cantităților însumate variază de la an la an, pe de o parte din cauza fluctuației producerii deșeurilor, iar pe de altă parte datorită intrării în funcțiune ale blocurilor lui Paks II. în momente diferite și a opririi blocurilor Centralei Nucleare Paks în momente diferite, respectiv din cauza lungimilor diferite ale perioadelor de funcționare. În privința producerii deșeurilor perioada cea mai intensivă va fi între anii 2030-2032, când vor funcționa toate blocurile ambelor centrale nucleare, cantitățile estimate sunt cuprinse în tabelul numărul Tabelul 57.

	Deșeuri nepericuloase [t/an]	Deșeuri periculoase [t/an]
Centrala Nucleară Paks	1434	276
Paks II.	800	100
Total:	~2240	~380

Tabelul 57: Cantitățile de deșeuri estimate produse pe parcursul funcționării comune Paks II. și Centrala Nucleară Paks

### Scoaterea din folosință a lui Paks II.

În perioada scoaterii din folosință a centralei nucleare se vor produce în general deșeuri de demolare; putem presupune că în cantități mari. La demolarea construcțiilor se vor produce cca. 400 000–500 000 tone deșeuri de beton inactive.

## 19.2 COLECTAREA, DEPOZITAREA, VALORIFICAREA, NEUTRALIZAREA DEȘEURILOR

Colectarea deșeurilor în cadrul centralei Paks II. trebuie realizată într-un mod care exclude contaminarea mediului, în fiecare fază, pe toată durata de existență. Colectarea selectivă a deșeurilor în proporție cât mai mare pe tipuri diferite trebuie să reprezinte tendința primordială a acestei activități. La locurile de muncă trebuie asigurate recipiente de colectare în cantități și de calitate corespunzătoare. În baza dispozițiilor reglementărilor aferente trebuie desemnate puncte de colectare la locurile de muncă, precum și depozite uzinale pentru deșeurile industriale și periculoase. Se va avea în vedere revalorificarea deșeurilor în proporție cât mai mare, cu scopul ca o cantitate cât mai redusă să fie neutralizată prin amplasare în depozitele de deșeuri.

O parte a pământului exploatat de pe suprafața de înființare va fi umplută înapoi ulterior, în timpul construcției.

Soluțiile posibile ale amplasării pământului care rămâne sunt următoarele:

- terasamente în interiorul centralei,
- utilizare în vederea executării lucrărilor de terasamente exterioare centralei,
- transport la depozite de deșeuri, unde poate fi folosită în cadrul lucrărilor de terasamente, de acoperire

În cazul în care pământul exploatat nu poate fi transportat imediat - în vederea utilizării ulterioare -, vor fi desemnate suprafețe de depozitare provizorie.

Deșeurile vor fi transportate - în vederea valorificării sau neutralizării lor - dirijându-le la următoarele tipuri de obiecte industriale:

- deșeuri comunale, industriale și de construcții colectate selectiv - organizații pentru valorificarea deșeurilor, uzine de prelucrare,
- deșeuri comunale mixte-menajere - depozitele de deșeuri comunale ale orașului Paks,
- deșeuri de construcție-demontare - depozite de deșeuri inerte, eventual comunale, la locuri interne sau externe centralei, uzine de prelucrarea deșeurilor de construcții,
- deșeuri periculoase în vederea utilizării termice - incinerare de deșeuri periculoase,
- neutralizarea prin depozitare a deșeurilor periculoase - depozite de deșeuri periculoase.

Comenzile privind transportul, valorificarea sau neutralizarea diferitelor tipuri de deșeuri vor fi emise în toate cazurile în favoarea organizațiilor care posedă autorizațiile corespunzătoare necesare conform dispozițiilor legale în vigoare.

### **19.3 IMPACTURI ȘI ZONE DE ACȚIUNE**

#### **19.3.1 IMPACTURI DIRECTE**

Privind toate fazele perioadei de existență ale lui Paks II. se poate afirma că impacturile directe se produc la locurile care sunt afectate de colectarea sau depozitarea deșeurilor centralei nucleare, respectiv pot apărea cu ocazia împrăștierii, scurgerii acestor deșeuri - pe parcursul manipulării lor pe teritoriul centralei. Factorul de impact poate determina schimbări în starea agentului geologic, dar nu are influență asupra apelor de suprafață sau celor freatice.

**Din punctul de vedere al producerii deșeurilor neradioactive, impacturile directe ale funcționării lui Paks II., respectiv ale funcționării comune Paks II. și Centrala Nucleară Paks vor fi moderate.**

**Impacturile înființării lui Paks II. sunt mai intensive datorită cantității mari a deșeurilor de construcție - în primul rând a pământului exploatat de pe suprafața de construcție - , precum și datorită faptului că acest impact asupra mediului se concentrează pe o perioadă de înființare de câte 5 ani, dar impactul său direct și în acest caz rămâne suportabil în privința producerii deșeurilor neradioactive.**

#### **19.3.2 IMPACTURI INDIRECTE**

În toate fazele perioadei de existență ale lui Paks II. poate fi considerat ca impact indirect transportul deșeurilor de la firmă în vederea valorificării, respectiv neutralizării lor, ceea ce se va prezenta ca factor de influență de-a lungul traseelor de transport (porțiunea de drum dintre intrarea nordică a centralei și depozitul de deșeuri comunale al orașului Paks, precum și porțiunile afectate ale drumului național numărul 6 și autostrada M6). Transportul deșeurilor poate determina schimbări în starea agentului geologic din cauza efectelor nocive ale eventualelor împrăștieri, respectiv - apar impacturi care influențează calitatea aerului în preajma traseelor în cauză, iar această activitate constituie una din componentele sarcinii fonice crescând cauzate de totalitatea activității de transport a centralei nucleare pe drumurile publice.

**Zona de acțiune indirectă a producerii deșeurilor neradioactive în toate fazele de existență ale lui Paks II. rămâne în interiorul fâșiei de cel mult 50-100 m în preajma traseelor de transport rutier ale deșeurilor.**

#### **19.3.3 IMPACTURI ASUPRA MEDIULUI CARE SE ÎNTIND PESTE GRANIȚELE ȚĂRII**

**Pe toată perioada de existență a lui Paks II. impacturile cauzate de deșeurile neradioactive produse vor rămâne locale, nu pot fi așteptate impacturi care se întind peste granițele țării.**

## **20 MANAGEMENTUL ȘI DEPOZITAREA DEȘEURILOR RADIOACTIVE ȘI A CASETELOR UZATE**

Colectarea, managementul, depozitarea, transportul deșeurilor radioactive, respectiv managementul casetelor de combustibil uzate, depozitarea lor temporară și, ulterior, definitivă, toate acestea, fără excepție conțin soluții tehnologice în cadrul cărora un aspect primordial reprezintă protecția împotriva eventualelor radiații radioactive a mediului înconjurător și a persoanelor din incinta și din afara centralei, respectiv păstrarea impacturilor ivite la nivelul cel mai scăzut posibil.

În baza reglementărilor juridice în vigoare, casetele de combustibil uzate se detașează de deșeurile radioactive, deoarece conțin materiale de fisiune care pot fi refolosite, respectiv reutilizabile pentru fabricarea din nou a combustibilului nuclear. În baza celor de mai sus, managementul casetelor de combustibil uzate diferă de metodele de management ale deșeurilor radioactive - convenționale.

### **20.1 DEFINIREA DEȘEURILOR RADIOACTIVE**

Definirea deșeurilor radioactive se bazează pe cele cuprinse în articolul 2. punctul 15. din Legea Nucleară: „deșeu radioactiv: material radioactiv care nu se mai întrebunțează în continuare, și care în baza caracteristicilor de protecție împotriva radiațiilor nu poate fi tratat ca deșeu obișnuit“.

Clasificarea sau gruparea lor poate fi efectuată din mai multe puncte de vedere, ceea ce determină modul lor de colectare și management. O astfel de posibilitate a grupării este după locul producerii lor, starea de agregare sau valoarea de concentrația activității.

Conform locului producerii lor, pot fi distinse deșeuri care se produc cu ocazia operațiilor de întreținere aparținătoare regimului de funcționare normală, în primul rând în timpul lucrărilor de curățare, decontaminare aparținătoare circuitului primar, cu ocazia schimbării pieselor, echipamentelor devenite radioactive, respectiv scurgerile planificate sau neplanificate ale mediului de răcire din cadrul circuitului primar.

Conform stării de agregare putem vorbi de deșeuri radioactive solide și lichide. Din cauza posibilității delimitării lor precise, colectarea deșeurilor radioactive solide este mult mai simplă, decât a celor lichide. În general colectarea deșeurilor radioactive lichide necesită soluții tehnologice speciale chiar la locul producerii lor.

Deoarece de pe teritoriul centralei pot fi transportate doar deșeuri solide, solidificarea deșeurilor lichide necesită efectuarea unor procese tehnologice ulterioare.

În cazul deșeurilor radioactive separarea după concentrația activității înseamnă că colectarea, managementul, depozitarea și transportul acestora poate fi efectuată în condițiile existenței măsurilor de protecție biologică și fizică corespunzătoare nivelului concentrației activității care caracterizează deșeurile și/sau pachetul de deșeuri în cauză. Încadrarea în categorii se realizează pe baza așa-numitului indice de deșeu care se calculează ca suma rapoartelor dintre concentrațiile activităților izotopilor radioactivi conținuți (CA<sub>i</sub>) și a concentrațiilor activităților de dispensare (CAD<sub>i</sub>). Depozitarea **deșeurilor cu activitate redusă nu necesită protecție de ecranare** împotriva radiațiilor, este suficientă separarea acestora pe o suprafață de depozitare desemnată, cu acces limitat. Proiectarea mijloacelor de depozitare ale **deșeurilor cu activitate medie** se realizează în baza considerentelor de protecție împotriva radiațiilor, dar - spre deosebire de deșeurile cu activitate ridicată - **nu trebuie luată în considerare căldura care se degajează în interiorul deșeurii**. Deșeurile cu activitate redusă și medie merită să fie deosebite și în funcție de timpul de înjumătățire al izotopilor conținute de ele: în cazul **deșeurilor cu durată de viață scurtă timpul de înjumătățire a izotopilor determinante nu depășește 30 de ani**.

## 20.2 CARACTERISTICILE CASETELOR DE COMBUSTIBIL UZATE

Conform celor cuprinse în articolul 2. punctul 14. din Legea Nucleară: „combustibil uzat: combustibil iradiat în reactorul nuclear și îndepărtat definitiv, care nu este considerat deșeu datorită posibilității lui de reprocesare în afara reactorului nuclear, sau dacă este considerat deșeu radioactiv, trebuie să se îngrijească de amplasarea lui definitivă“.

Starea combustibilului folosit în centralele nucleare se caracterizează în general prin gradul uzurii, care indică energia extrasă din cantitate unitară de combustibil cu conținut de uraniu (sau uraniu și plutoniu) în timpul existenței acestuia în reactor.

Volumul combustibilului, activitatea lui, căldura degajată în urma dezintegrării, respectiv radiotoxicitatea, ce caracterizează efectele dăunătoare –biologice, sunt la fel de importante din punctul de vedere al amplasării definitive, respectiv reutilizării casetelor de combustibil uzate.

După scoaterea casetelor de combustibil din zona de iradiere poate fi măsurată în continuare - activitate - importantă și degajare de căldură datorită reacției nucleare în lanț care se petrece în cadrul acestora. **Degajarea de căldură** se reduce proporțional cu scăderea activității din cadrul casetelor de combustibil. După depozitare timp de 10 ani - în bazine de stocare - căldura degajată în cadrul casetelor de combustibil este doar a zece mia parte a capacității pe care caseta a produs în reactor în cadrul funcționării normale, și este a cinci sută parte a căldurii reziduale, pe care caseta a posedat imediat după scoaterea sa din reactor.

**Radiotoxicitatea** combustibilului uzat indică ce impacturi potențial dăunătoare sănătății ar avea izotopii radioactivi aflați în combustibil, dacă aceștia ar ajunge în interiorul organismului uman. La început radiotoxicitatea combustibilului uzat depășește de zece mii de ori radiotoxicitatea uraniului natural utilizat la fabricarea lui. Combustibilul uzat atinge valoarea caracteristică a uraniului natural după mai mult de o sută de mii de ani.



Puterea blocurilor centralelor nucleare și tipul combustibilului utilizat determină în mod esențial cantitatea combustibilului uzat produs în urma funcționării reactorului. În general cu cât este mai mare puterea unui bloc din cadrul centralei nucleare, cu atât se produce cantitate mai mare de combustibil uzat.

În urma prelucrării combustibilului uzat și a fabricării combustibilului, ca produse auxiliare se produc în general deșeuri radioactive cu activitate mare, care nu mai pot fi reutilizate în continuare.

Dacă luăm în calcul combustibil  $UO_2$  și timp de funcționare de 60 de ani, conform datelor furnizorului se produc circa 3135 bucăți de casete uzate, din care combustibilul uzat este aproximativ 1674t, pe fiecare bloc în parte (Tabelul 58).

Reactor	Putere termică (MW)	Ardere casete (MWd/kgU)	Coefficient de utilizare (%)	Volumul combustibilului uzat (t)
VVER-1200	3 200	47,5	90	1 674

Tabelul 58: Cantitatea combustibilului uzat produs în timpul total de funcționare, pe fiecare bloc în parte

Depozitarea temporară de dinaintea prelucrării ulterioare a combustibilului uzat îndepărtat din bazinele de stocare va avea loc doar cu mai mulți ani în urma punerii în funcțiune a noilor blocuri. Se va avea grijă de îndepărtarea căldurii reziduale chiar și după depozitarea efectuată în bazinele de stocare, dar acest lucru poate fi realizat de exemplu prin răcire cu aer, cu ajutorul curentului natural.

## 20.3 DISPOZIȚII GENERALE REFERITOARE LA DEȘEURILE RADIOACTIVE

Deșeurile radioactive sunt produsele secundare inevitabile ale producției energiei electrice pe bază de fisiune nucleară, prin urmare trebuie soluționată tratarea, depozitarea temporară și definitivă a acestor deșeuri. Sunt considerate deșeuri radioactive toate materialele care se produc în urma unor activități nucleare planificate, și nu există necesitatea sau posibilitatea reprocesării ulterioare, totodată concentrația izotopilor radioactivi conținute depășește limitele de emanație în securitate în mediul înconjurător -, sau limitele premise pentru deponare.

Colectarea, evidența, managementul, calificarea, ambalarea, transportul, precum și depozitarea temporară și definitivă a deșeurilor radioactive poate fi realizată în baza prevederilor atotcuprinzătoare, detaliate - în Decretul Guvernului numărul 118/2011. (VII. 11.) referitor la exigențele securității nucleare față de obiectivele nucleare și obligațiile autorităților legate de acestea, precum și ale dispozițiilor altor acte normative maghiare în vigoare și ale recomandărilor internaționale.

Din punctul de vedere al producătorului deșeurii, având în vedere ciclul de viață al deșeurii- radioactiv-, strategia managementului deșeurilor se bazează pe posibilitățile proiectării (cantitative, calitative), producerii (și colectării selective), tratării, condiționării, amplasării interne, transportării și depozitării. Una dintre momentele cele mai importante dintre fazele de producere și tratare/condiționare ale deșeurilor constituie identificarea lor cât mai precisă, calificarea pachetelor de deșeuri, etichetarea lor în vederea asigurării posibilității de urmărire. Tehnologiile de prelucrare și de condiționare aplicabile sunt influențate de exigențele de preluare ale depozitelor de deșeuri, respectiv posibilitățile de amplasare.

### 20.3.1 DEȘEURILOR RADIOACTIVE SOLIDE CU ACTIVITATE REDUSĂ ȘI MEDIE

Deșeurile solide care se produc în zona controlată a centralei nucleare sunt **colectate în mod selectiv** chiar la locul lor de producere. **Seleționarea** deșeurilor se realizează în baza parametrilor lor radiologice, ținând cont și de metodele lor de tratare ulterioară.

În urma clasificării radioactive, deșeurile considerate potențial inactive vor fi **eliberate**, și tratarea lor ulterioară se efectuează în mod identic cu cel al deșeurilor -convenționale.

Partea deșeurilor cu activitate redusă, a căror conținut de izotopi - în baza **clasificării radiologice** - poate atinge limitele eliberării într-un timp relativ scurt, va fi **depozitată temporar izolat**, ceea ce are ca scop eliberarea ulterioară, în urma dezintegrării radioizotopilor.

Deșeurile comprimabile vor fi **compactate**, reducând astfel volumul deșeurilor care urmează să fie amplasate definitiv. După **depozitarea lor temporară**, în caz de nevoie, deșeurile compactate vor fi **recondiționate** în vederea formării pachetelor de deșeuri care -pot fi amplasate în Depozitul Național de Deșeuri Radioactive (DNDR). Deșeurile condiționate vor fi amplasate definitiv în DNDR.

### 20.3.2 DEȘEURI CU ACTIVITATE RIDICATĂ

Deșeurile solide cu activitate ridicată care se produc pe parcursul activităților de întreținere vor fi **împachetate**. Se efectuează și **reducerea volumului** deșeurilor cu activitate ridicată, în cazul în care caracteristicile deșeurilor permit acest lucru.

**Depozitarea temporară** a pachetelor de deșeuri cu activitate ridicată în depozitele special amenajate în acest scop se efectuează până la demontarea blocurilor, sau până la intrarea în funcțiune a depozitului destinat acestor deșeuri.

-După depozitare - temporală- deșeurile radioactive cu activitate ridicată vor fi **amplasate definitiv** într-un depozit geologic care urmează să fie înființat în Ungaria.

### 20.3.3 DEȘEURILOR RADIOACTIVE LICHIDE

Descărcările cu conținut de acid boric, dezaerările, scurgerile controlate vor fi colectate și tratate și, ulterior, reutilizate, separat. În acest fel **ajungerea acidului boric în levigate va deveni minimă**, reducând și în acest mod volumul deșeurilor radioactive lichide.

În funcție de activitatea soluțiilor de regenerare, de slăbire ale rășinii schimbătoare de ioni provenite din sistemele de curățare ale generatoarelor de aburi, apelor reziduale ale spălătoriei speciale și ale dușurilor vestiarelor circuitului primar, acestea vor **părăsi** zona controlată fără epurare, sau în urma epurării lor cu ajutorul absorbantilor selectivi.

În urma **reducerii volumului** levigatelor radioactive se efectuează operațiile de **condiționare** (solidificare) astfel încât produsul final să satisfacă criteriile referitoare la amplasarea definitivă.

Materialele condensate care se produc în urma procesului de reducerea volumului levigatelor radioactive vor fi utilizate din nou, sau vor fi eliberate în mediu ca și ape în surplus.

Deșeurile condiționate vor fi **amplasate definitiv** în cadrul DNDR.

## 20.4 DISPOZIȚII GENERALE REFERITOARE LA CASETELE DE COMBUSTIBIL

Acest capitol conține supravegherea completă a casetelor de combustibil noi, respectiv celor uzate scoase din reactor, precum și operațiile de gestionare necesare în vederea realizării acestora.

Exceptând protecția fizică, combustibilul nou nu necesită tratare (împotriva radiațiilor) specială, nu are consecințe radiobiologice.

Tratarea casetelor de combustibil uzate este o sarcină mult mai complexă, dispozițiile legislative aferente și recomandările internaționale necesită existența și coordonarea foarte strictă a sarcinilor tehnologice și de protecție împotriva radiațiilor.

În urma îndepărtării casetelor de combustibil uzate din reactor, acestea ajung în **bazinele de stocare**, unde este asigurată **îndepărtarea temperaturii remanente**, până când aceasta scade la o valoare care permite amplasarea elementelor de combustibil în depozite temporare uscate.

În urma depozitării în bazine de stocare, casetele de combustibil vor fi amplasate în depozite temporare. Actual -- două posibilități stau la dispoziție:

- casetele de combustibil uzate sunt transportate pe teritoriul Federației Ruse în vederea amplasării tehnologice temporare sau a amplasării tehnologice și reprocesării. Casetele de combustibil uzate, sau în cazul reprocesării deșeurilor nucleari se depozitează pe teritoriul Federației Ruse pe toată durata prevăzută de articolul 7. alineatul 1. al acordului (contractului) referitor la asigurarea combustibilului nuclear (20 de ani), după care sunt transportate înapoi în Ungaria,
- -depozitarea temporară a casetelor de combustibil uzate pe teritoriul țării.

În cadrul prezentului studiu de evaluare a impactului asupra mediului luăm în considerare **amplasarea temporară în țară**, care este posibilă timp de mai multe decenii, la locul de producere a blocurilor, sau în apropiere sa imediată. Depozitarea temporară durează până când nu este asigurată depozitarea lor definitivă.

- -Considerăm că -după depozitare- temporară-, **depozitarea- definitivă** a casetelor de combustibil uzate **se va realiza în țară**.

## 20.5 IMPACTURILE POTENȚIALE ALE ÎNFIINȚĂRII

Pe parcursul înființării centralei nu se așteaptă apariția impacturilor directe cauzate de producerea, colectarea, tratarea, neutralizarea deșeurilor radioactive. Prima încărcătură de combustibil sosește în centrală cu un an înaintea terminării înființării.

Pe parcursul înființării centralei, în privința deșeurilor radioactive **nu se așteaptă impacturi directe asupra mediului**, în consecință nu trebuie luate în considerare nici impacturile indirecte.

Nu se așteaptă emiterea izotopilor radioactivi din deșeuri radioactive, astfel nu sunt relevante nici impacturile directe, nici noțiunea zonei de impact, de asemenea **nu se așteaptă impacturi indirecte** (în lipsa factorului de influență).

Datorită lipsei factorului de influență, **nu este posibilă determinarea zonei de impact a impacturilor asupra mediului care se întind peste granițele țării** datorită activităților de colectarea, tratarea, depozitarea deșeurilor radioactive.

## 20.6 IMPACTURILE POTENȚIALE ALE FUNCȚIONĂRII

### 20.6.1 DEȘEURI RADIOACTIVE

Impacturile funcționării unei centrale nucleare din punctul de vedere al deșeurilor radioactive sunt determinate de cantitatea și calitatea acestora.

Chiar din momentul proiectării tipului de reactor s-a acordat o atenție deosebită faptului ca pe parcursul funcționării centralei să se obțină cantități mai reduse de deșeuri radioactive față de soluțiile tehnologice anterioare. Datorită modului de construcție al sistemelor primare și a tehnologiei mai compacte, cantitatea deșeurilor cu activitate redusă și medie va fi mult mai redusă decât în cazul blocurilor existente în prezent la Paks.

Sistemele Paks II. au fost proiectate în așa fel încât să fie capabil să prelucreze deșeurile radioactive care se produc în timpul funcționării -astfel -ca nivelul emisiilor solide, lichide și gazoase să fie cel mai redus rațional posibil. Experiența cumulată pe parcursul anilor a fost luată în considerare încă din faza de proiectare.

Tratarea, amplasarea temporară a deșeurilor radioactive se realizează în clădirea auxiliară de lângă clădirea izolatoare din jurul reactorului, conform stării de agregare și caracteristicilor concentrația activității. Amplasarea deșeurilor cu activitate redusă și medie colectate selectiv și pretratate va fi posibilă timp de 10 ani în interiorul centralei. Amplasarea deșeurilor cu activitate ridicată în interiorul centralei poate fi soluționată până la sfârșitul perioadei de funcționare, astfel determinarea locului lor de depozitare definitivă și înființarea capacității de depozitare trebuie să se realizeze până la acest termen.

În urma depozitării temporare din cadrul centralei a deșeurilor solide și solidificate cu activitate redusă și medie, acestea vor fi transportate pe cale rutieră în depozitele subterane din cadrul DNDR.

Cantitățile anuale estimate pe fiecare bloc în parte ale deșeurilor cu activitate redusă, medie și ridicată care se vor produce în timpul funcționării reactoarelor Paks II. sunt cuprinse în *Tabelul 59*.

Deșeu	Cantitatea deșeurului [m <sup>3</sup> /an]	Cantitatea deșeurului după tratare (solidificare, fărâmițare, etc.) [m <sup>3</sup> /an]	Numărul unităților care urmează să fie depozitate / tratate
Solid cu activitate redusă	70	28	140 de butoaie
Solid cu activitate medie	11	4	20 de butoaie
Solid cu activitate mare	0,5	-	5 capsule
De dimensiuni mari, netratate (se produc pe parcursul întreținerilor / reparațiilor)	5	-	-
Rest de vaporizare cimentat	25	20	100 de butoaie
Rășină schimbătoare de ioni cimentată	10	8	40 de butoaie
Nisip cimentat	0,6	0,5	3 butoaie

Tabelul 59: Cantitățile estimate anuale ale deșeurilor radioactive solide pe fiecare bloc în parte [40]

La estimarea cantității de deșeuri care urmează să fie depozitată definitiv s-au luat în considerație și impacturile aplicării tehnologiilor de gestionarea și condiționarea deșeurilor care urmează să fie implementate împreună cu blocurile noi.

## 20.6.2 CASETE DE COMBUSTIBIL UZATE

În baza datelor cunoscute ale blocurilor poate fi estimată cantitatea combustibilului uzat produs în timpul complet de funcționare. Calculând cu combustibil  $UO_2$  și timp de funcționare de 60 de ani, în baza datelor cunoscute într-un reactor se produce cantitatea de 1 674 t combustibil uzat, ceea ce înseamnă că la două blocuri cantitatea este de 3 348 t.

În prima fază casetele de combustibil uzate vor fi depozitate în bazinele de stocare aflate în cadrul clădirii izolatoare din jurul reactorului.

În baza documentațiilor accesibile și ale descrierilor tehnologice, există mai multe soluții pentru amplasarea temporară a casetelor de combustibil scoase din bazinele de stocare. Luând în considerare condițiile specifice ale centralei din Paks, precum și avantajele și dezavantajele diferitelor tehnologii, cea mai avantajoasă se prezintă realizarea depozitării temporare în cadrul centralei, la suprafață, uscată, în containere. Realizarea depozitării temporare în cadrul centralei este mai avantajoasă și din punctul de vedere al securității, al acceptării sociale, al sistemului de monitorizare, care va fi înființat în conformitate cu sarcinile de transport / logistice ale noilor blocuri. În baza informațiilor care ne stau la dispoziție, o suprafață de dimensiuni de cca. 75 × 100 m, pavată în mod corespunzător, poate fi prielnică pentru depozitarea temporară, pe –MAI MULTE decenii, a casetelor uzate produse în perioada de funcționare completă a centralei.



Figura 96: Depozitare uscată, în containere, în aranjament vertical [42]



Figura 97: Încărcarea depozitului uscat, în aranjament orizontal [43]



Figura 98: Amplasare caracteristică, în caz de depozitare uscată, în containere [44]

### 20.6.3 IMPACTURILE POTENȚIALE ALE FUNCȚIONĂRII ȘI ZONELE DE IMPACT

#### Deșeuri radioactive

Colectarea și tratarea deșeurilor radioactive cu activitate redusă și medie va fi efectuată în Clădirea auxiliară. Zona de impact a **impacturilor** radiologice **directe** rezultate întâmplător din tehnologia care urmează să fie aplicată, care afectează elementele mediului prin radiații peste limitele admise, **se restrânge la aria centralei**, iar în interiorul acesteia la **suprafețele halelor de depozitare și de tratare**.

Drumul de transport al deșeurilor condiționate până la DNDR are lungimea de 64 km. Din acest drum 49 de km trece pe autostrada M6, astfel pe această porțiune nu trebuie calculat cu expunerea la radiații a persoanelor aflate la marginea drumului, deoarece circulația pietonală este interzisă la marginile autostrăzilor, respectiv în cazul persoanelor care se află la locurile de parcare și în stațiile de alimentare care fac parte din autostradă, distanța acestora de la axa drumului de trafic este așa de mare încât impacturile expunerii la radiații sunt neglijabile. Pe prima porțiune a drumului de transport, cuprinsă între actuala poartă nordică a Centralei Nucleare Paks și autostrada M6, planul de sistematizare al orașului Paks prevede o porțiune de drum de acces, care pornește de la intersecția dintre poarta nordică și drumul național numărul 6, și ține până la ieșirea din autostradă M6 de la Paks-Sud, netrecând prin zone locuite.

Se poate constata faptul că expunerea anuală la radiații a populației, chiar și prin estimare conservativă, este cu ordini de mărime sub valoarea dozei de limit-, respectiv a dozei de constrângere, astfel, **pe parcursul transportului la locul de depozitare definitivă, traseul de transport, respectiv marginea drumului poate fi considerată marginea zonei de impact**, presupunând că aceeași persoană stă totdeauna la marginea drumului în momentul trecerii autovehiculului de transport.

Din cauza confecționării tehnice a ambalajului de transport la locul de depozitare, respectiv durata lui de viață asigură ca conținutul radioactiv al deșeurilor să nu părăsească ambalajul, motiv pentru care **aria impacturilor indirecte va coincide probabil cu limitele ariei locului de depozitare**.

Expunerea la radiații a elementelor mediului înconjurător care se datorează modului de depozitare a deșeurilor radioactive cu activitate ridicată în interiorul centralei se limitează doar la teritoriul acesteia, respectiv zona sa de impact se întinde în interiorul zonei de securitate de 500 m, zonă care deocamdată nu a fost delimitată de organele competente.

Zona de impact a **impacturilor indirecte** ale deșeurilor cu activitate ridicată depinde de **tehnologia de tratare și de depozitare** a acestor deșeuri. În urma producerii deșeurilor este util depozitarea lor în cadrul centralei, până când raportul izotopilor cu timp de înjumătățire mai scurt se reduce, și împreună cu acesta se reduce și degajarea de căldură. După aceasta are loc -transportul și amplasarea în depozitul final. În prezent Formația de Aleurolit din Boda, care este intensiv cercetată, poate servi ca depozit definitiv în interiorul granițelor țării. Eventualele impacturi directe sau indirecte provenite

din construcțiile de acest gen depind în primul rând de funcționarea, conform prevederilor, a barierelor ingineresti realizate. Depozitele geologice adânci rețin cu siguranță izotopii radioactivi chiar și pe perioade de zeci de mii de ani. Tehnologia de depozitare se caracterizează prin următoarele: înzestrarea pachetelor de deșeuri cu protecție tehnologică bine definită, separarea camerelor de depozitare de minereurile naturale prin strat de beton gros hidroizolant, închiderea definitivă a camerelor umplute cu containere, acoperirea lor cu un strat de beton. Din datele sistemului geofizic de monitorizare instalat în camerele de depozitare înainte de încărcarea și închiderea definitivă ale acestora pot fi trase concluzii despre eventualele scurgeri, care ar prezenta impacturi directe asupra mediului înconjurător al depozitului de adâncime, dar probabilitatea apariției acestora este practic neglijabilă.

În cazul respectării întocmai a prescripțiilor severe, a descrierilor de procese referitoare la tratarea deșeurilor radioactive pe parcursul unei funcționări normale, impacturile asupra mediului provenite din tratarea deșeurilor radioactive de diferite categorii nu pot atinge, respectiv nu pot depăși granițele țării. Cele descrise mai sus sunt valabile și asupra casetelor de combustibil uzate.

#### **Casete de combustibil uzate**

După timpul de mai multe decenii al depozitării temporare casetele sunt transportate în obiective industriale de reprocesare, sau la locul depozitării definitive (în containere de depozitare), fără tratare ulterioară, deoarece containerele de depozitare la suprafață asigură o protecție corespunzătoare chiar și pe parcursul transportului.

În cazul containerelor amplasate în depozitele de suprafață expunerea la radiații a mediului nu depășește valoarea dozei de constrângere nici măcar la limita zonei de impact.

În cazul transportului în obiectivele de reprocesare se consideră ca bază de calcul porțiunea desemnată a liniei de cale ferată până la granițele țării. La proiectarea traseului se ia în considerare faptul că în funcție de rețeaua de cale ferată existentă trenul să atingă cele mai puține locuri populate, respectiv circulația lui să se realizeze cu prioritate și asigurare absolută, astfel timpul de transport va fi minim, incluzând și opririle planificate.

**Determinarea zonei de impact indirectă** depinde și de **modul de tratare** care urmează **depozitării temporare**. În cazul în care casetele sunt supuse operațiilor de reprocesare, reutilizare, deci se extrag din ele materialele de fisiune cu scopul utilizării ulterioare în vederea producției energiei electrice, va fi luată în considerare traseu transportului de la depozitul temporar la obiectivul de reprocesare, precum și mediul înconjurător al -obiectivul în care se efectuează reutilizarea. Însă pe parcursul prelucrării o parte a izotopilor radioactivi ale casetelor se transformă în deșeuri cu activitate ridicată, care sunt condiționate în mod corespunzător (în general prin vitrificare) în cadrul obiectivului de reprocesare. Acest deșeu cu activitate ridicată ajunge înapoi în centrala nucleară (în conformitate cu reglementările legale în vigoare), de unde va fi transportat în depozitele geologice adânci pe calea descrisă în capitolul referitor la deșeurile cu activitate ridicată.

### **20.6.4 IMPACTURILE FUNCȚIONĂRII COMUNE ALE CENTRALEI PAKS II. ȘI CENTRALEI NUCLEARE PAKS ȘI ZONELE DE IMPACT**

În cursul funcționării comune reactoarele centralei Paks II. își îndeplinesc primul- lor deceniu de funcționare, deșeurile radioactive și combustibilul nuclear uzat care se produc în această perioadă vor rămâne în incinta centralei, amplasarea și depozitarea lor temporară fiind rezolvată în clădirea auxiliară din circuitul primar de lângă clădirea izolatoare din jurul reactorului și în bazinele de stocare, deci nu este de așteptat transportul deșeurilor radioactive în afara centralei, respectiv manipularea casetelor de combustibil uzate în afara clădirii izolatoare din jurul reactorului. Chiar dacă - vor fi deșeuri radioactive transportate în vederea depozitării permanente, cantitatea acestuia va fi redusă în comparație cu cantitățile transportate din Centrala Nucleară Paks. În privința deșeurilor radioactive și casetelor de combustibil uzate, impacturile care pot apare pe parcursul funcționării comune vor fi prezente aproape în exclusivitate la blocurile Centralei Nucleare Paks, datorită eventualelor impacturi asupra mediului ale deșeurilor care se produc în cazul intervențiilor tehnologice scadente și necesare de la sfârșitul timpului de funcționare a blocurilor.

Punctul comun al funcționării ambelor centrale reprezintă transportul din centrală a deșeurilor radioactive pe drum rutier, și cel al casetelor de combustibil pe cale ferată. Pe parcursul funcționării comune, din blocurile Centralei Nucleare Paks oprite unul după altul, în timpul pregătirii conservării protejate de 20 de ani se poate aștepta la transportul deșeurilor cu activitate redusă și medie la DNDR pe traseele descrise mai sus și cu impacturile radiologice specificate. Casetele de combustibil uzate scoase din blocurile oprite ale Centralei Nucleare Paks vor ajunge în Depozitul Intermediar al Casetelor Uzate (DICU). În momentul de față nu se cunoaște programarea transportului din DICU a casetelor care au fost depozitate



timp de 50 de ani, dar este recomandabilă corelarea transporturilor din cele două centrale, precum și a traseelor de transport, în vederea evitării impacturilor aditive.

Având în vedere depozitarea temporară de mai multe decenii a deșeurilor cu activitate redusă, medie și ridicată pe teritoriul centralei, în timpul funcționării comune de pe teritoriul centralei Paks II. nu este de așteptat - conform intențiilor -actuale - transport de deșeuri.

Zona de impact a emisiilor deșeurilor radioactive aparținătoare funcționării normale a celor două centrale, respectiv a tratării și depozitării temporare a deșeurilor poate fi considerată ca fiind identică cu limita zonei de securitate.

În cazul funcționării comune normale a Centralei Nucleare Paks și Paks II., pot fi excluse impacturile asupra mediului care se întind peste granițele țării.

### **20.6.5 IMPACTURILE EVENIMENTELOR DE BAZĂ PLANIFICATE**

Colectarea și managementul acelor tipurilor de deșeuri radioactive, care s-au produs în urma unor evenimente care aparțin evenimentelor de bază planificate, dar s-au întâmplat în condiții diferite de funcționarea normală, pot fi soluționate în clădirea auxiliară din cadrul circuitului primar, astfel zona de impact a impacturilor directe ale acestor deșeuri va rămâne în interiorul limitelor zonei de securitate, prin urmare nu este justificată analiza impacturilor indirecte, respectiv a celor care se întind peste granițele țării.

### **20.7 IMPACTURILE POTENȚIALE ALE SCOATERII DIN FOLOSINȚĂ**

Independent de varianta în vigoare care prevede -demontarea imediată a centralei Paks II., scoaterea definitivă din folosință a centralei nucleare și executarea măsurilor tehnologice legate de acest lucru va dura încă mulți ani. Lucrările de demolare vor genera impacturi similare cu cele ale lucrărilor de -construcție, cu deosebirea că în cazul demolării, spre deosebire de construcție, se produc cantități mari de deșeuri radioactive cu activitate redusă și medie, managementul cărora trebuie realizat în interiorul centralei. Amplasarea acestui deșeu de cantitate mare necesită activități importante de minerit, de manipularea materialelor, dar zona de impact a impacturilor provenite din acestea vor rămâne probabil în interiorul granițelor țării.

## 21 RADIOACTIVITATEA MEDIULUI - EXPUNEREA LA RADIAȚII A POPULAȚIEI DIN PREAJMA CENTRALEI NUCLEARE

### 21.1 RADIOACTIVITATEA MEDIULUI ÎN CADRUL CERCULUI DE RAZĂ DE 30 KM ÎN JURUL CENTRALEI NUCLEARE

Monitorizarea mediului din preajma Centralei Nucleare Paks are loc încă din anul 1978 prin măsurarea radioactivității diferitelor mostre ale mediului, începând de la măsurările de la nivelul de bază (nivelul zero) până la cele din timpul funcționării continue. Măsurările au fost efectuate, respectiv sunt efectuate - și în zilele de astăzi de către Centrala Nucleară Paks, autoritățile competente și mai multe instituții.

Pentru caracterizarea radioactivității mediului din jurul Centralei Nucleare Paks am utilizat rezultatele măsurărilor concentrațiilor radioactive ale următoarelor elemente de mediu:

- rata dozelor radiațiilor din mediu
- măsurările spectrometrice gamma in-situ
- mostre de aer, de sol și de iarbă
- mostre din ape de suprafață
- mostre de nămol
- mostre de pești
- mostre din ape freatice
- mostre de lapte.

Pentru efectuarea evaluărilor am luat în considerare în primul rând rapoartele din anii 2001-2011 întocmite de Sistemului Administrativ de Control și Protecție Împotriva Radiațiilor (SACPIT) și Sistemului Uzinal de Control și Protecție Împotriva Radiațiilor (SUCPIT). Rezultatele măsurărilor mediului care ne stau la dispoziție dintre anii 2001-2011 au fost defalcate în grupe în funcție de amplasarea lor teritorială. În baza investigațiilor premergătoare ambianța centralei a fost defalcată în 3 distanțe ( mai mică de 5 km, între 5-10 km, între 10-30 km) și pe 4 direcții (nord, sud, est, vest).



Figura 99: Defalcarea grupelor de sectoare din ambianța de rază 30 km a centralei Magyarország = Ungaria, Paks Atomerőmű = Centrala nucleară Paks

În cazul mostrelor apei Dunării și a nămolului am defalcat Dunărea în porțiunea de dinaintea și de după localitatea Paks.

Circulația și pătrunderea materialelor radioactive în elementele mediului este rezultatul unor procese complexe, astfel de exemplu absorbția radioizotopilor de către plante este influențată de numeroși factori, cele mai importante fiind următoarele: structura solului, caracterul solului, caracterul mecanic al solului, adâncimea rădăcinilor plantelor, proporția părților plantelor deasupra și dedesubtul solului, durata perioadei de vegetație, condițiile meteorologice.

Ațiunea reciprocă a acestor factori, altfel zis interacțiunea elementelor mediului poate fi descrisă cel mai simplu prin așa-zisa matrice de interacțiune, utilizarea căreia este recomandată de Agenția Internațională pentru Energie Atomică. Circulația materialelor radioactive ajunse în mediu poate fi descrisă prin aceste interacțiuni. Cunoscând locurile de habitate naturale și suprafețele vegetale, influența lor reciprocă, pot fi determinate căile prin care impuritățile radioactive pot ajunge de la un loc la altul. Pe diagonala matricei de interacțiune sunt trecute elementele mai importante ale mediului, iar celulele -adiacente indică interacțiunile existente între ele. Interacțiunile dintre elementele de pe diagonală se înțeleg în sensul mersului ceasornicului.

Tabelul de mai jos indică locurile de habitate naturale și suprafețele vegetale și interacțiunile mai importante ale acestora, prin care impuritățile radioactive se propagă, pot să ajungă de la un loc la altul.

	1	2	3	4
1	Păduri	Vânt (aerosol, evaporare) Apă freatică, apă de suprafață (scurgeri) Sol (amestecuri de soluri) Utilizare cenușă (gunoie) Utilizarea gunoaielor animalelor (gunoie) Produce organice de dezintegrare Utilizare produse din lemn	Vânt (aerosol, evaporare) Apă freatică, apă de suprafață (scurgeri) Sol (amestecuri de soluri) Sedimentare cenușă (ardere) Produce organice de dezintegrare Hrană de animale	Vânt (aerosol, evaporare) Apă freatică, apă de suprafață (scurgeri) Sol (amestecuri de soluri) Sedimentare cenușă (ardere)
2	Vânt (aerosol, evaporare) Sedimentare cenușă (ardere)	Suprafață vegetală	Vânt (aerosol, evaporare) Apă freatică, apă de suprafață (scurgeri) Sol (amestecuri de soluri) Sedimentare cenușă (ardere) Produce organice de dezintegrare Hrană de animale	Vânt (aerosol, evaporare) Apă freatică, apă de suprafață (scurgeri) Sol (amestecuri de soluri) Sedimentare cenușă (ardere) Produce organice de dezintegrare
3	Vânt (aerosol, evaporare) Sedimentare cenușă (ardere) - Animale domestice, Gunoai animalelor	Vânt (aerosol, evaporare) Sedimentare cenușă (ardere) Utilizarea gunoaielor animalelor	Suprafață cu iarbă	Vânt (aerosol, evaporare) Apă freatică, apă de suprafață (scurgeri) Sol (amestecuri de soluri) Sedimentare cenușă (ardere) Produce organice de dezintegrare
4	Vânt (aerosol, evaporare, pulverizare) Apă (adăparea animalelor) Inundație	Vânt (aerosol, evaporare, pulverizare) Apă freatică (scurgere) Sediment (din excavare) Apă (adăparea animalelor) Irigare Inundație	Vânt (aerosol, evaporare, pulverizare) Apă freatică (scurgere) Sediment (din excavare) Apă (adăparea animalelor) Irigare Inundație	Râu, lac

Tabelul 60: Interacțiunile mai importante dintre locurile de habitate naturale și suprafețele vegetale

## REZULTATELE MĂSURĂRILOR ELEMENTELOR MEDIULUI - DATE SACPIT

Înainte de toate este important de semnalat faptul că elementele nocive globale  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  provin cu mare probabilitate din experiențele nucleare sau din catastrofa de la Cernobil, de asemenea este greu de departajat dacă tritiul ( $^3\text{H}$ ) sau cărbunele radioactiv ( $^{14}\text{C}$ ) sunt de origine cosmică sau provin din funcționarea Centralei Nucleare Paks.

Din datele de măsurare ale concentrației de activitate a **aerosolilor** obținem date importante referitoare la repartizarea în spațiu (peste 10 km) numai a  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  și  $^{131}\text{I}$ .  $^{131}\text{I}$  a fost observat de 11 ori la distanțe mai mari de 10 km, care însă pot proveni și din aplicații spitalicești, respectiv datele anului 2011 pot proveni din emisiile Institutului de Izotopi SRL (sau de la Fukushima). Radioactivitatea mostrelor de sol, care prezintă valori constante în timp, indică la fel faptul că (vezi *Tabelul*

61) materialele radioactive de origine globală sunt de regăsit mai ales în preajma centralei, respectiv că valorile medii rămân sub media pe țară:

Nuclizi	An	Valoare medie [Bq/kg]	Min [Bq/kg]	Max [Bq/kg]	Bucăți	Valoare medie pe țară [Bq/kg]	Nivel referință [Bq/kg]
<sup>134</sup> Cs	2001-2011	-	0,26	2,6	5	-	-
<sup>137</sup> Cs	2001-2011	9,7	0,5	52	516	17	9,7
<sup>90</sup> Sr	2001-2011	1,8	0,18	56	183	2,3	1,8

Tabelul 61: Datele cumulative ale concentrației activității solului

În baza distribuției spațiale a concentrației activității solului, se poate constata că în preajma Centralei Nucleare Paks se regăsesc în majoritatea lor materialele radioactive de origine globală. În cazul repartizării spațiale a concentrației activității **ierbii** și a **furajelor** găsim caracteristici asemănătoare cu cele ale solului, exceptând faptul că în acest caz apare și tritiul. Repartizarea concentrației activității mostrelor **porțiunii Dunării** pe kilometri fluviali **de dinaintea orașului Paks** indică faptul că materiale radioactive se regăsesc chiar și înaintea punctului de vărsare în Dunăre a emisiilor lichide de la Centrala Nucleară Paks. Cele trei materiale radioactive caracteristice de origine globală (<sup>137</sup>Cs, <sup>90</sup>Sr, <sup>3</sup>H) pot fi identificate în continuu și în timp. În mostrele de apă ale **porțiunii Dunării de după orașul Paks** concentrația activității este aproape identică cu cea de dinaintea punctului de vărsare, uneori valorile măsurate dinaintea punctului de vărsare sunt mai ridicate, decât cele de după Paks. În sedimentul din porțiunea Dunării de dinaintea lui Paks apariția lui <sup>137</sup>Cs este uniformă în timp. În **sedimentul** din porțiunea Dunării de după Paks radionuclizii <sup>137</sup>Cs și <sup>90</sup>Sr apar în mod uniform în timp, valorile acestora nefiind mult mai ridicate decât cele de dinaintea centralei. Repartizarea în spațiu a concentrației activității mostrelor **apelor staționare** nu diferă de valorile concentrației activității altor ape staționare din țară. Variația în timp a concentrației activității mostrelor apelor staționare poate fi observată mai mult în cazul lui <sup>90</sup>Sr, iar valoarea lui <sup>3</sup>H rămâne sub media pe țară (<sup>3</sup>H:4,3 Bq/dm<sup>3</sup>). Repartizarea în timp a concentrației activității mostrelor sedimentelor apelor staționare indică mai mult prezența lui <sup>137</sup>Cs. Despre repartizarea în spațiu a concentrației activității în viețuitoarele acvatice din apele staționare ne stau la dispoziție doar câteva date, în care concentrația activității lui <sup>137</sup>Cs a fost de 0,22 Bq/kg. Această valoare nu depășește media pe țară (0,42 Bq/kg).

Despre repartizarea pe teritoriu a concentrației activității măsurată în laptele de vacă am găsit date apreciable numai pentru radionuclizii <sup>137</sup>Cs și <sup>90</sup>Sr.

Repartizarea în timp a concentrației activității laptelui de vacă a fost uniformă, corespunzătoare mediei pe țară.

Nuclizi	An	Valoare medie [Bq/ dm <sup>3</sup> ]	Min [Bq/ dm <sup>3</sup> ]	Max [Bq/ dm <sup>3</sup> ]	Bucăți	Valoare medie pe țară [Bq/ dm <sup>3</sup> ]	Nivel referință [Bq/dm <sup>3</sup> ]
<sup>137</sup> Cs	2001-2011	0,040	0,020	0,073	37	0,055	0,040
<sup>90</sup> Sr	2001-2011	0,092	0,024	0,93	47	0,066	0,092

Tabelul 62: Datele cumulative ale concentrației activității laptelui de vacă

Repartizarea în spațiu a -rata dozei - - (măsurată cu dozimetru termoluminescent /TLD/) indică faptul că valorile măsurate în preajma Centralei Nucleare Paks se află în zona inferioară a valorilor măsurate în țară (media: 78 nSv/h).

## REZULTATELE MĂSURĂRILOR ELEMENTELOR MEDIULUI - DATE SUCPIT

Măsurările SUCPIT au fost efectuate în primul rând în preajma stațiilor de măsurare de tip „A” (A1-A9) și stației de măsurare de control (B24), respectiv pe teritoriul sediului și în preajma lui imediată. Stațiile de tip „A” au fost așezate mai aproape de Centrala Nucleară Paks, astfel în zona acestora măsurarea radionuclizilor provenite din emisiile centralei nucleare poate fi realizată cu probabilitate mai mare. Și în acest caz am considerat drept bază numai radionuclizii artificiali.

Măsurările uzinale ale **mostrelor de aer** indică faptul că în perioada analizată dintre anii 2001-2011 pot fi evidențiate doar câteva radionuclizi (<sup>54</sup>Mn, <sup>58</sup>Co, <sup>60</sup>Co) caracteristice centralelor nucleare. Valorile concentrației activității lui <sup>137</sup>Cs, <sup>14</sup>C și <sup>3</sup>H măsurate de stațiile de tip „A” și cele de control de tip „B” sunt asemănătoare. În baza măsurărilor efectuate asupra mostrelor **căderilor de pulberi radioactive, sol și iarbă**, doar radionuclidul <sup>60</sup>Co a fost caracteristic pentru Centrala Nucleară Paks, nuclizii <sup>137</sup>Cs și <sup>90</sup>Sr sunt totodată izotopi radioactivi de origine globală. Radionuclidul <sup>131</sup>I ale mostrelor de aer și căderi de pulberi radioactive poate proveni din accidentul centralei nucleare de la Fukushima și din emisiile Institutului de Izotopi SRL. În mostrele de nămol și de sol colectate din preajma imediată a centralei, apariția radionuclizilor (<sup>54</sup>Mn, <sup>58</sup>Co, <sup>60</sup>Co, <sup>110m</sup>Ag, <sup>106</sup>Ru, <sup>144</sup>Ce) este rezultatul convergențelor și acumulărilor acestora, dar înseamnă în mod univoc

existența emisiei centralei nucleare. În alte elemente ale mediului colectate în afara acestor locuri de acumulare nu pot fi identificați univoc alți radionuclizi care provin din centrala nucleară.

Valorile ratelor dozei de iradiere se situează în zona inferioară a valorilor măsurate în țară.

Stația	Valoarea medie a ratei dozei [nSv/h]	Ani
A1	65,5	2001-2011
A2	66,6	2001-2011
A3	73,3	2001-2011
A4	77,0	2001-2011
A5	73,8	2001-2011
A6	68,7	2001-2011
A7	63,8	2001-2011
A8	82,2	2001-2011
A9	66,4	2001-2011
B24	82,1	2001-2011
Nivel de referință în baza SACPIT	78	2001-2011

Tabelul 63: Valorile medii ale ratei dozei de iradiere

### **Rezultatele radiologice ale apei freatică**

Pe teritoriul Centralei Nucleare Paks și în apropierea sa au fost înființate fântâni pentru colectarea mostrelor în vederea măsurării în apa freatică a activității radioactive a izotopilor  $^3\text{H}$  și altor izotopi. În mostrele colectate pe teritoriul centralei prezența tritiului poate fi identificată cu mare fluctuație. Valoarea medie variază între 2 și 2 326 Bq/dm<sup>3</sup> în funcție de anotimp, nivelul apei și viteza de curgere. Se pot trage următoarele concluzii cu caracter general:

- Fluxul tritiului este de direcția N - NE în imediata apropiere a clădirii centrale a Centralei Nucleare Paks. În cazul nivelurilor ridicate ale Dunării direcția de propagare a expunerii se schimbă în direcția N-NV și se oprește propagarea, respectiv se extinde în direcția vestică.
- În afară de tritiu a putea fi identificat doar  $^{14}\text{C}$  în cantitate mică, alți radionuclizi de origine artificială nu au putut fi identificați în fântânile de ape freatică.
- Rezultatele măsurărilor indică faptul că concentrațiile activității tritiului este în scădere continuă.

Apariția tritiului ( $^3\text{H}$ ) și a cărbunelui radioactiv ( $^{14}\text{C}$ ) se datorează în primul rând provenienței globale. Baze de date ale măsurărilor cu acoperire națională în legătură cu acestea din păcate ne stau la dispoziție doar în măsură limitată, dar o parte a valorilor care apar în jurul centralei nucleare probabil provine de la acesta. Apariția lor în apele freatică are la origine în mod sigur centrala nucleară, dar extinderea expunerii se limitează doar la suprafața acesteia.

### **Inspecțiile din anul 2012 asupra apariției radioizotopilor în preajma centralei nucleare**

Cu scopul caracterizării stării actuale a ambianței centralei nucleare (concentrația radioizotopilor) am efectuat următoarele măsurări în 5 locații de inspecție: măsurări spectrometrice gamma in-situ (50 de măsurări), rata dozei de iradiere gamma (50 de măsurări), măsurarea concentrației activității solului (măsurarea a 50 de mostre), iarbă, rogoz și scoarța copacilor (măsurarea a 50 de mostre). Inspecțiile au fost efectuate la locurile de acumulare potențiale identificate pe baze morfologice pe parcursul proiectului de fundamentare a protecției mediului din cadrul prelungirii timpului de funcționare a Centralei Nucleare Paks.



Figura 100: Imaginea din satelit a locurilor de colectare a mostrelor determinate în cadrul programului Paks Atomerőmű - Centrala Nucleară Paks

Au fost determinate concentrația radionuclizilor mostrelor de sol și vegetale colectate de la locurile de măsurare determinate în două perioade de vegetație (primăvară-vară și vară târzie-toamnă)

În general se poate stabili faptul că concentrația - activității beta total măsurată în majoritatea mostrelor de sol și vegetale se datorează în proporție de 80 - 95 % din conținutul  $^{40}\text{K}$  a mostrelor, astfel cele două valori prezintă o aproximare bună. Valoarea medie a concentrației activității beta total măsurată în mostrele de sol colectate în ambianța de rază de 30 de km a Centralei Nucleare Paks a fost de 612 Bq/kg. Valorile măsurate au variat între 410 – 788 Bq/kg. Valoarea medie - a concentrației activității beta total măsurată în mostrele vegetale primăvara a fost de 706 Bq/kg, iar toamna 604 Bq/kg. Valorile măsurate au variat într-o gamă mai mare, între 226 și 1236 Bq/kg. Se poate observa faptul că variația valorilor în funcție de anotimp prezentată în cadrul izotopului  $^{40}\text{K}$  a apărut și în acest caz.

În mostrele de sol colectate din preajma Centralei Nucleare Paks concentrația activității  $^{90}\text{Sr}$  și  $^{137}\text{Cs}$  a fost în medie de 1,0 Bq/kg, respectiv 16,1 Bq/kg, iar la locația de inspecție III. valorile măsurate au fost în medie de 0,4 Bq/kg, respectiv 7 Bq/kg. În comparație cu rezultatele măsurate în cazul mostrelor de sol, valorile de - cele de nămol au fost mai reduse atât în cazul concentrației izotopului  $^{90}\text{Sr}$ , cât și al lui  $^{137}\text{Cs}$ . În mostrele de nămol valoarea medie a concentrației activității lui  $^{90}\text{Sr}$  a fost de 0,30 Bq/kg, iar al lui  $^{137}\text{Cs}$  a fost de 5,9 Bq/kg. În comparație, în nămolul de la Balaton valoarea medie a concentrației activității lui  $^{90}\text{Sr}$  a fost de 0,92 Bq/kg, iar al lui  $^{137}\text{Cs}$  a fost de 45 Bq/kg. În nămolul de la lacul de la Velence valoarea medie a concentrației activității lui  $^{90}\text{Sr}$  a fost de 4,39 Bq/kg, iar al lui  $^{137}\text{Cs}$  a fost de 31 Bq/kg. Concentrația mostrelor vegetale colectate la locul -IV. de analiză a fost de 1,5 Bq/kg. Media concentrației activității formată din rezultatele măsurărilor tuturor mostrelor vegetale în cazul lui  $^{137}\text{Cs}$  fost de 0,44 Bq/kg, iar în cazul lui  $^{90}\text{Sr}$  de 1,06 Bq/kg.

### Sumarul radioactivității mediului

În baza datelor SUCPIT și SACPIT, pe parcursul măsurării efectuate în mediul înconjurător radionuclizii caracteristici centralei au fost depistați doar de câteva ori în cadrul domeniului evaluabil în mostrele de aer, căderi de pulberi radioactive, nămol și sol, și au fost găsiți în primul rând radionuclizii  $^{54}\text{Mn}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{58}\text{Co}$ ,  $^{110\text{m}}\text{Ag}$ . Nuclizii iodului radioactiv au apărut doar în cazurile de exemplu deranjamentului din 2003, accidentul de la Fukushima, respectiv emisiile Institutului de Izotopi SRL.



Apariția iodului radioactiv în locațiile mai îndepărtate de centrală poate fi datorată chiar și unor aplicații medicale. Pe lângă prelucrarea datelor de măsurare dintre anii 2001-2011 în anul 2012 în locațiile de inspecție din preajma Centralei Nucleare Paks au fost efectuate măsurări spectrometrice gamma in-situ și a ratei dozei de iradiere gamma, respectiv au fost colectate mostre de sol și de vegetație. Măsurările din laboratoare au indicat de asemenea existența doar a radionuclizilor  $^{90}\text{Sr}$  și  $^{137}\text{Cs}$  în diferitele mostre colectate. O singură dată am reușit să depistăm în sol prezența radionuclidului  $^{60}\text{Co}$  (în mostra de sol colectată din apropierea Centralei Nucleare Paks). Asemănător anilor 1990, măsurările efectuate în aceste locuri (care au fost desemnate ca puncte de acumulare în baza unor considerente morfologice și a direcției vântului) au indicat prezența radionuclizilor doar în una sau două cazuri, și anume  $^{110\text{m}}\text{Ag}$ .

În baza celor de mai sus se poate concluziona că efectele emisiilor normale ale centralei, comportarea în mediu a radionuclizilor nu pot fi urmărite prin măsurări, de asemenea nu poate fi descrisă nici migrarea, mișcarea acestora în elementele mediului. Rata dozei de iradiere gamma din mediu subliniază de asemenea faptul că în preajma centralei nu se găsesc locuri cu valori ridicate.

## **21.2 STAREA SĂNĂTĂȚII POPULAȚIEI CARE LOCUIEȘTE ÎN CERCUL CERCETAT DE RAZĂ DE 30 KM**

Prin examinarea stării de sănătate a populației care trăiește în ambianța centralei se va studia frecvența de apariție a îmbolnăvirilor în mijlocul populației care trăiește în cercul de rază de 30 km în jurul centralei, care eventual ar putea fi datorate radiațiilor ionizante .

Ca suprafață de inspecție am considerat cercul de rază de 30 km calculat de la sediul Centralei Nucleare Paks.

Nu există dispoziții concrete ale actelor normative în vigoare asupra modului de evaluare al datelor epidemiologice, de asemenea nu există nici metode de prelucrare bine determinate. Pentru evaluarea datelor am considerat ca referință primordială publicația, colecția de metode (Lawson A, Biggeri A, Böhning D, Lessafre E, Viel J-F, Bertolini R: Disease Mapping and Risk Assessment - in Public Health, Wiley, 1999), susținută de Uniunea Europeană și Biroul European al WHO, care a sintetizat rezultatele obținute în cadrul proiectului Biomed 2.

Numai acele indicatori referitoare la bolile, respectiv grupele de boli au stat la baza analizelor, care sunt cuprinse în Lista Internațională a Bolilor cu coduri individuale, respectiv pe parcursul cărora analiza datelor referitoare la populația de referință nu a scos la iveală diferențe statistice care ar fi indicat anomaliiile practicii de raportare (deci în cazul cărora datele de referință maghiare raportate la valorile de referință internaționale nu indică diferențe disproporționate; și în cazul cărora diferențele teritoriale și tendințele în timp în cadrul populația de referință nu indică disproporționalități care nu pot fi compatibile cu natura bolilor).

### *Diagnosticul cauzei decesului*

În Ungaria Institutul Central de Statistică (ICS) este cel care colectează de mulți ani certificatele de inspecție ale deceselor, prin care medicul care constată decesul specifică datele demografice și tot el fixează și diagnosticul referitor la cauza decesului. Diagnosticul cauzei decesului - în comparație cu diagnosticul tradițional - nu înseamnă determinarea unei boli, ci descrierea conform unor reguli corespunzătoare a procesului care a condus la deces. Diagnosticul care poate fi utilizat ca indicator pe parcursul monitorizării sănătății este considerat acel diagnostic care determină punctul de pornire al procesului, deoarece obiectivul fundamental al proiectului este evaluarea efectelor posibile ale factorilor potențiali de risc care sunt în legătură cu apariția bolilor. Numărul deceselor pe ani și localități, centralizate pe diagnostice referitoare la anii 2001-2010 a fost pusă la dispoziția noastră de ICS.

### *Statutul social*

În cadrul teritoriului analizat diferențele statutului socio-economice dintre membrii populației care trăiesc în diferite localități sunt semnificative. - Deoarece acest statut influențează probabilitatea formării bolilor prin numeroase elemente ale modului de viață, pe parcursul inspecției aceste efecte trebuie luate în considerare ca factori perturbatori care urmează să fie controlate, iar prima fază a acesteia este colectarea datelor aferente. În cazul analizei datelor, sursa indicatorilor statutului socio-economice specifice domeniului cele mai autentice sunt considerate datele de baze ale recensământurilor populației, care a fost efectuată ultima dată în 2011, această bază de date asigură date atotcuprinzătoare referitoare la situația socio-economică. Deoarece pe parcursul programului am analizat frecvența apariției acelor boli la dezvoltarea cărora este necesară o expunere de mai mulți ani, indicatorii de statut ale recensământului populației din anul 2011 sunt apte pentru atingerea țelurilor studiului.

### *Evidența populației*

În ultimii 10 ani evidența populației pe localități a fost efectuată în mod variabil, dar totdeauna în cadrul unor instituții care au asigurat continuitatea legală, iar în prezent instituția răspunzătoare fiind Oficiul Central Administrativ și al Serviciilor Publice Electronice (OCASPE). Pe parcursul programului, pentru calculul indicatorilor referitoare pe fiecare an în parte, a fost necesară cunoașterea datelor demografice ale populației de la mijlocul anilor, ceea ce a putut fi calculată cu ajutorul datelor OCASPE.

### *Definirea zonei de impact*

În cadrul inspecției am prelucrat datele la nivelul localităților aflate în zona de impact, respectiv ordonate după codurile poștale. Evidența populației se realizează la nivelul localităților. Datele referitoare la diagnosticul cauzei decesului și la apariția malformațiilor de dezvoltare sunt de asemenea date înregistrate la nivelul localităților, dar datele pacienților sunt înregistrate în baza codurilor poștale ale domiciliului bolnavilor.

În cadrul inspecției a fost luată în considerație și evaluată fiecare în parte, populația din cercul de rază de 10 km (ca afecțiuni posibile primordiale), din cercul de rază între 10-20 km (ca afecțiuni posibile în al doilea rând) și pe cei care trăiesc în cercul de rază între 20-30 km (ca populație de control care poate reflecta cel mai fidel împrejurările locale). Datele referitoare la amplasarea localității respective în cadrul zonelor, respectiv distanța localităților de la centrală au fost considerate datele de bază a repartizării teritoriale a condițiilor de risc.

### *Evaluarea riscurilor decesului*

Datele de deces au fost prelucrate în conformitate cu cauzele decesului. În cazul tuturor cauzelor de deces au fost evaluate riscurile de deces sesizate și evaluarea statistică a diferenței dintre acestea și numărul probabil care poate fi așteptat. Au fost întocmite evaluări statistice despre riscurile de deces sesizate în localitățile aflate în cercul de rază de 30 km în jurul centralei, precum și despre rezultatele obținute în urma comparării acestora cu nivelul de referință.

### *Analiza riscurilor de apariție a bolilor*

Frecvențele de apariție au fost prelucrate separat pe fiecare grupă de boală în baza rapoartelor instituțiilor sanitare care asigură îngrijirea medicală de specialitate. În cadrul tuturor grupelor de boală au fost evaluate riscurile de deces observate în orașul Paks, precum și evaluarea statistică a diferenței dintre acestea și numărul probabil care poate fi așteptat.

Am analizat rolul centralei ca punct de sursă prin evaluarea riscurilor relative însumate în cadrul centrelor de rază de câte 10 km raportate la diferența acestora față de nivelul de referință, respectiv a legăturii dintre riscurile locale corectate cu statutul socio-economic și distanța măsurată de la centrala nucleară.

În totalitatea -ca rezultatul final al analizei unor diagnostice a populației care trăiește în cadrul zonei de impact în comparație cu valorile de referință poate fi caracterizat favorabil sau cu stare de sănătate asemănătoare cu cea a populației de referință. În baza indicatorilor statistici posibilitatea principală a creșterii riscurilor care pot fi puse pe seama centralei a fost evidențiată în cazul rezultatului final de analiză doar a câtorva diagnostice.

Pentru descrierea factorilor de risc care influențează dezvoltarea tumorilor nu am elaborat chestionar propriu, ci am tradus întrebările elaborate în cadrul proiectului CINDI al Organizației Mondiale a Sănătății (WHO), care au fost validate, respectiv publicate, astfel sunt liber utilizabile.

La atragerea medicilor de familie am utilizat o metodă de abordare care a permis cuantificarea capacității de influențare a expunerilor provenite din centrala nucleară asupra riscurilor tumorale. În locul datelor directe de măsurare expunerea (doza de ionizare a radiațiilor care ajunge în mediu din Centrala Nucleară Paks) analizată a fost estimată cu ajutorul distanței dintre locuința persoanelor atrase sub inspecție și centrala nucleară. - Deteriorarea sănătății a fost caracterizată prin - incidența apariției bolilor tumorale înregistrate de medicii de familie. Ceilalți factori de risc controlați au fost următoarele: vârstă, sex, pregătire școlară, tabagism, expunerea profesională la radiații, cazuri tumorale -cumulate în familie-, diabet, hipertensiune, cardiopatie ischemică. Pe parcursul inspecției medicii de familie au întreprins culegerea datelor cu ajutorul unui chestionar întocmit în baza standardelor internaționale în localități care aparțin la 3 județe, aflate la mai puțin de 30 km de Centrala Nucleară Paks. Medicul de familie a întocmit fișa personală a bolnavului adult diagnosticat de el în perioada dintre 01 ianuarie 2010 și 31 decembrie 2012 cu boală tumorală, după care a ales în baza vârstei, sexului, pregătirii școlare un pacient de control corespunzător bolnavului, cu datele cărui a întocmit de asemenea o fișă. Pe parcursul prelucrării efectele factorilor de risc au fost analizate pe tipuri de tumori.

În urma analizei factorilor de risc în parte am primit rezultate care au fost în concordanță cu natura tumorii date (tabagismul mărește riscul apariției cancerului de laringe, cancerului pulmonar, cancerului capului și gâtului și cancerului de vezică urinară), respectiv care au reflectat efectele alegerii mostrelor. (Deoarece baza de date a fost constituită cu datele persoanelor de control selectate în baza vârstei, sexului, pregătirii școlare, în cazul ajustării perfecte nu am putut sesiza caracterul de influențare a acestor factori asupra factorilor de risc, în pofida faptului că această influență există în mod evident).

Pe parcursul evaluării localizării fiecărei tumori în general nu am observat legătură pozitivă între distanța de la Centrala Nucleară Paks și apariției bolii canceroase. În cazul cancerului mamar prelucrarea statistică a prezentat o scădere semnificativă în apropierea centralei. S-au efectuat multe examinări în privința localizărilor tumorale, din acest motiv evaluarea impactului centralei este evidențiată doar prin evaluarea distribuției coeficientului de apariție a tumorii. Coeficienții de apariție a diferitelor tipuri de tumori se repartizează în mod uniform în jurul valorii neutre.

Evaluarea comună a rezultatelor examinărilor indică deci faptul că prezența centralei nu influențează în sensul de amplificare a riscurilor îmbolnăvirilor canceroase din jurul ei.

În totalitate se poate constata faptul că în urma examinărilor nu s-a putut constata creșterea riscului îmbolnăvirilor canceroase printre populația care trăiește în apropierea Centralei Nucleare Paks.

### **21.3 EXPUNEREA ACTUALĂ LA RADIAȚII A POPULAȚIEI CARE TRĂIEȘTE ÎN CERCUL DE RAZĂ DE 30 KM ÎN JURUL CENTRALEI**

Estimarea expunerii la radiații a populației s-a realizat în felul următor:

- Expunerea la radiații a populației a fost estimată în baza datelor emisiilor radioactive a obiectivelor nucleare care funcționează în prezent în cadrul centralei, rata dozei de radiații --directe și --împrăștiate respectiv cele măsurate cu ocazia controalelor radioactivității mediului.
- Pentru estimarea expunerii la radiații provenite din alte surse artificiale am luat în considerare și expunerea la radiații provenită din diferite activități, cum ar fi transportul deșeurilor radioactive, transportul casetelor de combustibil noi și uzate, manipularea surselor de radiații în interiorul centralei și care se datorează inspecțiilor radiografice industriale.

Estimarea expunerii la radiații a fost efectuată pentru cercul ambiant de rază de 30 km, prin utilizarea datelor anilor 2001-2011, cu ajutorul metodelor, programelor adoptate pe plan internațional.

În urma determinării caracteristicilor de propagare în cadrul mediului și a centralei, am elaborat scenarii în legătură cu emisiile presupuse în vederea estimării expunerii la radiații a populației. Pentru estimarea expunerii la radiații am luat în considerare și expunerea la radiații provenită din diferite activități sau surse, cum ar fi transportul deșeurilor radioactive, transportul casetelor de combustibil noi și uzate, manipularea surselor de radiații în interiorul centralei și cele care se datorează inspecțiilor radiografice industriale. Este de remarcat faptul că radiația împrăștiată și directă -provenită din Centrala Nucleară Paks este practic de neglijat. Deoarece datele provenite din măsurări referitoare la rata dozei de iradiere se află în marja radiației de fond, din acest motiv nu poate fi calculată expunerea populației la radiațiile care se datorează obiectivelor nucleare. Impactul populației poate proveni în primul rând din alte surse de iradiere sub forma radiațiilor directe și împrăștiate, motiv pentru care am determinat modele de calcul pentru acestea.

În baza scenariilor modelate am determinat expunerea potențială la radiații a grupelor critice în cazuri independente, respectiv comasate în mod corespunzător. Estimarea expunerii la radiații a fost efectuată cu ajutorul metodelor, programelor adoptate pe plan internațional, și pentru acestea am utilizat recomandările și datele elaborate de ICRP și IAEA.

Pe baza -calculului am evaluat dacă doza determinată în cadrul constrângerii dozei corespunde sau nu activității Centralei Nucleare Paks și al DICU în privința populației critice (grup ipotetic de locuitori, care cuprinde și copii din localitățile Csámpa și Gerjen). Această valoare de 100  $\mu$ Sv/an a fost determinată în anul 1998, din care 90 % poate fi utilizată de -Centrala Nucleară- Paks, iar 10 % de DICU.

Pentru descrierea propagării atmosferice pe parcursul -calculului uzinale normale, am utilizat, în concordanță cu recomandările internaționale, metoda care se bazează pe așa-zisul model Gaussian de dispersie cu valori medii calculate pe sectoare. Descrierea unor componente ale impurităților lanțului trofic terestru se bazează pe așa-numita tehnica factorului de concentrație.

Modelul de descriere a emisiilor în Dunăre ia în considerare faptul că amestecarea laterală se realizează numai parțial - chiar și în locurile care se află la distanțe mari de la punctul de emisie. Din parametri hidrologici pot fi determinați așa-zisii factori de corecție parțiale pentru amestecarea laterală, care depind de distanță, și care indică faptul că la o anumită distanță de la punctul de emisie dunărean, pe malul drept de câte ori va fi mai mare concentrația radionuclizilor față de amestecarea completă.

În cadrul acestor calcule am estimat expunerea populației la radiații provenite și din alte surse pe unele trasee de iradiere externe, prin aplicarea programului utilizat la nivel internațional, iar rezultatele obținute au fost comparate cu datele măsurărilor care ne-au stat la dispoziție.

### Expunerea la radiații a populației calculată din emisiile aeriene

Determinarea expunerii la radiații provenite din propagarea aeriană a emisiilor aeriene, din concentrația elementelor lanțului trofic terestru și din unele trasee de iradiere, a fost realizată cu ajutorul -pachetului de programe de dezvoltare proprie „SS57”, care în primul rând se bazează pe modelele descrise în publicațiile IAEA Safety Series No. 57 și IAEA Safety Reports Series No. 19. În cursul calculelor am utilizat metoda care se bazează pe așa-zisul model Gaussian de dispersie - cu valori medii calculate pe sectoare. Am aplicat metode care se utilizează ușor în cazul rezolvării problemelor de rutină, care se bazează pe recomandările internaționale, și care reunesc experiența acumulată în multe state ale lumii.

Calculul referitor la expunerea la radiații aeriene provenite din Centrala Nucleară Paks și din DICU au fost efectuate pe fiecare an al perioadei 2001-2011. Calculul efectuat pentru grupele de vârstă ale copiilor din localitatea Csámpa (grupă critică) referitor la emisiile atmosferice sunt prezentate în figura de mai jos. Făcând abstracție de anul defectiunii de funcționare (2003), expunerea completă la radiații prezintă scădere continuă între anii 2001 și 2007, după care poate fi observată o creștere până în anul 2009 (valorile anilor 2010 și 2011 din nou prezintă scădere).

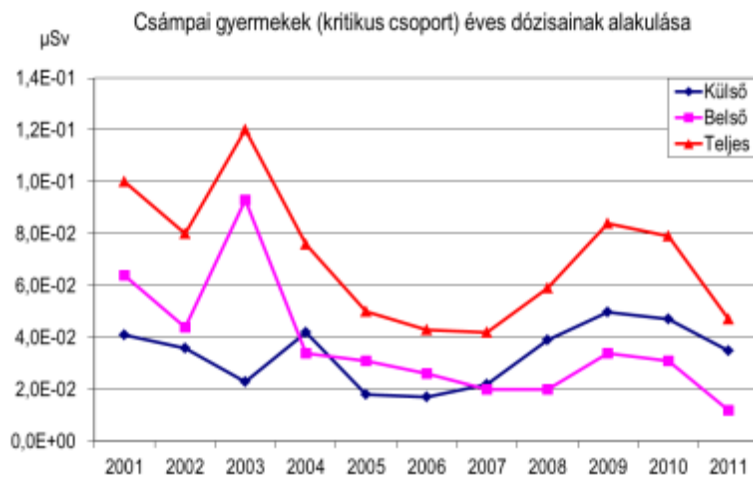


Figura 101: Graficul dozei anuale provenită din emisiile aeriene prin coș în cazul copiilor din Csámpa (grupă critică)

Csámpai gyermekek (kritikus csoport) éves dózisainak alakulása = – Dozele - anuale suferite de copiii din Csámpa; Kulső = Extern; Belső = Intern; Teljes = Total

### Expunerea la radiații provenite din emisia acvatică

Emisiile lichide provenite din centrala nucleară ajung în Dunăre, care reprezintă masa acvatică de recepționare ale acestora. – În cazul abordării conservative putem neglija procesele de diluare, de sedimentare pe parcursul etapelor intermediare - rezervoare de colectare, canale de apă caldă (dezintegrarea radioactivă poate fi neglijată chiar și pe parcursul propagării în Dunăre, această dezintegrare trebuie luată în considerare doar în cazul radionuclizilor sedimentați).

Modelul cel mai simplu, care poate fi aplicat pentru descrierea diluării și propagării în ape curgătoare, presupune o diluare completă. În locurile destul de apropiate locului emisiei această condiție în mod sigur nu se realizează, astfel în coada de cometă pot fi de așteptat concentrații mai mari decât în cazul amestecării complete. Măsura acesteia este foarte greu de precizat, deoarece pe de o parte depinde de foarte mulți parametri (cantitățile apei emise și cea de recepționare, temperaturi, viteze de scurgere), iar pe de altă parte tratarea matematică a problemei este destul de complicată.

Calculul expunerii interne și externe la radiații provenite din emisiile lichide ale Centralei Nucleare Paks și DICU (care ajung împreună în Dunăre) referitor la copiii (grupa de vârstă de 1-2 ani) din Gerjen este prezentat în graficul de mai jos.

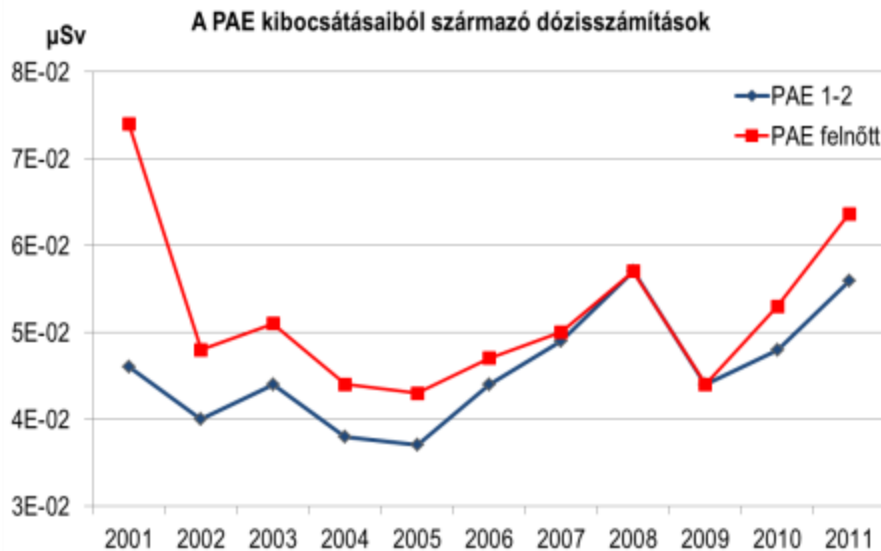


Figura 102: Expunerea la radiații provenită din emisiile lichide ale Centralei Nucleare Paks referitoare la copiii (grupa de vârstă de 1-2 ani) și adulții din Gerjen

A PAE kibocsátásaiból származó dózisszámítások = Calculele dozelor provenite din emisiile Centralei Nucleare Paks; PAE 1-2 = Centrala Nucleară Paks 1-2; PAE felnőtt = Centrala Nucleară Paks adulți

### Expunerea la radiații provenită din alte surse

O parte a traseului de transport al **deșeurilor radioactive** trece pe lângă zone locuite, astfel persoanele civile ar putea să se afle relativ aproape de autovehiculele de transport. În asemenea cazuri persoana care se află la marginea drumului poate să stea chiar la 5 m de materialul nuclear transportat, astfel în 5 minute poate să primească o expunere la radiații de 23,04 μSv, dacă luăm în considerare butoaietele cu activitate -medie din cadrul centralei atomice. Aceasta este o estimare absolut conservativă, deoarece ia în considerare faptul că în decursul tuturor transporturilor aceași persoană se află în apropierea autovehiculelor.

În cazul transportului **casetelor de combustibil noi** am studiat două cazuri, primul: dacă trenul se oprește în stație din cauza vreunui motiv (obstacol de circulație), o perioadă de timp (1/2 oră) persoanele aflate în stație se află relativ aproape, la distanță de 5 m de tren. În acest caz expunerea la radiații provenită de la casetele de combustibil aflate într-un vagon este de 0,66 μSv. Cazul al doilea: dacă trenul trece prin gară fără oprire, făcând calculele cu viteza de 30 km/h, persoana critică, care se află în gară la 5 m de tren în timpul trecerii acestuia, este expusă la radiații de 1,17 nSv.

Am calculat expunerea la radiații de neutroni și gamma a populației la diferite distanțe de centrală, precum și din punctul de vedere al locuitorilor critici din localitatea Csámpa, care se datorează transportului **casetelor de combustibil uzate** (cu containere de transport de tip C-30) în interiorul centralei către DICU. La calcule am luat în considerare casete de combustibil mediu uzate (40,9 GWzi/tU) și timp de depozitare de 3 ani. La calculul expunerii la radiații a populației critice (la 1300 m de pereții exteriori ai containerului) am luat în considerare 1 oră de transport și circa 480 de bucăți de casete de combustibil uzate transportate anual, ceea ce poate fi considerată o valoare maximă, în acest caz expunerea la radiații cauzată a rezultat 0,0235 nSv.

De asemenea am analizat expunerea la radiații în cazul transportului în interiorul centralei la diferite distanțe a **instrumentelor ale căror suprafețe au fost contaminate cu radionuclizi**. În cazul lui <sup>60</sup>Co (rata dozei de iradiere de pe suprafață fiind de 1 μSv/h) la distanța de 500 m a rezultat ca valoarea ratei dozei de iradiere -este de 5,33E-09 μSv/h, ceea ce înseamnă că cca. 21 de ani ar trebui ca instrumentul respectiv, având pe suprafața lui materialul radioactiv, să producă o iradiere de 1 nSv.

Pe parcursul efectuării **inspecțiilor radiografice industriale** în cadrul diferitelor aplicații se utilizează emițătoare de radiații de activitate mare, și aceste emițătoare în general ocupă două poziții: în cutia lor de ecranare, și în timpul efectuării examinării radiografice, când se află în spațiul de lucru fără nici o protecție. Calculele referitoare la valoarea iradierii în timpul efectuării examinării radiografice au fost efectuate la diferite distanțe în cazul emițătoarelor de radiații cu -activitate inițială de 2 TBq <sup>192</sup>Ir, respectiv 5 TBq <sup>75</sup>Se și presupunând că anual se efectuează circa 2200 de examinări, astfel pentru expunerea la radiații la distanța de 1 300 m, respectiv 500 m au rezultat valorile de 0,67 μSv, respectiv 5,62 μSv.

### **Rezumatul expunerii populației la radiații**

Nivelul anual al expunerii la radiații obținut pe parcursul modelării a fost în toate cazurile cu ordini de mărime sub nivelul de doză-maximă admisă - (1 mSv), respectiv al dozei de constrângere (100  $\mu$ Sv în cazul Centralei Nucleare Paks + DICU), chiar în cazul aplicării unor restricții -conservative, care în realitate ar putea să apară cu o probabilitate foarte redusă. Valorile calculate pentru expunerea la radiații datorită emisiilor au fost de ordinul de mărime de nSv/an, impactele produse de alte emițătoare de radiații (casete de combustibil noi, casete de combustibil vechi, transport deșeuri radioactive, inspecții radiografice) ar putea fi mai mari-, dar acestea nu sunt cazuri permanente, în cazul cel mai nefavorabil expunerea la radiații a unor persoane din cadrul populației ar putea fi de ordinul de mărime de  $\mu$ Sv/an, ceea ce rămâne cu ordini de mărime sub valorile cuprinse de reglementările în vigoare.

*Practic, cu măsurători nu poate fi verificată o modificare a expunerii la radiații anuale de acest nivel, din acest motiv ne vom baza și în continuare pe modelare, calcule.*

### **21.4 IMPACTUL ÎNFIINȚĂRII CENTRALEI PAKS II. ASUPRA EXPUNERII LA RADIAȚII A POPULAȚIEI DIN PREAJMA CENTRALEI NUCLEARE**

Expunerea la radiații a populației în timpul înființării centralei Paks II. poate proveni în primul rând din analizele radiografice. Cunoscând numărul acestora, poate fi determinată mărimea expunerii anuale a populației la radiații. Ca ordine de mărime aceste- valori- poate fi asemănătoare cu cele- – calculate mai înainte. Expunerea la radiații datorată inspecțiilor radiografice sunt considerate impacturi directe, în faza de construcție a centralei nu pot fi definite impacturi indirecte.

### **21.5 IMPACTUL FUNCȚIONĂRII CENTRALEI PAKS II. ASUPRA EXPUNERII LA RADIAȚII A POPULAȚIEI DIN PREAJMA CENTRALEI NUCLEARE**

#### **Expunerea la radiații provenite din emisia aeriană**

În cazul funcționării normale emisiile se realizează la nivelul de 100 m (coș) și 40 m (clădirea turbinei). Pornind de la înălțimea coșului de 100 m, și ținând cont de circumstanțe asemănătoare cu cele ale Centralei Nucleare Paks, calculele au fost efectuate cu înălțimea efectivă de emisie de 120 m și datele la înălțimea turnului meteorologic de 120 m. Înălțimea de emisie de 40 m a fost luată în considerare ca înălțime efectivă de 50 m, orientându-ne după datele de 50 m ale turnului meteorologic.

Pentru determinarea emisiilor pe nuclide ne-am folosit de valorile funcționării normale comunicate de MVM Paks II. Zrt. (partea rusă) [40].



Radionuclid	Emisie prin coș Emisia I.	Emisie deasupra clădirii turbinelor Emisia II.
	<b>Bq/an</b>	<b>Bq/an</b>
<sup>3</sup> H	7,80E+12	2,40E+09
<sup>14</sup> C (CO <sub>2</sub> )	3,00E+10	-
<sup>14</sup> C (organic)	5,70E+11	-
<sup>83m</sup> Kr	1,34E+12	5,40E+10
<sup>85m</sup> Kr	4,56E+12	1,22E+10
<sup>85</sup> Kr	7,12E+11	1,32E+08
<sup>87</sup> Kr	2,76E+12	1,28E+11
<sup>88</sup> Kr	1,01E+13	3,00E+11
<sup>131m</sup> Xe	4,98E+11	3,20E+09
<sup>133</sup> Xe	5,62E+13	9,40E+11
<sup>135</sup> Xe	1,51E+13	6,60E+11
<sup>138</sup> Xe	5,72E+11	6,20E+10
<sup>131</sup> I (aerosol)	4,85E+07	2,48E+05
<sup>132</sup> I (aerosol)	6,46E+07	8,00E+05
<sup>133</sup> I (aerosol)	9,20E+07	7,44E+05
<sup>134</sup> I (aerosol)	4,40E+07	2,24E+05
<sup>135</sup> I (aerosol)	7,53E+07	5,68E+05
<sup>131</sup> I (elementar)	4,85E+07	2,48E+06
<sup>132</sup> I (elementar)	6,46E+07	8,00E+06
<sup>133</sup> I (elementar)	9,20E+07	7,44E+06
<sup>134</sup> I (elementar)	4,40E+07	2,24E+06
<sup>135</sup> I (elementar)	7,53E+07	5,68E+06
<sup>131</sup> I (organic)	4,85E+07	3,47E+06
<sup>132</sup> I (organic)	6,46E+07	1,12E+07
<sup>133</sup> I (organic)	9,20E+07	1,04E+07
<sup>134</sup> I (organic)	4,40E+07	3,14E+06
<sup>135</sup> I (organic)	7,53E+07	7,95E+06
<sup>51</sup> Cr	1,57E+05	3,00E+02
<sup>54</sup> Mn	9,66E+03	4,20E+02
<sup>60</sup> Co	6,20E+04	4,80E+03
<sup>89</sup> Sr	6,50E+05	2,80E+04
<sup>90</sup> Sr	1,19E+03	8,80E+01
<sup>134</sup> Cs	4,00E+07	2,00E+06
<sup>137</sup> Cs	6,06E+07	2,60E+06

Sursă: MIR.1200 Preliminary data and information for safety and environmental licensing, Appendix 3

Tabelul 64: Emisiile în cazul funcționării normale pentru două blocuri (Bq/an)

Am făcut următoarele considerații suplimentare referitoare la radionuclizii emiși:

- trițiul a fost considerat 100 % vapori
- radiocarbonul a fost considerat în proporție de 5 % CO<sub>2</sub>, iar 95 % organic, în baza datelor de emisie a mai multor ani de la Paks.
- radioizotopii au fost considerați în proporție de 4 % aerosol, 40 % elementar, iar 56 % organic, în baza valorilor medii de emisie a mai multor ani de la Centrala Nucleară Paks.

gazele nobile au fost identificate ca gaze elementare, iar radionuclizii nespecificați în paragraful anterior au fost identificați ca aerosoli. Și în acest caz am folosit programul „SS57” amintit mai înainte, și din concentrațiile calculate în baza celor de mai sus am determinat următoarele doze:

- ❖ expunere externă la radiații
  - doză gamma de imersie
  - doză gamma de pe suprafața solului
  - doză gamma provenită din resuspensie
  - doză beta de imersie (doză –pe suprafața pielii)
- ❖ expunere internă la radiații
  - doză provenită din inhalare

- doză de inhalare provenită din resuspensie
- doză de ingestie provenită din consumul alimentelor

Bazându-ne pe datele meteorologice ale anului 2009, calculele au fost efectuate pentru grupa de copii de 1-2 ani și pentru adulți, conform următoarei repartizări teritoriale:

Grupă de sectoare teritoriale	Sector	Cerc de rază între	Distanță [km]
4-7	4,5,6,7	< 1 km	0,5
8-11	8,9,10,11	1-5 km	3
12-15	12,13,14,15	5-10 km	7,5
16-3	16,1,2,3	10-30 km	20
Csámpa	12	Csámpa	1,5

Tabelul 65: Repartizarea teritorială a calculelor emisiilor

Din următoarele două tabele -se poate observa faptul că rezultatele în principiu sunt asemănătoare cu valorile calculate pentru emisiile blocurilor existente, iar rezultatele obținute pentru dozele -efective referitoare la copiii din Csámpa sunt inferioare valorilor maxime calculate pe mai mulți ani. Acest lucru se datorează pe de o parte faptului că localitatea Csámpa se situează puțin mai departe și într-o direcție puțin diferită față de noile coșuri, iar pe de altă parte valorile medii ale emisiilor comunicate diferă de cele anterioare .

În conformitate cu emisiile, proporția unor nuclizi este alta decât în cazul celorlalte blocuri, dar și în acest caz este predominantă doza exterioară a gazelor nobile (domină  $^{88}\text{Kr}$ ) și ingestia provenită din radiocarbon. Pe lângă acestea o contribuție apreciabilă la realizarea dozei o au tritiul,  $^{131}\text{I}$  (elementar) și izotopii Cs. Doza copiilor de 1-2 ani este cu ceva mai ridicată decât cea a adulților, și în ambele cazuri dozele externe sunt mai elevate.

Deoarece pe teritoriul analizat dozele efective calculate nu depășesc nicăieri valoarea de  $90 \mu\text{Sv}$ , chiar și valorile calculate cele mai ridicate (pentru distanța de 500 m s-a ajuns numai la valoarea de 220 nSv în cazul copiilor mici) sunt mai reduse cu două și jumătate ordine de mărime, putem afirma că funcționarea normală a centralei nu reprezintă un risc mai mare de neutru (mai mare decât valoarea de  $90 \mu\text{Sv}$ ) în afara zonei de securitate.

Distanță	<1 km				1-5 km				5-10 km				10-30 km				1,5 km
	4-7	8-11	12-15	16-3	4-7	8-11	12-15	16-3	4-7	8-11	12-15	16-3	4-7	8-11	12-15	16-3	12
Traseu/Sector	4-7	8-11	12-15	16-3	4-7	8-11	12-15	16-3	4-7	8-11	12-15	16-3	4-7	8-11	12-15	16-3	12
Gamma de imersie	1,1E-07	1,3E-07	8,4E-08	7,2E-08	1,5E-08	2,2E-08	9,2E-09	1,4E-08	3,3E-09	5,0E-09	1,8E-09	3,2E-09	5,0E-10	7,7E-10	2,5E-10	5,1E-10	4,0E-08
Gamma de suprafață	1,7E-09	2,1E-09	1,4E-09	1,2E-09	3,2E-10	4,8E-10	2,1E-10	3,0E-10	8,8E-11	1,4E-10	5,2E-11	8,7E-11	1,6E-11	2,5E-11	8,3E-12	1,7E-11	7,7E-10
Gamma de resusp.	1,9E-13	2,3E-13	1,5E-13	1,3E-13	2,6E-14	3,8E-14	1,6E-14	2,4E-14	5,9E-15	8,8E-15	3,3E-15	5,7E-15	1,1E-15	1,6E-15	5,5E-16	1,1E-15	6,8E-14
Beta de imersie*	7,8E-08	9,7E-08	6,2E-08	5,3E-08	1,3E-08	2,0E-08	8,6E-09	1,3E-08	3,5E-09	5,4E-09	2,0E-09	3,5E-09	6,1E-10	9,4E-10	3,1E-10	6,3E-10	3,4E-08
Extern total	1,1E-07	1,3E-07	8,6E-08	7,4E-08	1,6E-08	2,3E-08	9,5E-09	1,4E-08	3,4E-09	5,2E-09	1,9E-09	3,3E-09	5,2E-10	8,0E-10	2,6E-10	5,3E-10	4,1E-08
Inhalare	6,4E-09	7,5E-09	5,0E-09	3,8E-09	1,2E-09	1,8E-09	7,4E-10	1,1E-09	3,1E-10	4,7E-10	1,8E-10	3,0E-10	6,3E-11	9,3E-11	3,2E-11	6,1E-11	2,8E-09
Inhalare resusp.	2,2E-12	2,7E-12	1,7E-12	1,5E-12	3,0E-13	4,4E-13	1,8E-13	2,7E-13	6,5E-14	9,7E-14	3,6E-14	6,2E-14	1,1E-14	1,7E-14	5,8E-15	1,1E-14	7,8E-13
Ingestie	6,7E-08	7,9E-08	5,1E-08	4,2E-08	9,6E-09	1,4E-08	5,8E-09	8,6E-09	2,2E-09	3,2E-09	1,2E-09	2,0E-09	4,0E-10	5,9E-10	2,1E-10	3,9E-10	2,5E-08
Interne total	7,4E-08	8,7E-08	5,6E-08	4,5E-08	1,1E-08	1,6E-08	6,5E-09	9,8E-09	2,5E-09	3,7E-09	1,4E-09	2,3E-09	4,7E-10	6,9E-10	2,4E-10	4,5E-10	2,8E-08
Total	1,8E-07	2,2E-07	1,4E-07	1,2E-07	2,6E-08	3,9E-08	1,6E-08	2,4E-08	5,8E-09	9,0E-09	3,3E-09	5,7E-09	9,9E-10	1,5E-09	5,0E-10	9,7E-10	6,9E-08

1 % a valorii dozei beta de imersie (doza pe suprafața pielii) figurează în dozele externe și complete (efective).

Tabelul 66: Dozele - pentru copii de 1-2 ani, pe traseele de iradiere (I+II), Sv, în baza datelor meteorologice ale anului 2009

Distanță	<1 km				1-5 km				5-10 km				10-30 km				1,5 km
	4-7	8-11	12-15	16-3	4-7	8-11	12-15	16-3	4-7	8-11	12-15	16-3	4-7	8-11	12-15	16-3	12
Traseu/Sector	4-7	8-11	12-15	16-3	4-7	8-11	12-15	16-3	4-7	8-11	12-15	16-3	4-7	8-11	12-15	16-3	12
Gamma de imersie	1,0E-07	1,3E-07	8,0E-08	6,8E-08	1,4E-08	2,1E-08	8,7E-09	1,3E-08	3,1E-09	4,7E-09	1,7E-09	3,0E-09	4,7E-10	7,2E-10	2,4E-10	4,8E-10	3,8E-08
Gamma de suprafață	1,4E-09	1,8E-09	1,2E-09	1,0E-09	2,8E-10	4,3E-10	1,8E-10	2,7E-10	7,8E-11	1,2E-10	4,6E-11	7,8E-11	1,4E-11	2,2E-11	7,4E-12	1,5E-11	6,7E-10
Gamma de resusp.	1,6E-13	2,1E-13	1,3E-13	1,2E-13	2,3E-14	3,4E-14	1,4E-14	2,1E-14	5,2E-15	7,7E-15	2,9E-15	5,0E-15	9,5E-16	1,4E-15	4,9E-16	9,3E-16	6,0E-14
Beta de imersie*	7,8E-08	9,7E-08	6,2E-08	5,3E-08	1,3E-08	2,0E-08	8,6E-09	1,3E-08	3,5E-09	5,4E-09	2,0E-09	3,5E-09	6,1E-10	9,4E-10	3,1E-10	6,3E-10	3,4E-08
Extern total	1,0E-07	1,3E-07	8,2E-08	7,0E-08	1,5E-08	2,2E-08	8,9E-09	1,3E-08	3,2E-09	4,8E-09	1,8E-09	3,1E-09	4,9E-10	7,5E-10	2,5E-10	5,0E-10	3,9E-08
Inhalare	9,3E-09	1,1E-08	7,1E-09	5,4E-09	1,6E-09	2,3E-09	9,5E-10	1,4E-09	3,9E-10	5,8E-10	2,2E-10	3,6E-10	7,9E-11	1,1E-10	4,0E-11	7,5E-11	3,8E-09
Inhalare resusp.	6,1E-12	7,6E-12	4,8E-12	4,3E-12	8,5E-13	1,3E-12	5,2E-13	7,8E-13	1,9E-13	2,9E-13	1,1E-13	1,8E-13	3,5E-14	5,1E-14	1,8E-14	3,4E-14	2,2E-12
Ingestie	4,1E-08	4,9E-08	3,2E-08	2,6E-08	6,0E-09	8,8E-09	3,6E-09	5,4E-09	1,4E-09	2,1E-09	7,7E-10	1,3E-09	2,7E-10	3,9E-10	1,4E-10	2,6E-10	1,5E-08
Interne total	5,0E-08	6,0E-08	3,9E-08	3,1E-08	7,5E-09	1,1E-08	4,6E-09	6,8E-09	1,8E-09	2,6E-09	1,0E-09	1,7E-09	3,5E-10	5,0E-10	1,7E-10	3,3E-10	2,0E-08
Teljes	1,5E-07	1,9E-07	1,2E-07	1,0E-07	2,2E-08	3,3E-08	1,3E-08	2,0E-08	5,0E-09	7,5E-09	2,8E-09	4,8E-09	8,4E-10	1,3E-09	4,2E-10	8,2E-10	5,9E-08

1 % a valorii dozei beta de imersie (doza de piele pe suprafața pielii) figurează în dozele externe și complete (efective).

Tabelul 67: Dozele - pentru adulți, pe trasee de iradiere (I+II), Sv în baza datelor meteorologice ale anului 2009

### Expunerea la radiații în caz de defecțiuni de funcționare proiectate

În vederea analizei evenimentelor defecțiunii de funcționare proiectate din cadrul TA4 (Bază de proiectare 4) am considerat ca bază cazul existent în furnizarea de date [41] din partea partenerului rus DBC4 (Design Basis Category 4). În cazul evenimentului TA4/DBC4 emisiile produse prin coșul de înălțime de 100 m au fost luate în considerare cu înălțimea efectivă de 120 m, iar în cazul emisiilor „de suprafață” am calculat cu înălțimea ventilatoarelor existente pe acoperișul clădirilor, care este de 35 m. Pentru calcule am utilizat și în acest caz modelul nostru „SS57”. Am luat în considerare două cazuri distincte: doze timpurii (în baza emisiilor de 10 zile) și târzii (în baza emisiilor de 30 de zile). În ambele cazuri dozele au fost calculate pentru o situație meteorologică dată, și pentru grupa de vârstă a copiilor de 1-2 ani și pentru adulți. Am considerat că emisia s-a produs în cursul verii, ceilalți parametri au coincis cu cei utilizați în cazul condițiilor normale.

#### Condiții meteorologice obișnuite, cu precipitații reduse:

Categoria de stabilitate (Pasquill): D

Viteza vântului: 5 m/s (18 km/h)

Precipitații: 2,8E-7 m/s (1 mm/h)

Pentru determinarea zonei de impact, prin aproximații am stabilit distanțele la care dozele sunt maxime. În cadrul scenariilor presupuse am efectuat calculele pentru următoarele distanțe: 300 m, 400 m (distanța dozei maxime), 600 m, 800 m, 3 km, 10 km, 20 km, 30 km.

Dozele timpurii: din emisiile de „suprafață” de 10 zile și din emisiile prin coș am calculat dozele de mai jos provenite din nori și de pe suprafața solului, pe care le-am însumat:

- doză gamma de imersie
- doză beta de imersie (în sumă este reprezentată prin 1 %)
- doză gamma de pe suprafața solului
- doză provenită din inhalare
- doze provenite din resuspensie

Nuclid	emisiile prin coș de 10 zile	emisiile de „suprafață” de 10 zile
<sup>131</sup> I (elementar)	2,90E+08	2,10E+09
<sup>132</sup> I (elementar)	1,50E+07	1,00E+08
<sup>133</sup> I (elementar)	5,80E+07	4,00E+08
<sup>134</sup> I (elementar)	3,20E+06	2,30E+07
<sup>135</sup> I (elementar)	1,00E+07	7,10E+07
<sup>131</sup> I (organic)	8,70E+09	6,10E+09
<sup>132</sup> I (organic)	1,70E+08	1,20E+08
<sup>133</sup> I (organic)	1,40E+09	9,80E+08
<sup>134</sup> I (organic)	2,00E+07	1,40E+07
<sup>135</sup> I (organic)	1,90E+08	1,30E+08
<sup>85m</sup> Kr	9,60E+10	6,70E+08
<sup>87</sup> Kr	4,40E+10	3,10E+08
<sup>88</sup> Kr	1,80E+11	1,20E+09
<sup>133</sup> Xe	9,70E+13	6,80E+11
<sup>135</sup> Xe	3,30E+11	2,30E+09
<sup>138</sup> Xe	7,00E+09	4,90E+07
<sup>134</sup> Cs	6,20E+05	4,30E+07
<sup>137</sup> Cs	2,20E+05	1,60E+07

Tabelul 68: Emisiile timpurii (Bq)

Doze târzii: din emisiile de „suprafață“ de 30 de zile și din emisiile prin coș am calculat dozele de mai jos provenite din nori și de pe suprafața solului, pe care le-am însumat:

- doză gamma de imersie
- doză beta de imersie (în sumă este reprezentată prin 1 %)
- doză gamma de pe suprafața solului
- doză provenită din inhalare
- doze provenite din resuspensie
- doză provenită din ingestie

Nuclid	emisii prin coș de 30 zile	emisii de „suprafață“ de 30 zile
<sup>131</sup> I (elementar)	4,30E+08	3,00E+09
<sup>132</sup> I (elementar)	1,50E+07	1,00E+08
<sup>133</sup> I (elementar)	5,80E+07	4,00E+08
<sup>134</sup> I (elementar)	3,20E+06	2,30E+07
<sup>135</sup> I (elementar)	1,00E+07	7,10E+07
<sup>131</sup> I (organic)	1,40E+10	9,80E+09
<sup>132</sup> I (organic)	1,70E+08	1,20E+08
<sup>133</sup> I (organic)	1,40E+09	9,80E+08
<sup>134</sup> I (organic)	2,00E+07	1,40E+07
<sup>135</sup> I (organic)	1,90E+08	1,30E+08
<sup>85m</sup> Kr	9,60E+10	6,70E+08
<sup>87</sup> Kr	4,40E+10	3,10E+08
<sup>88</sup> Kr	1,80E+11	1,20E+09
<sup>133</sup> Xe	1,30E+14	9,20E+11
<sup>135</sup> Xe	3,30E+11	2,30E+09
<sup>138</sup> Xe	7,00E+09	4,90E+07
<sup>134</sup> Cs	6,20E+05	4,30E+07
<sup>137</sup> Cs	2,20E+05	1,60E+07

Tabelul 69: Emisiile târzii (Bq)

Calcululele au fost efectuate și pentru adulți și grupul de copii de 1-2 ani, dozele târzii provenite din depunerile de pe suprafața solului au fost integrate în cazul adulților la 50 de ani, iar la copii la 70 de ani, respectiv, în cazul dozelor interne în toate cazurile am calculat cu factori de doze comitid. Drept presupuneri conservative suplimentare am considerat prezența permanentă și consumul exclusiv al alimentelor produse la fața locului, respectiv faptul că nu a fost întreprinsă nici o măsură de protecție.

Precum se poate observa și în tabelul de mai jos, în nici unul dintre cazurile doza calculată nu depășește valoarea efectului neutru (doza efectivă < 90 μSv/an) (valoarea dozei maxime: 21 μSv - doza târzie a copiilor mici la 400 m), motiv pentru care putem concluziona că dincolo de zona de securitate (și de fapt chiar și în interiorul ei) pot fi așteptate doar efecte neutre.

Caz/distanță	300m	400m	600m	800m	3km	10km	20km	30km
copii mici, timpurie	9,00E-07	<b>1,10E-06</b>	9,02E-07	6,56E-07	1,17E-07	1,59E-08	4,78E-09	2,38E-09
adulți, timpurie	5,30E-07	<b>6,53E-07</b>	5,22E-07	3,95E-07	8,40E-08	1,20E-08	3,65E-09	1,85E-09
copii mici, târzie	1,70E-05	<b>2,10E-05</b>	1,61E-05	1,12E-05	8,30E-07	5,30E-08	1,07E-08	4,34E-09
adulți, târzie	1,60E-05	<b>2,00E-05</b>	1,51E-05	1,01E-05	7,75E-07	4,60E-08	8,80E-09	3,46E-09

Tabelul 70: Dozele totale cumulate ale defecțiunii de funcționare proiectate (Sv)

În legătură cu dozele timpurii se poate afirma că în cazul distanțelor mici (de exemplu în cazul maxim de 400 m) partea cea mai mare a dozei este cauzată de emisia de „suprafață”  $^{131}\text{I}$  (în primul rând prin inhalare), la distanțe mai mari devin proeminente gazele nobile, -, în special doza gamma de imersie provenită din emisiile prin coș al lui  $^{133}\text{Xe}$  (ceea ce în mod evident este o valoare cu ordini de mărime mai mică decât doza calculată în maximum). În acest scenariu doza adulților este semnificativ mai mică (la distanțele mici este aproape jumătatea) decât a copiilor mici.

Marea majoritate a dozelor târzii la distanțe mici se datorează emisiilor „la suprafață” (în primul rând din cauza radiațiilor gamma de pe suprafața solului și prin ingestie) ale celor doi izotopi ale lui Cs (și într-o parte mai mică al lui  $^{131}\text{I}$ ), iar în cazul distanțelor mai mari domină și în acest caz în primul rând doza gamma de imersie a lui  $^{133}\text{Xe}$  provenită din emisia prin coș. Doza adulților este mai mică și în acest caz decât cea a copiilor, dar la distanță mică această diferență este redusă (în acest caz doza gamma mai mare a copiilor provenită de pe suprafața solului aproape că este compensată de doza mai mare a adulților provenită din ingestie).

### Expunerea la radiații provenită din emisii lichide

Pe traseul de scurgere a emisiilor lichide ale Centralei Nucleare Paks (canalul de apă caldă) deșeurile radioactive lichide care ajung în Dunăre se amestecă și se diluează înainte de a ajunge la punctele de scoaterea apei sau în alte locuri de valorificare. Astfel impuritățile radioactive ajung în contact cu oamenii în mod direct prin valorificarea apei Dunării, sau în mod indirect (prin lanțul trofic), astfel pot produce expunerea la radiații externe, respectiv interne. Modelul utilizat la calculul expunerii la radiații se bazează pe recomandările Agenției Internaționale pentru Energie Atomică. Emisiile lichide planificate ale blocurilor ruse de tip VVER 1200 MW se referă la un bloc și se bazează pe datele furnizorului rus:

Radionuclid	$^3\text{H}$	$^{14}\text{C}$	$^{131}\text{I}$	$^{132}\text{I}$	$^{133}\text{I}$	$^{134}\text{I}$	$^{135}\text{I}$	$^{89}\text{Sr}$
Emisie/bloc	9,1E+12	1,05E+09*	3,5E+07	2,3E+06	1,2E+07	1,4E+06	3,9E+06	8,1E+05
Radionuclid	$^{90}\text{Sr}$	$^{134}\text{Cs}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{51}\text{Cr}$	$^{54}\text{Mn}$	$^{60}\text{Co}$	$^{58}\text{Co}$	
Emisie/bloc	2,3E+03	8,0E+07	1,2E+08	5,5E+05	6,1E+05	2,5E+06	5,6E+05	

\* valoare estimată de Isotoptech Zrt.

Tabelul 71: Emisiile lichide planificate ale blocului rus de tip VVER 1200 MW (Bq/an) [30]

Tabelul 72 conține expunerea anuală la radiații datorate emisiilor lichide a copiilor de vârstă între 1 și 2 ani și a adulților din Gerjen - care reprezintă grupa de locuitori de referință (critică) din punctul de vedere al noilor blocuri planificate. Conform rezultatelor obținute, doza populației adulte - în baza emisiilor anuale indicate, a datelor consumurilor preconizate și a caracteristicilor modului de viață - depășește doza copiilor de 1-2 ani. În cazul ambelor grupe este dominantă - practic în proporție de 100% - expunerea internă la radiații, iar în cadrul acesteia contribuția cea mai importantă o are  $^3\text{H}$  și  $^{14}\text{C}$  (la copii). În cazul adulților se evidențiază contribuția importantă a lui  $^{134}\text{Cs}$  și  $^{137}\text{Cs}$ . Cu toate acestea expunerea la radiații - în pofida aproximărilor puternic conservative - este redusă, valorile calculate pentru două blocuri reprezintă doar 2-3 miimi a valorii dozei de constrângere.

Radionuclid	Copii de 1-2 ani			Adult		
	extern	intern	total	extern	intern	total
$^{58}\text{Co}$	4,2E-04	1,2E-03	1,7E-03	4,3E-04	5,8E-04	1,0E-03
$^{60}\text{Co}$	1,8E-02	5,2E-02	7,0E-02	1,8E-02	1,6E-02	3,4E-02
$^{51}\text{Cr}$	9,0E-06	6,8E-05	7,7E-05	9,2E-06	4,2E-05	5,1E-05
$^{134}\text{Cs}$	9,5E-02	2,6E+00	2,7E+00	9,6E-02	1,9E+01	1,9E+01
$^{137}\text{Cs}$	1,4E-01	3,4E+00	3,5E+00	1,4E-01	2,0E+01	2,1E+01
$^3\text{H}$ (HTO)	0,0E+00	5,1E+01	5,1E+01	0,0E+00	5,1E+01	5,1E+01
$^{14}\text{C}$	0	3,9E+01	3,9E+01	0	3,9E+01	3,9E+01
$^{131}\text{I}$	2,2E-04	9,3E-01	9,3E-01	3,5E-04	2,1E-01	2,2E-01
$^{132}\text{I}$	7,6E-05	2,0E-04	2,7E-04	1,3E-04	7,9E-05	2,1E-04
$^{133}\text{I}$	1,1E-04	2,5E-02	2,6E-02	1,8E-04	6,9E-03	7,0E-03
$^{134}\text{I}$	5,3E-05	3,7E-05	9,1E-05	9,2E-05	1,8E-05	1,1E-04
$^{135}\text{I}$	9,2E-05	1,3E-03	1,4E-03	1,6E-04	4,4E-04	5,9E-04
$^{54}\text{Mn}$	2,7E-04	5,9E-04	8,6E-04	2,8E-04	6,2E-04	9,0E-04
$^{89}\text{Sr}$	8,1E-06	3,8E-03	3,8E-03	8,2E-06	1,4E-03	1,4E-03
$^{90}\text{Sr}$	5,1E-07	1,7E-04	1,7E-04	5,1E-07	1,5E-04	1,5E-04
<b>Total</b>	<b>2,5E-01</b>	<b>9,7E+01</b>	<b>9,7E+01</b>	<b>2,6E-01</b>	<b>1,3E+02</b>	<b>1,3E+02</b>

Tabelul 72: Doza locuitorilor din Gerjen, grupe de vârstă: copii între 1-2 ani și adulți, provenită din emisiile lichide din blocurile rusești de tip VVER 1200 MW (nSv/an)



### **Analiza posibilității evidențierii concentrației activității mediului și a eventualelor acumulări provenite din emisiile aeriene și acvatice ale centralei Paks II.**

Obiectivul nostru a fost investigarea faptului dacă impacturile emisiilor aeriene și lichide ale celor două blocuri rusești de tip VVER 1200 MW sunt sau nu măsurabile în unele elemente ale mediului sau în eventualele acumulări. Am utilizat o abordare conservativă în sensul că am comparat concentrațiile cele mai ridicate ale activității cu valorile detectibilității - obținute în cadrul programului de verificare a mediului efectuat în mod normal în cadrul centralei.

În cazul emisiilor aeriene am comparat concentrațiile activității calculate din valorile de emisie ale anului 2009 cu limitele caracteristice obținute cu ocazia măsurătorilor de verificare a mediului din cadrul centralei. Am luat valorile maxime ale concentrației activității referitoare la diferitele direcții (ale aerului, suprafeței solului, cârnii, cerealelor, legumelor, laptelui) determinate la anumite distanțe (<1; 1-5 km, 5-10 km, 10-30 km), respectiv valorile calculate pentru distanța de 1,5 km, după care acestea au fost raportate la limitele detectate. Rezultatele au indicat faptul că în prima grupă (care reprezintă măsurători care pot fi efectuate) există posibilitatea evidențierii numai a câtorva radionuclizi, mai ales în privința tritiului și radiocarbonului. În grupa a doua (care cuprinde cazurile în care măsurările au putut fi efectuate doar prin eforturi mai mari) aparțin, pe lângă câteva radionuclizi ale concentrației aerului, și unele elemente ale activității suprafeței solului, care în principiu ar putea fi măsurate, de exemplu iodul elementar, cesiul radioactiv (care însă este prezent și în mod independent de centrală, în concentrație mai mare decât valoarea stabilită în cadrul prezentei lucrări), dar acestea ar putea - fi determinate mai ales la distanțe mai mici față de Centrala Nucleară Paks. În baza calculelor restul radionuclizilor sunt cuprinse în categoria care nu poate fi măsurată.

În cazul emisiilor acvatice concentrația activității a fost calculată în mod identic ca și la emisiile aeriene, dar în acest caz pentru elementele mediului care formează lanțului trofic acvatic, pornind de la apa Dunării, prin sedimentele și carnea de pește, iar prin căile de irigații în sol, legumele, furajele, laptele de vacă și carnea de vită. În cazul primei grupe - care cuprinde numai conținutul de tritiu și radiocarbon al apei Dunării, respectiv concentrația activității <sup>137</sup>Cs de așteptat în - peștir - ar fi posibilă evidențierea impacturilor noilor blocuri utilizând metode specifice care nu ar necesita resurse substanțial mai ridicate decât cele efectuate în cadrul programei controlului de rutină. În cazul grupeii a doua determinarea prezenței lui <sup>137</sup>Cs (în apa Dunării, sedimente și furaje) ar necesita eforturi mult mai mari (cantitate de mostre foarte mare, echipamente de măsură foarte sensibile, timp de măsurare extrem de lung). În cazul grupeii a treia nu există nici o șansă reală pentru determinarea impactului centralei asupra mediului.

Ca rezumat putem afirma că în cazul funcționării normale a centralei Paks II. în privința emisiilor aeriene și acvatice impactul radiologic este foarte redus, cu ordini de mărime sub valoarea dozei de constrângere (90 μSv/an).

### **Zonele de impact ale funcționării centralei Paks II.**

În cazul calificării impactului radiologic am utilizat următoarea categorisire:

Calificare	Impact radiologic (E = doză efectivă)
neutru	$E < 90 \mu\text{Sv/an}$
suportabil	$90 \mu\text{Sv/an} < E < 1 \text{ mSv/an}$
împovărător	$1 \text{ mSv/an} < E < 10 \text{ mSv/2 zile sau } 10 \text{ mSv/eveniment}^*$
dăunător	$10 \text{ mSv/2 zile sau } 10 \text{ mSv/eveniment} < E < 1 \text{ Sv/eveniment}^{**}$
eliminator	$1 \text{ Sv/durată de viață} < E$

\* fără efectele lanțului trofic

\*\* pe toată durata de viață (50 de ani pentru adulți, 70 de ani pentru copii), fără efectele lanțului trofic

unde

*90 μSv/an este valoarea dozei de constrângere determinată de Institutul Național de Sănătate Publică*

*1 mSv/an este limita dozei - asupra populației*

*10 mSv doză evitabilă referitoare la cazurile care diferă de funcționarea normală*

*1 Sv/durată de viață este nivelul de intervenție în situație de urgență în vederea mutării definitive a populației.*

În cazul funcționării normale impacturile radiologice însumate (directe, indirecte) rămân sub valorile dozei de constrângere (impact neutru) în interiorul cercului de rază de 500 m, și deoarece aceste valori se realizează și la limitele zonei de securitate, astfel **în cazul funcționării normale** limita zonei de impact poate fi considerată ca fiind identică cu limita zonei de siguranță.



Figura 103: Zona de impact a centralei Paks II. în cazul funcționării normale: cerc de rază de 500 m în interiorul zonei de siguranță de 500 m

(La indicarea zonei de impact am luat centrul celor două coșuri, impactul a fost indicat în interiorul cercului de rază de 500 m, având centrul în acest punct. Precum se poate observa în figura de mai sus, zona de securitate cuprinde acest cerc de rază de 500 m).

### **Impacturile comune și zona de impact ale centralei Paks II., Centralei Nucleare Paks și DICU**

În tabelele de mai jos sunt redată dozele maxime efective cumulate ale celor trei unități (centrala Paks II., Centrala Nucleară Paks și DICU) datorate emisiilor aeriene în condițiile funcționării normale, pentru cele două grupe de vârstă și în funcție de distanțe -. În baza acestora se poate observa că doza cumulată rămâne cu două mărimi de unități - sub valoarea neutră.

Centrală/teritoriu	Csámpa	<5km	5-10km	10-30km
Centrala Nucleară Paks (2009)	8,40E-08	4,00E-08	6,50E-09	1,00E-09
Paks II. (2009)	6,90E-08	3,90E-08	9,00E-09	1,50E-09
DICU (2011)	1,40E-09	4,00E-10	6,60E-11	1,00E-11
<b>Total</b>	<b>1,54E-07</b>	<b>7,94E-08</b>	<b>1,56E-08</b>	<b>2,51E-09</b>

Tabelul 73: Dozele efective ale centralei Paks II., Centralei Nucleare Paks și DICU din anul cu valorile maxime, pentru copii de 1-2 ani, Sv

Centrală/teritoriu	Csámpa	<5km	5-10km	10-30km
Centrala Nucleară Paks (2009)	6,00E-08	2,90E-08	4,70E-09	7,30E-10
Paks II. (2009)	5,90E-08	3,30E-08	7,50E-09	1,30E-09
DICU (2011)	7,00E-10	2,10E-10	3,40E-11	6,60E-12
<b>Total</b>	<b>1,20E-07</b>	<b>6,22E-08</b>	<b>1,22E-08</b>	<b>2,04E-09</b>

Tabelul 74: Dozele efective ale centralei Paks II., Centralei Nucleare Paks și DICU din anul cu valorile maxime, pentru adulți, Sv

Copii între 1-2 ani (nSv/an)	Adult (nSv/an)
1,54E+02	2,04E+02

Tabelul 75: Impactul maxim comun anual al emisiilor lichide în localitatea Gerjen

În cazul expunerii la radiații provenite din funcționarea normală, zona de impact va fi limita comasată a zonelor de siguranță a centralei Paks II., Centralei Nucleare Paks și DICU.

#### **Sistem propus de control al -protecție împotriva radiațiilor**

Sistemul de monitorizare a protecției împotriva radiațiilor al Centralei Nucleare Paks care funcționează în momentul de față poate fi considerat complet, funcționează la nivel înalt chiar și în comparație internațională. Controlul emisiilor lichide și aeriene se realizează prin măsurători efectuate pe două nivele: sisteme de măsurare de la distanță prin măsurare continuă, și prin colectare de mostre.

Sistemului de măsurare de la distanță aparțin următoarele stații de măsurare de la distanță: stațiile de tip A (9 buc.), G (11 buc.) C (15 buc.) és B (1 buc., de control). Blocurile centralei Paks II. în bună parte vor fi înființate în interiorul sistemului de monitorizare a mediului existent în momentul de față, cu câteva excepții:

- Astfel propunem extinderea și în jurul centralei Paks II. al sistemului de monitorizare a protecției împotriva radiațiilor existent în momentul de față în cadrul Centralei Nucleare Paks
- Considerăm necesară mărirea numărului stațiilor de măsurare de tip „A” și „G”.
- Considerăm justificată extinderea stațiilor de tip „V”, în funcție de tehnologia aplicată.
- Propunem ca Laboratorul de Monitorizare a Mediului să extindă locurile de colectare a mostrelor și a măsurătorilor în jurul centralei Paks II. referitoare la elementele de mediu actuale, acestea fiind importante și din punctul de vedere al continuității și comparabilității (nivelelor de referință)
- Considerăm necesară înființarea noilor fântâni de monitorizare a apei freatică, conform celor prezentate în mod detaliat în cadrul capitolului *Agentul geologic și apele freactice în cadrul sediului și în apropierea sa imediată*.
- În vederea monitorizării pe două nivele a emisiilor aeriene și lichide ale blocurilor centralei Paks II., în coșurile noi, respectiv în punctele de emisie ale lichidelor trebuie instalate detectoare de radiații cu funcționare continuă, asemănătoare cu cele existente la ora actuală.

În cazul măsurătorilor de laborator se recomandă acordarea priorității măsurării selective a izotopilor, precum și procurarea instrumentelor cu sensibilitate mai ridicate. Structura de principiu a sistemului de monitorizare a protecției - împotriva radiațiilor este prezentată în figura de mai jos.

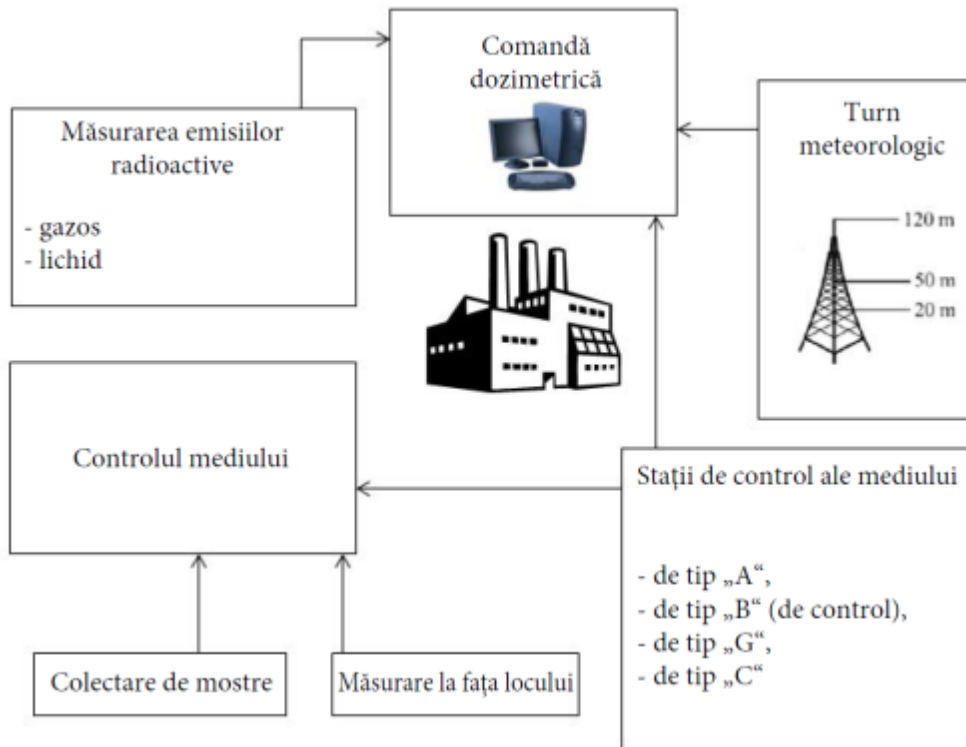


Figura 104: Structura de principiu a sistemului de monitorizare a protecției - împotriva radiațiilor propusă pentru Paks II.

### **Impactul asupra expunerii la radiații a populației din preajma centralei nucleare cauzat de scoaterea din folosință a centralei Paks II.**

În baza experienței internaționale se poate afirma că în cazul scoaterii din folosință nu poate fi așteptat impact mai mare asupra mediului decât în cazul funcționării normale, impacturile vor fi asemănătoare celor prezentate mai înainte, se pot modifica doar punctele de emisie și cantitățile de deșeu pot varia.

## **22 EXPUNEREA LA RADIAȚII A FLOREI ȘI FAUNEI**

Acest capitol al studiului de evaluare a impactului asupra mediului care analizează înființarea noilor blocuri în cadrul centralei nucleare de la Paks, se ocupă cu problema expunerii florei și faunei la radiațiile datorate surselor noi. Examinarea în acest mod a florei și faunei reprezintă un domeniu relativ nou a protecției împotriva radiațiilor, neexistând încă prevederi legale referitoare special la această activitate. Cu toate acestea de câțiva ani organizațiile științifice internaționale au prezentat deja propunerile lor în vederea reglementării domeniului la nivelul decizional. În consecință se poate aștepta ca mai devreme sau mai târziu vor apare și actele normative necesare care vizează asigurarea protecției speciilor florei și faunei și sistemelor ecologice împotriva radiațiilor ionizante generate de activitatea umană.

Din acest motiv a apărut necesitatea preocupării cu această problemă cât mai devreme în cadrul activităților de înființare a noilor blocuri nucleare. Pe de o parte este necesară determinarea nivelului de bază actual, deoarece toate creșterile potențiale ale expunerii la radiații se vor adăuga la acest nivel de bază, iar pe de altă parte cu scopul efectuării unor calcule estimative în sensul că blocurile planificate în ce măsură ar ridica - față de nivelul existent - expunerea la radiații a florei și faunei terestre și acvatice din jurul centralei. Deoarece nu au fost -determinate limite exprimate prin valori concrete referitoare la impacturile cauzate florei și faunei de o activitate nouă, pentru evaluarea acestora poate servi ca bază de comparație rezonabilă rata dozei de iradiere a unor viețuitoare provenită din radiația naturală de fond. Astfel dacă rata dozei suplimentare de iradiere care poate fi pusă pe seama activității umane constituie doar o parte infimă a radiației naturale, aceasta în mod sigur nu influențează în nici un fel funcționarea sistemelor existente în mediu.

Deoarece cunoștințele noastre referitoare la rata dozei de iradiere de fond în cazul florei și faunei sunt cât se poate de incomplete, a apărut necesitatea evaluării expunerii la radiațiile naturale - care există independent de activitatea umană -

a părții vie a mediului. Aceste radiații naturale există de la formarea Pământului și se datorează în primul rând izotopilor radioactivi ale uraniului, toriului și potasiului cu număr de masă 40, la impactul cărora - flora și fauna (inclusiv omul) întotdeauna a fost expusă. Datele provenite din măsurătorii de protecție împotriva radiațiilor colectate pentru această locație, respectiv din examinările noastre experimentale care au vizat întregirea, respectiv completarea datelor care lipsesc, asigură o imagine suficient de detaliată asupra dozelor de iradiere care acționează asupra viețuitoarelor terestre și acvatice. În concluzie deci, despre iradierea de fond care acționează asupra viețuitoarelor terestre se poate afirma pe de o parte că în cazul mării majorității al speciilor valoarea acesteia este sub  $0,5 \mu\text{Gy/h}$ . În cazul viețuitoarelor care acumulează calcarul, respectiv la mușchi această valoare poate fi mult mai mare, chiar depășind limitele de referință propuse în prezent pentru speciile florei și faunei. Pe de altă parte dacă la determinarea expunerii la radiații interne nu utilizăm factori specifici locului, în multe cazuri expunerea la radiații a unor specii poate fi subapreciată cu doi sau trei factori. În cazul viețuitoarelor acvatice nivelul natural de bază se încadrează într-un interval mai mare: cele care trăiesc în decursul întregii lor vieți în apă sau parțial la suprafața acesteia sau în atmosferă, pot fi caracterizate prin rata dozei de iradiere apropiată plantelor și animalelor terestre, totodată viețuitoarele care trăiesc pe fundul albiei sau în valve caracteristice solide (scoici, melci) pot fi caracterizate prin doză de iradiere cca. de zece ori mai mare.

Valoarea de referință de  $10 \mu\text{Gy/h}$  propusă pentru expunerea la radiații în cazul unui anumit habitat cuprinde toate emisiile surselor care acționează asupra habitatului respectiv, deci impactul unei noi surse planificate trebuie evaluată împreună cu impacturile surselor deja existente. Din acest motiv pe de o parte trebuie evaluat nivelul poluării radioactive din preajma localității Paks provenită din experiențele de armament nuclear (căderi globale de pulberi radioactive), iar pe de altă parte impactul de astăzi a accidentului de la Cernobîl asupra mediului din jurul lui Paks. Prin emisiile lor aeriene și acvatice, cele 4 blocuri ale centralei nucleare de la Paks - care funcționează de aproape 30 de ani -, contribuie de asemenea la ridicarea gradului de expunere a florei și faunei la radiații datorate activității umane. În zilele de astăzi aceste trei surse cauzează în comun expunerea florei și faunei la radiații de origine artificială.

Pe baza rezultatelor referitoare la componentii de mai sus efectuate cu ajutorul modelelor noastre în condițiile terestre se poate trage concluzia că contribuția centralei nucleare (max.  $\sim 10^{-4} \mu\text{Gy/h}$ ) este practic de neglijat față de expunerea la radiații de origine globală și de la Cernobîl ( $\sim 10^{-3} \mu\text{Gy/h}$ ).

Însă radiația de origine globală, care contribuie în mod esențial la expunerea la radiații de origine artificială, prezintă o tendință descrescătoare în timp, deoarece timpul de înjumătățire a izotopilor  $^{137}\text{Cs}$  și  $^{90}\text{Sr}$  - care determină în cea mai mare măsură această valoare - este comparabilă cu durata de viață a blocurilor reactorului. Pe data de intrare în funcțiune planificată a primului bloc în anul 2025 rata dozei de iradiere va fi mai redusă cu 25 %, deci nivelul de referință de bază în cazul grupelor de specii va fi doar a 3/4-a parte față de cel din zilele noastre.

Suma ratei dozei de iradiere interne și externe calculată pe baza modelului prevăzut pentru centrala care se va înființa, va fi egală cu valoarea expunerii la radiații a viețuitoarelor de referință terestre datorată funcționării de lungă durată a celor două blocuri ale centralei nucleare Paks II. Mărimea acesteia depinde bineînțeles de distanța de la coșurile de aerisire care emit materialele radioactive în atmosferă. Valoarea maximă probabilă se va forma cu mult în incinta centralei nucleare, iar mărimea acesteia în cazul majorității speciilor va fi în jurul lui  $0,5 \text{ nGy/h}$ . În zona cea mai apropiată de centrală (ceea ce înseamnă o distanță de cca. 1,5 km de la punctele de emisie) valorile indică apariția unei expunerii la radiații infimă, care nu se apropie deloc de valoarea de bază, care va fi identică în cazul tuturor viețuitoarelor de referință. Valoarea -expunerii - la radiații estimată este util să se compare în primul rând cu contribuția la nivelul de bază a centralei nucleare actuale, care funcționează de 30 de ani. Acestea din urmă reprezintă rata dozei de iradiere definite pentru vecinătatea stației A4, deci pentru locația de control cea mai apropiată zonei care este cel mai expus impactului centralei viitoare Paks II. Se poate concluda că din punctul de vedere al impactului, centrala planificată nu prezintă diferențe semnificative față de centrala deja existentă. La intrarea în funcțiune planificată pe anul 2025, cele două centrale nucleare ar da un increment mai mic decât 1-2 % din expunerea la radiații globale existentă la acea dată.

În legătură cu valoarea nivelului de bază referitoare la sursele artificiale trebuie menționat faptul că aceasta poate fi considerată valabilă pe întregul teritoriu dintre drumul național numărul 6 și Dunărea, deoarece conform măsurătorilor aferente concentrațiile activității solului care stau la baza acestei aproximări nu prezintă diferențe esențiale. Totodată considerăm necesară remarcarea faptului că valorile expunerii la radiații obținute la unele specii, care nu prezintă diferențe esențiale, și care reprezintă cca. 1 % din valoarea radiației de fond, dovedesc faptul că printre speciile care suferă impactul nu există nici una care ar necesita o atenție deosebită datorită pericolității sale.

În preajma Centralei Nucleare Paks trei habitate acvatice pot fi infectate din cauza emisiilor din centrală. În primul rând Dunărea, mai ales porțiunea de câteva sute de metri de sub canalul de apă caldă, acest loc fiind receptorul emisiilor lichide. Canalul ca atare fiind un obiect industrial, flora și fauna l-a populat - chiar dacă în diversitate restrânsă -, mai ales pe porțiunile de lângă mal. Lacul Kondor poate fi considerat ca habitat separat, fiind un braț mort de odinioară, însă prin

eleșterile înființate în mod artificial poate să aibă legături temporare cu canalul de apă caldă. Dintre aceste trei habitate concentrăm atenția în primul rând asupra Dunării, deoarece aceasta este receptorul emisiilor radioactive lichide provenite din actuala și din planificata centrală.

Calculule efectuate cu modelele care au la bază datele de emisie puse la dispoziția noastră indică faptul că impactul apei de răcire asupra viețuitoarelor acvatice care se află chiar la locul vărsării apei de răcire în Dunăre reprezintă doar un procent de a zecea - a suta parte a expunerii la radiații de fond. Este evident faptul că în direcția de aval pe Dunăre, datorită diluării, există probabilitatea unei expunerii și mai mici. În cadrul expunerii la radiații datorată funcționării normale pronosticată între valorile de 20 pGy/h și 1 nGy/h, radiațiile interne constituie partea determinantă.

organism	rata totală a dozelor $\mu\text{Gy/h}$				Contribuția lui Paks II. față de valoarea totală a centralelor- %	Contribuția lui Paks II. față de valoarea totală artificială %
	Paks II	Centrala Nucleară Paks	global	total		
amfibii	$9,96 \cdot 10^{-05}$	$5,18 \cdot 10^{-04}$	$5,65 \cdot 10^{-04}$	<b><math>1,18 \cdot 10^{-03}</math></b>	16,1	8,4
pești bentonice	$5,13 \cdot 10^{-04}$	$1,89 \cdot 10^{-03}$	$2,59 \cdot 10^{-03}$	<b><math>5,00 \cdot 10^{-03}</math></b>	21,3	10,3
păsări	$6,10 \cdot 10^{-05}$	$5,49 \cdot 10^{-04}$	$2,36 \cdot 10^{-04}$	<b><math>8,45 \cdot 10^{-04}</math></b>	10,0	7,2
scoici	$4,90 \cdot 10^{-04}$	$1,61 \cdot 10^{-03}$	$2,48 \cdot 10^{-03}$	<b><math>4,57 \cdot 10^{-03}</math></b>	23,4	10,7
raci	$5,89 \cdot 10^{-04}$	$2,04 \cdot 10^{-03}$	$3,27 \cdot 10^{-03}$	<b><math>5,90 \cdot 10^{-03}</math></b>	22,4	10,0
melci	$5,26 \cdot 10^{-04}$	$2,32 \cdot 10^{-03}$	$2,75 \cdot 10^{-03}$	<b><math>5,60 \cdot 10^{-03}</math></b>	18,5	9,4
larve de insecte	$1,10 \cdot 10^{-03}$	$4,87 \cdot 10^{-03}$	$6,12 \cdot 10^{-03}$	<b><math>1,21 \cdot 10^{-02}</math></b>	18,5	9,1
mamifere	$1,49 \cdot 10^{-04}$	$1,09 \cdot 10^{-03}$	$7,89 \cdot 10^{-04}$	<b><math>2,02 \cdot 10^{-03}</math></b>	12,1	7,4
pești pelagice	$1,00 \cdot 10^{-04}$	$7,05 \cdot 10^{-04}$	$5,19 \cdot 10^{-04}$	<b><math>1,32 \cdot 10^{-03}</math></b>	12,4	7,6
fitoplanctone	$8,58 \cdot 10^{-05}$	$4,91 \cdot 10^{-04}$	$2,37 \cdot 10^{-04}$	<b><math>8,13 \cdot 10^{-04}</math></b>	14,9	10,6
criptogame	$3,89 \cdot 10^{-04}$	$1,61 \cdot 10^{-03}$	$2,08 \cdot 10^{-03}$	<b><math>4,07 \cdot 10^{-03}</math></b>	19,5	9,6
zooplanctone	$3,16 \cdot 10^{-05}$	$1,72 \cdot 10^{-04}$	$5,38 \cdot 10^{-05}$	<b><math>2,58 \cdot 10^{-04}</math></b>	15,5	12,3

Tabelul 76: Contribuțiile centralei nucleare Paks II și ale surselor de -radiații artificiale la expunerea la radiații a viețuitoarelor acvatice din Dunăre în anul 2025.

Cu toate că proiectarea, construirea, respectiv funcționarea centralelor nucleare de capacitate mare, destinate scopurilor energetice, se caracterizează prin securitate ridicată, teoretic nu poate fi exclusă apariția unor situații - datorate unor defecțiuni de material, calamități naturale, eventualelor erori, omisiuni omenești - în care evacuarea energiei uriașe care se declanșează în vasul reactorului nu poate fi realizată prin metodele obișnuite din timpul funcționării normale. Deși probabilitatea survenirii unui astfel de eveniment este foarte redusă, majoritatea defecțiunilor care pot fi preconizate și consecințele lor sunt luate în considerare chiar din faza de proiectare, astfel tehnologiile necesare managementului lor sunt instalate chiar din faza de construcție a centralei.

În zilele noastre condiția indispensabilă a realizării unei centrale constituie efectuarea analizei de siguranță în conformitate cu protocoalele adoptate pe plan internațional, ceea ce a fost executată de proiectantul rus în concordanță cu așa-zisele recomandări EUR, astfel se cunoaște probabilitatea apariției defecțiunilor posibile mai importante, precum și inventarele emisiilor radioactive aparținătoare. Partea rusă a furnizat date amănunțite referitoare la mai multe cazuri de acest gen, cu ajutorul cărora am efectuat calcululele estimative referitoare la impacturile asupra florei și faunei, bazându-ne pe scenariul unei defecțiuni de funcționare proiectată de nivel T4 (frecvență:  $10^{-4} \cdot 10^{-6}/\text{an}$ ). Una dintre caracteristicile defecțiunii de funcționare proiectate, a cărei frecvență de apariție este foarte redusă, constituie faptul că atrage după sine doar emisii aeriene, care se realizează în condiții controlate. Acest lucru se poate întâmpla în două locuri: pe de o parte prin coșurile de înălțime de 100 de metri, care în condițiile funcționării normale sunt utilizate pentru emisii aeriene, pe de altă parte la locurile celor 4 evacuatoare de aburi de siguranță aparținătoare circuitului secundar, ceea ce înseamnă o emisie la înălțimea de 35 de metri.

În urma comparării vitezelor de emisie comunicate pentru unele perioade de timp ale evenimentului de funcționare analizat s-a putut constata faptul că izotopii cu perioadă de înjumătățire redusă ( $t_{1/2}$  ~câteva ore) ajung în mediu practic doar în cursul primei zile. Pe de altă parte s-a constatat că tehnologia de management a avariilor instalată și de presupus declanșată în mod automat reține cu un randament satisfăcător izotopii de iod aflați în stare elementară, dar cu timp de înjumătățire mai lungă, precum și -izotopii cesiului. 99,5 % a emisiilor aeriene este compus din gazul nobil  $^{133}\text{Xe}$ , majoritatea acestuia ajungând în mediu prin coșul de aerisire de înălțime de 100 m. Emisia izotopilor de cesiu, care au



timp de înjumătățire mult mai lung față de acestea, se realizează la înălțimea de 35 m în proporție de 99 %, și conform datelor, emisia acestora se restrânge doar la prima zi a evenimentului. Ceea ce privește activitatea care urmează să fie emisă, aceasta este a zece milioana parte a radiației xenonului, și este aproape identică cu activitatea cesiului emisă în cursul unui an de funcționare normală. Importanța acesteia constă în faptul că datorită direcției vântului care în general este constantă pe o perioadă de jumătate de zi /o zi, infectarea solului datorată căderilor de pulberi radioactive se realizează doar într-o fâșie relativ îngustă (corespunzătoare direcției dominante a vântului). În zona localității Paks vântul bate cel mai frecvent din direcție nord-vestică, astfel în cazul întâmplării efective a unui astfel de eveniment terenul cel mai afectat va fi cel de utilizare agrară care se află în direcția sud-estic.

Pentru estimarea impacturilor asupra florei și faunei terestre am modelat direcția de propagare și dimensiunile norului radioactiv care este degajat prin punctele de emisie, precum și căderile de pulberi radioactive provenite din acești nori, pentru mediul din preajma localității Paks și pentru situația meteorologică asemănătoare celei care a fost luată în considerare în cazul analizelor efectuate pentru blocurile care funcționează la ora actuală. Acesta corespunde clasei de stabilitate D al lui Pasquill (înălțimea startului de inversie: 560 m), la înălțimea de 120 m viteza vântului este de 5 m/s, și este un timp ploios pe toată durata evenimentului). Această ultimă condiție asigură o conservativitate importantă modelului, deoarece căderea uscată a pulberilor radioactive este cu mult inferioară efectului de spălare a precipitațiilor, astfel va fi supraapreciată rata dozei de radiație a solului provenită din radioactivitatea proaspătă -

În vederea aprecierii impactului timpuriu am tratat separat materialele radioactive emise în primele 10 zile, și am considerat că vântul bate totdeauna din aceeași direcție. Concentrațiile radioactive care s-au format în jurul punctului de emisie (atmosfera, sol), respectiv rata dozei de radiație provenită din norul radioactiv au fost modelate cu ajutorul unui program capabil să simuleze propagarea în atmosferă, între punctul de emisie și distanța de 20 de km în 20 de puncte distincte aflate la distanțe diferite. Rezultatele au arătat că maximum concentrațiilor materialelor emise prin coșurile de 35 de metri se află cu mult în interiorul centralei, iar în cazul coșurilor de aerisire de 100 de metri acest maximum se află la distanța de 1000 de metri, ceea ce se află tot în interiorul centralei chiar în cazul direcției cea mai probabile a vântului.

izotop	concentrația medie a activității provenită de la punctul de emisie de 100 de metri			concentrația medie a activității provenită de la punctul de emisie de 35 de metri		
	100 m	500 m	1500 m	100 m	500 m	1500 m
<b>atmosfera, Bq/m<sup>3</sup></b>						
<sup>85m</sup> Kr	3,74·10 <sup>-40</sup>	3,50·10 <sup>-03</sup>	1,46·10 <sup>-01</sup>	3,30·10 <sup>-03</sup>	2,66·10 <sup>-02</sup>	5,62·10 <sup>-03</sup>
<sup>87</sup> Kr	1,72·10 <sup>-40</sup>	1,60·10 <sup>-03</sup>	6,62·10 <sup>-02</sup>	1,52·10 <sup>-03</sup>	1,21·10 <sup>-02</sup>	2,49·10 <sup>-03</sup>
<sup>88</sup> Kr	7,06·10 <sup>-40</sup>	6,79·10 <sup>-03</sup>	3,02·10 <sup>-01</sup>	5,98·10 <sup>-03</sup>	5,10·10 <sup>-02</sup>	1,21·10 <sup>-02</sup>
<sup>131</sup> I	3,50·10 <sup>-41</sup>	3,29·10 <sup>-04</sup>	1,37·10 <sup>-02</sup>	4,03·10 <sup>-02</sup>	3,24·10 <sup>-01</sup>	6,79·10 <sup>-02</sup>
<sup>132</sup> I	7,20·10 <sup>-43</sup>	6,73·10 <sup>-06</sup>	2,79·10 <sup>-04</sup>	1,08·10 <sup>-03</sup>	8,58·10 <sup>-03</sup>	1,75·10 <sup>-03</sup>
<sup>133</sup> I	5,69·10 <sup>-42</sup>	5,31·10 <sup>-05</sup>	2,22·10 <sup>-03</sup>	6,78·10 <sup>-03</sup>	5,45·10 <sup>-02</sup>	1,14·10 <sup>-02</sup>
<sup>133</sup> Xe	3,78·10 <sup>-37</sup>	3,55·10 <sup>00</sup>	1,49·10 <sup>02</sup>	3,34·10 <sup>00</sup>	2,71·10 <sup>01</sup>	5,77·10 <sup>00</sup>
<sup>134</sup> Cs	2,41·10 <sup>-45</sup>	2,26·10 <sup>-08</sup>	9,44·10 <sup>-07</sup>	2,11·10 <sup>-04</sup>	1,70·10 <sup>-03</sup>	3,58·10 <sup>-04</sup>
<sup>134</sup> I	9,02·10 <sup>-44</sup>	8,35·10 <sup>-07</sup>	3,41·10 <sup>-05</sup>	1,80·10 <sup>-04</sup>	1,42·10 <sup>-03</sup>	2,79·10 <sup>-04</sup>
<sup>135</sup> I	7,80·10 <sup>-43</sup>	7,28·10 <sup>-06</sup>	3,03·10 <sup>-04</sup>	9,87·10 <sup>-04</sup>	7,90·10 <sup>-03</sup>	1,64·10 <sup>-03</sup>
<sup>135</sup> Xe	1,28·10 <sup>-39</sup>	1,20·10 <sup>-02</sup>	5,04·10 <sup>-01</sup>	1,13·10 <sup>-02</sup>	9,17·10 <sup>-02</sup>	1,95·10 <sup>-02</sup>
<sup>137</sup> Cs	8,99·10 <sup>-46</sup>	9,80·10 <sup>-09</sup>	5,13·10 <sup>-07</sup>	8,69·10 <sup>-05</sup>	9,03·10 <sup>-04</sup>	2,41·10 <sup>-04</sup>
<sup>138</sup> Xe	2,82·10 <sup>-41</sup>	2,59·10 <sup>-04</sup>	1,03·10 <sup>-02</sup>	2,38·10 <sup>-04</sup>	1,85·10 <sup>-03</sup>	3,53·10 <sup>-04</sup>
<b>sol, Bq/kg</b>						
<sup>131</sup> I	3,41·10 <sup>01</sup>	6,80·10 <sup>00</sup>	2,29·10 <sup>00</sup>	6,98·10 <sup>01</sup>	2,31·10 <sup>01</sup>	6,33·10 <sup>00</sup>
<sup>132</sup> I	1,45·10 <sup>-02</sup>	2,87·10 <sup>-03</sup>	9,89·10 <sup>-04</sup>	3,90·10 <sup>-02</sup>	1,67·10 <sup>-02</sup>	4,19·10 <sup>-03</sup>
<sup>133</sup> I	1,03·10 <sup>00</sup>	2,05·10 <sup>-01</sup>	6,92·10 <sup>-02</sup>	2,19·10 <sup>00</sup>	7,62·10 <sup>-01</sup>	2,06·10 <sup>-01</sup>
<sup>134</sup> Cs	3,49·10 <sup>-03</sup>	6,95·10 <sup>-04</sup>	2,43·10 <sup>-04</sup>	5,37·10 <sup>-01</sup>	1,29·10 <sup>-01</sup>	3,92·10 <sup>-02</sup>
<sup>134</sup> I	6,89·10 <sup>-04</sup>	1,36·10 <sup>-04</sup>	4,78·10 <sup>-05</sup>	2,51·10 <sup>-03</sup>	1,27·10 <sup>-03</sup>	2,96·10 <sup>-04</sup>
<sup>135</sup> I	4,51·10 <sup>-02</sup>	8,94·10 <sup>-03</sup>	3,03·10 <sup>-03</sup>	1,02·10 <sup>-01</sup>	3,87·10 <sup>-02</sup>	1,02·10 <sup>-02</sup>
<sup>137</sup> Cs	1,30·10 <sup>-03</sup>	3,02·10 <sup>-04</sup>	1,32·10 <sup>-04</sup>	2,21·10 <sup>-01</sup>	6,88·10 <sup>-02</sup>	2,66·10 <sup>-02</sup>

Tabelul 77: Concentrația activității datorată emisiilor de 10 zile pe suprafața și în apropierea suprafeței solului, în funcție de distanță

Rata dozei de radiație directă estimată în baza concentrațiilor radioactive cu impact asupra florei și faunei în apropierea exterioară imediată a centralei este de câteva nGy/h, ceea ce reprezintă cca. 1 % a valorilor caracteristice datorate expunerii la radiațiile naturale. În cazul în care în calculele efectuate în cadrul modelelor luăm în considerare și dinamica emisiilor perioadei timpurii (izotopii cu timp de înjumătățire scurt practic ajung în mediu doar în cursul primei zile), atunci în prima zi fiecare viețuitoare este expusă la o rată a dozei de radiație mai mare (aceste valori reprezintă cca. 5 - 10 % a expunerii la radiațiile naturale de fond), însă pe parcursul celor 9 zile care urmează rata dozei de radiație este dominată de expunerea exterioară la radiații datorată materialelor radioactive căzute anterior la sol (izotopi de cesiu și iod). În baza rezultatelor numerice se poate constata că impactul evenimentului uzinal de categoria TA4 prezentat mai înainte – chiar pe lângă condițiile meteorologice considerate nefavorabile – considerând impactul, este neutru față de flora și fauna din mediul înconjurător. Acest lucru înseamnă totodată și faptul că emisia datorată unui deranjament nu are drept consecință timpurie crearea unei zone de impact.

Aprecierea impacturilor târzii ale defecțiunii de funcționare analizate se efectuează în urma utilizării datelor de emisie comunicate pentru 30 de zile, în condițiile meteorologice amintite mai înainte. Vântul bate în continuare în direcția sesizată la începutul defecțiunii de funcționare, și plouă neconținut. Aceste condiții generează aprecieri cât se poate de conservative, deoarece tot materialul radioactiv emis se propagă într-o anumită direcție dată, iar impactul poate fi de așteptat numai într-o fâșie îngustă.

izotop	concentrația medie a activității provenită de la punctul de emisie de 100			concentrația medie a activității provenită de la punctul de emisie de 35		
	100 m	500 m	1500 m	100 m	500 m	1500 m
<b>atmosfera, Bq/m<sup>3</sup></b>						
<sup>85m</sup> Kr	1,25·10 <sup>-40</sup>	1,17·10 <sup>-03</sup>	4,89·10 <sup>-02</sup>	1,10·10 <sup>-03</sup>	8,85·10 <sup>-03</sup>	1,87·10 <sup>-03</sup>
<sup>87</sup> Kr	5,70·10 <sup>-41</sup>	5,31·10 <sup>-04</sup>	2,20·10 <sup>-02</sup>	5,06·10 <sup>-04</sup>	4,04·10 <sup>-03</sup>	8,30·10 <sup>-04</sup>
<sup>88</sup> Kr	2,36·10 <sup>-40</sup>	2,27·10 <sup>-03</sup>	1,01·10 <sup>-01</sup>	1,99·10 <sup>-03</sup>	1,70·10 <sup>-02</sup>	4,03·10 <sup>-03</sup>
<sup>131</sup> I	1,87·10 <sup>-41</sup>	1,75·10 <sup>-04</sup>	7,32·10 <sup>-03</sup>	2,09·10 <sup>-02</sup>	1,68·10 <sup>-01</sup>	3,52·10 <sup>-02</sup>
<sup>132</sup> I	2,41·10 <sup>-43</sup>	2,24·10 <sup>-06</sup>	9,28·10 <sup>-05</sup>	3,60·10 <sup>-04</sup>	2,87·10 <sup>-03</sup>	5,85·10 <sup>-04</sup>
<sup>133</sup> I	1,89·10 <sup>-42</sup>	1,77·10 <sup>-05</sup>	7,38·10 <sup>-04</sup>	2,26·10 <sup>-03</sup>	1,81·10 <sup>-02</sup>	3,78·10 <sup>-03</sup>
<sup>133</sup> Xe	1,69·10 <sup>-37</sup>	1,58·10 <sup>+00</sup>	6,65·10 <sup>01</sup>	1,51·10 <sup>00</sup>	1,22·10 <sup>01</sup>	2,61·10 <sup>00</sup>
<sup>134</sup> Cs	8,05·10 <sup>-46</sup>	7,53·10 <sup>-09</sup>	3,15·10 <sup>-07</sup>	7,04·10 <sup>-05</sup>	5,67·10 <sup>-04</sup>	1,19·10 <sup>-04</sup>
<sup>134</sup> I	3,00·10 <sup>-44</sup>	2,78·10 <sup>-07</sup>	1,14·10 <sup>-05</sup>	6,03·10 <sup>-05</sup>	4,73·10 <sup>-04</sup>	9,28·10 <sup>-05</sup>
<sup>135</sup> I	2,60·10 <sup>-43</sup>	2,42·10 <sup>-06</sup>	1,01·10 <sup>-04</sup>	3,28·10 <sup>-04</sup>	2,64·10 <sup>-03</sup>	5,46·10 <sup>-04</sup>
<sup>135</sup> Xe	4,29·10 <sup>-40</sup>	4,02·10 <sup>-03</sup>	1,69·10 <sup>-01</sup>	3,77·10 <sup>-03</sup>	3,06·10 <sup>-02</sup>	6,52·10 <sup>-03</sup>
<sup>137</sup> Cs	3,00·10 <sup>-46</sup>	3,28·10 <sup>-09</sup>	1,71·10 <sup>-07</sup>	2,90·10 <sup>-05</sup>	3,01·10 <sup>-04</sup>	8,06·10 <sup>-05</sup>
<sup>138</sup> Xe	9,06·10 <sup>-42</sup>	8,33·10 <sup>-05</sup>	3,32·10 <sup>-03</sup>	7,94·10 <sup>-05</sup>	6,16·10 <sup>-04</sup>	1,18·10 <sup>-04</sup>
<b>sol, Bq/kg</b>						
<sup>131</sup> I	2,90·10 <sup>01</sup>	5,81·10 <sup>00</sup>	1,95·10 <sup>00</sup>	5,78·10 <sup>01</sup>	1,85·10 <sup>01</sup>	5,13·10 <sup>00</sup>
<sup>132</sup> I	4,81·10 <sup>-03</sup>	9,57·10 <sup>-04</sup>	3,30·10 <sup>-04</sup>	1,30·10 <sup>-02</sup>	5,58·10 <sup>-03</sup>	1,40·10 <sup>-03</sup>
<sup>133</sup> I	3,42·10 <sup>-01</sup>	6,82·10 <sup>-02</sup>	2,31·10 <sup>-02</sup>	7,30·10 <sup>-01</sup>	2,54·10 <sup>-01</sup>	6,87·10 <sup>-02</sup>
<sup>134</sup> Cs	3,46·10 <sup>-03</sup>	6,90·10 <sup>-04</sup>	2,40·10 <sup>-04</sup>	5,32·10 <sup>-01</sup>	1,28·10 <sup>-01</sup>	3,88·10 <sup>-02</sup>
<sup>134</sup> I	2,29·10 <sup>-04</sup>	4,52·10 <sup>-05</sup>	1,60·10 <sup>-05</sup>	8,38·10 <sup>-04</sup>	4,21·10 <sup>-04</sup>	9,87·10 <sup>-05</sup>
<sup>135</sup> I	1,50·10 <sup>-02</sup>	2,98·10 <sup>-03</sup>	1,01·10 <sup>-03</sup>	3,40·10 <sup>-02</sup>	1,29·10 <sup>-02</sup>	3,38·10 <sup>-03</sup>
<sup>137</sup> Cs	1,31·10 <sup>-03</sup>	3,03·10 <sup>-04</sup>	1,32·10 <sup>-04</sup>	2,22·10 <sup>-01</sup>	6,89·10 <sup>-02</sup>	2,66·10 <sup>-02</sup>

Tabelul 78: Concentrația activității datorată emisiilor de 30 de zile pe suprafața și în apropierea suprafeței solului, în funcție de distanță

Conform calculelor rezultate în urma modelării, în afara centralei va fi determinantă rata dozei de radiație - provenită din materialele radioactive ajunse la suprafața pământului, ceea ce se datorează în proporție decisivă emisiilor provenite din coșurile de 35 de metri. Valorile estimate ale ratei dozei de radiație - și în acest caz sunt mici, iar în cazul nici unei viețuitoare aflată în vecinătatea centralei nu atinge 10 % din valoarea expunerii la radiații naturale de fond.

Referitor la impactul târziu se poate constata de asemenea că impactul evenimentului uzinal de categoria TA4 analizat mai înainte considerând impactul, este neutru față de flora și fauna din mediul înconjurător. Aici trebuie accentuat separat faptul că datorită condițiilor meteorologice considerate neschimbate pe tot parcursul desfășurării evenimentului au rezultat impacturile cele mai nefavorabile ale emisiilor provenite din centrală, deoarece toată radioactivitatea emisă s-a limitat la o bandă îngustă. Dacă această conservativitate este majorată și prin considerentul că impactul asupra florei și faunei se realizează cu rata egală cu suma ratelor dozelor de radiații estimate, rezultate în urma emisiilor celor două puncte de

emisie, atunci doar în cazul câtorva viețuitoare se dublează efectul iradierii, dar cu toate acestea impactul va fi cu mult sub valoarea de 10 % a nivelului natural. Acest lucru înseamnă că în cazul emisiilor din cadrul unei defecțiuni de funcționare nu putem vorbi despre impacturi sesizabile, în consecință nici despre zone de impact.

## **23 MĂSURILE ÎNTREPRINSE PENTRU PREVENIREA ACCIDENTELOR CU IMPACT ASUPRA MEDIULUI, PRECUM ȘI PENTRU REDUCEREA CONSECINȚELOR ASUPRA MEDIULUI ÎN CAZUL PRODUCERII UNUI ASTFEL DE ACCIDENT**

Măsurile de prevenire a situațiilor de urgență și a accidentelor cu impact asupra mediului, respectiv pentru reducerea consecințelor asupra mediului în cazul producerii unui astfel de accident vor fi cuprinse în Strategia Națională de Securitate și Siguranță Nucleară (SNSSN), care va fi elaborată într-o fază următoare a procesului de autorizare, în baza practicii actuale a centralei nucleare existente. În cadrul acestei strategii vom detalia măsurile referitoare la managementul cazurilor - de urgență care afectează, sau pot afecta noile blocuri (situația de urgență a obiectivelor nucleare, situații de urgențe radiologice, catastrofe naturale și industriale, incendii, alte anomalii), care vor cuprinde planurile de măsuri complexe atât pentru personalul care efectuează înlăturarea consecințelor, cât și pentru partenerii colaboratori aparținători unor organizații naționale, în vederea împiedicării producerii accidentului, înlăturării evenimentului intervenit, reducerii impacturilor survenite.

În vederea administrării, lichidării și reducerii impactului asupra mediului provenite din eliberarea materialelor radioactive în mediu în urma unor eventuale accidente produse în cursul funcționării noilor blocuri, societatea autorizată va elabora și va aplica, în conformitate cu experiența și practica de astăzi existente în cadrul centralei nucleare din Paks, Planul pentru Prevenirea și Managementul Accidentelor Nucleare (PPMAN). PPMAN va cuprinde indicații și va determina măsuri pentru administrarea, îndepărtarea și lichidarea evenimentelor excepționale nucleare și radiologice care afectează teritoriul obiectivelor nucleare al blocurilor noi în așa fel ca personalul care efectuează managementul lichidării să aibă la dispoziție un plan care administrează situația apărută din toate punctele sale de vedere. Planul va lua în considerare toate incidentele determinate atât de cauze interne, cât și cele externe, care au contribuit la producerea evenimentului extraordinar și a situației radiologice de urgență din cadrul obiectivelor nucleare. Sistemul de măsuri de protecție împotriva radiațiilor și incidentelor nucleare extraordinare cuprins în PPMAN asigură împiedicarea răspândirii impacturilor radiologice în mediul înconjurător, fiind astfel mijlocul cel mai eficient al reducerii efectelor sanitare, economice și de alte tipuri. Aplicarea acestor măsuri în cadrul Centralei Nucleare Paks se realizează în cadrul unui sistem care funcționează și la ora actuală și este verificat cu regularitate de organele nucleare competente, pe care societatea autorizată va considera ca bază în cadrul procesului de elaborare și funcționare a sistemului său propriu. Sistemul care se va forma conform rolului, care urmează să fie implementat în domeniul prevenirii accidentelor și în managementul impacturilor apărute asupra mediului, - se va racorda la Planului Național de Măsuri pentru Prevenirea Accidentelor Nucleare, în ceea ce privește funcțiile de protecție și de lichidare

## **24 SINTEZĂ**

În data de 14 ianuarie 2014 Guvernul Ungariei s-a înțeles cu guvernul Federației Ruse despre înnoirea contractului de colaborare în domeniul nuclear încheiat între cele două state cu decenii mai devreme. Prin *Legea numărul II. din anul 2014*, Parlamentul Ungariei a ratificat convenția despre continuarea tratatelor despre cooperarea în domeniul utilizării energiei nucleare în scopuri pașnice, încheiată între Guvernul Ungariei și Guvernul Federației Ruse. În baza convenției, pe teritoriul Centralei Nucleare Paks autoritatea competentă rusă efectuează, în calitate de antreprenor general, construirea a două blocuri nucleare noi de capacitate de 1 200 MW.

Scopul investiției este producerea energiei electrice în scopuri publice, cu ajutorul unor blocuri moderne, de generația a III-a, cu apă sub presiune, cu o durată de viață de cel puțin 60 de ani, în conformitate cu planificarea prevăzută de *Strategia Națională Energetică*, cu începerea funcționării comerciale în- anii 2025 și 2030.

Dintre variantele luate în considerare în cadrul Documentației de Consultație Preventivă (DCP) la înființarea centralei nucleare Paks II., Studiul de Evaluare al Impactului asupra Mediului (SEIM), - care prezintă și însușește concluziile referitoare la efectele impactului datorate centralei -, a analizat tehnologia centralei nucleare ruse, care a fost selectată în

vederea realizării - din punctul de vedere al impacturilor produse, precum și conexiunile primordiale ale centralei, cum ar fi alimentarea cu apă de răcire și eliminarea apei calde în Dunăre, respectiv blocurile de cabluri pentru transportul energiei electrice produse.

Pe teritoriul celor două blocuri noi planificate, precum și în zonele de impact pronosticate desemnate în baza investigațiilor premergătoare, au fost efectuate investigații și analize începând cu data de 1 martie 2012, majoritatea lor fiind executate în anul 2012, dar unele și în anul 2013, având ca scop evaluarea sarcinilor de bază ale elementelor / sistemelor mediului, stadiului actual al mediului și caracterizarea lui în baza rezultatelor obținute.

*Elaborare a analizei impactului asupra mediului datorată Centralei Nucleare Paks II. -cu durata de mai multe luni- ținând cont de toate acestea- . - s-a bazat pe sistemul de condiții tehnice și planul de situație de amplasare întocmit în luna martie 2014.*

*Trebuie remarcat faptul că atât în cazul determinării factorilor de influență, cât și la calculul și modelarea efectelor acestora am luat în considerare factorii care au produs impacturile cele mai însemnate asupra mediului, având în vedere pe lângă considerentele de protecție a mediului și principiile de bază conservative cuprinse în Regulamentul de Siguranță Nucleară (RNS).*

Studiul de evaluare a impactului asupra mediului datorat centralei Paks II. cuprinde următoarele aspecte:

- ❖ descrierea detaliată a investiției planificate a centralei nucleare, prezentarea datelor tehnologice de bază,
  - volumul investiției, perioada probabilă a implementării și data probabilă de începere a funcționării,
  - descrierea implementării tehnologiei planificate,
  - enumerarea obiectivelor industriale necesare pentru pornirea proiectului și precizarea locațiilor lor,
  - asigurarea alimentării cu apă,
  - managementul deșeurilor și apelor reziduale produse pe parcursul realizării,
  - indicatorii mai importanți ale utilizării materialelor,
  - volumul transportului de persoane și de materiale necesare proiectului,
- ❖ prezentarea zonei alese pentru construcții, precum și a ambianței imediate și mai largi, locul și necesitatea de spațiu a activității, prezentarea planului de situație de amplasare,
- ❖ determinarea și calculul impacturilor datorate tehnologiei centralei asupra unor elemente sau sisteme ale mediului,
- ❖ delimitarea zonelor de impact a investiției planificate,
- ❖ prezentarea impacturilor care se întind peste granițele țării.

Studiul de evaluare al impactului asupra mediului al centralei Paks II. a analizat și a evaluat, *din punctul de vedere al unor elemente, respectiv sisteme* ale mediului, impacturile care se produc în decursul diferitelor *perioade* ale investiției, și care este zona de acțiune a acestora (deci întinderea zonei de impact).

Evaluarea impacturilor s-a realizat în baza concluziilor definitive obținute în urma procesului logic: factori de impact → procese de impact → purtători de impact (asupra cărora acționează factorii de impact), luând în considerare sarcina de bază a elementelor/sistemelor mediului în zona de planificare, precum și schimbările naturale ale stării de bază care pot interveni pe toată durata de funcționare a centralei Paks II. (de exemplu schimbările climaterice).

În decursul studiului de impact am examinat factorii de impact datorate blocurilor noii centrale nucleare și instalațiilor adiacente, grupate în funcție de -înființare--construcție/instalare, funcționare, respectiv scoaterii din folosință, în baza luării în considerare a teritoriilor afectate care urmează să fie utilizate, clasificând fazele după *factorii de impact* cele mai caracteristice. Având în vedere caracterul obiectivului industrial, dintre *factorii de impact* emisiile și deșeurile au fost repartizate în grupe -convenționale, neradioactive, și radioactive, conform celor de mai jos:

- ❖ *utilizarea elementelor mediului*
- ❖ *deșeuri și emisii de materiale poluante*
  - *producerea și gestionarea emisiilor materialelor poluante și deșeurilor - convenționale, neradioactive*
  - *producerea și gestionarea emisiilor materialelor radioactive și a deșeurilor radioactive*

❖ *casete de combustibil uzate*

➤ *gestionarea și depozitarea casetelor de combustibil provenite din zona reactorului*

Starea de fond a mediului, care în cadrul studiului impacturilor asupra mediului a fost determinată prin măsurări și calcule detaliate, descrie și cuprinde impactul asupra mediului datorat Centralei Nucleare Paks care se află deja în funcțiune. Impacturile datorate funcționării paralele - în urma prelungirii timpului de funcționare a Centralei Nucleare Paks - au fost analizate luând în considerare starea de fond probabilă de atunci a mediului.

Totalizând cele de mai sus, am specificat și pe hartă zona totală de influență a impacturilor directe, ceea ce a rezultat prin vizualizarea liniilor de contur celor mai îndepărtate ale zonelor de impact însumate, aparținătoare diferitelor domenii de specialitate.

Conform analizei amănunțite a consecințelor impactului asupra mediului, înființarea centralei Paks II. are impact asupra teritoriilor localităților Dunaszentbenedek și Paks, iar funcționarea centralei Paks II. are impact asupra teritoriilor localităților Dunaszentbenedek, Paks și Uszód.

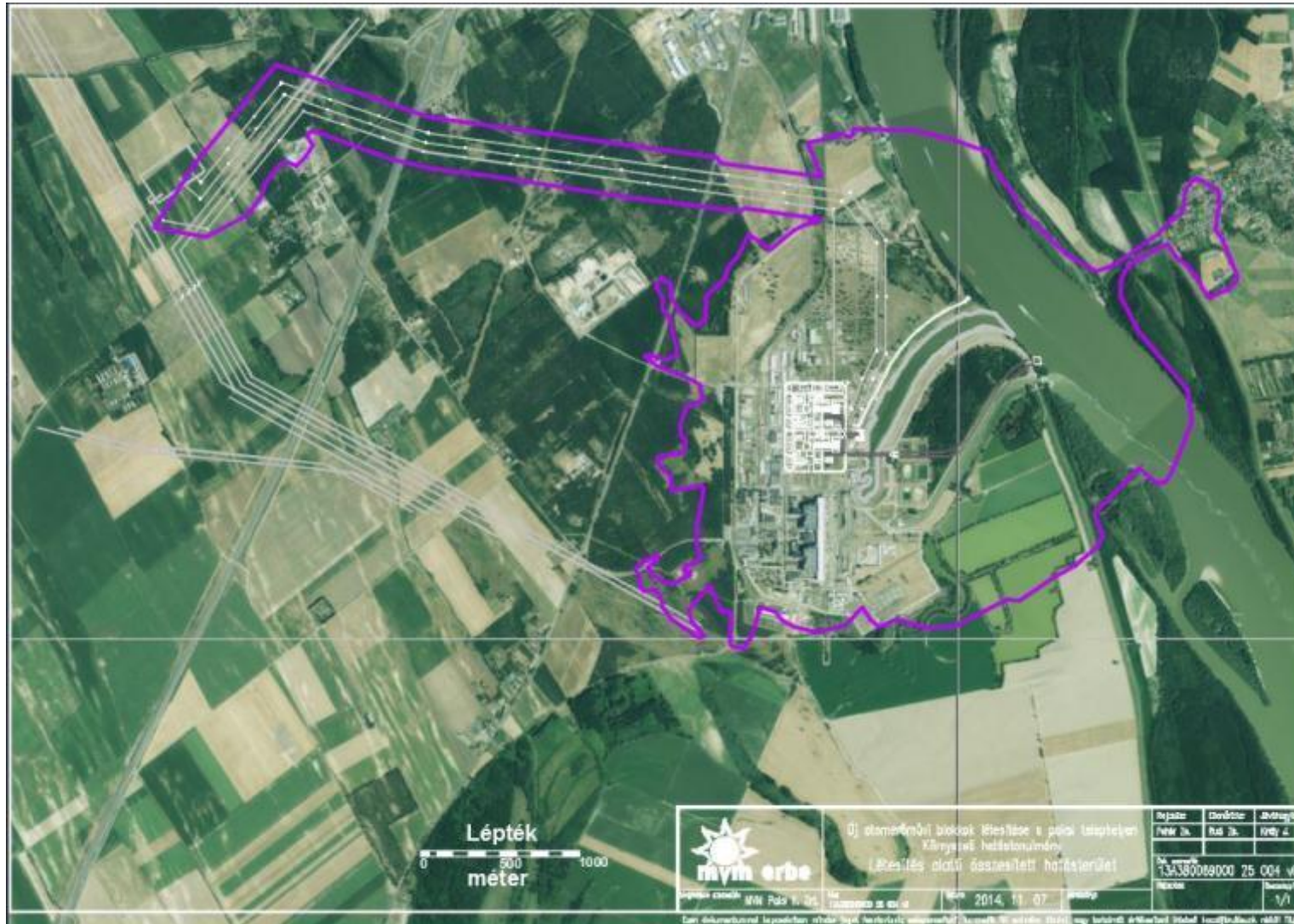
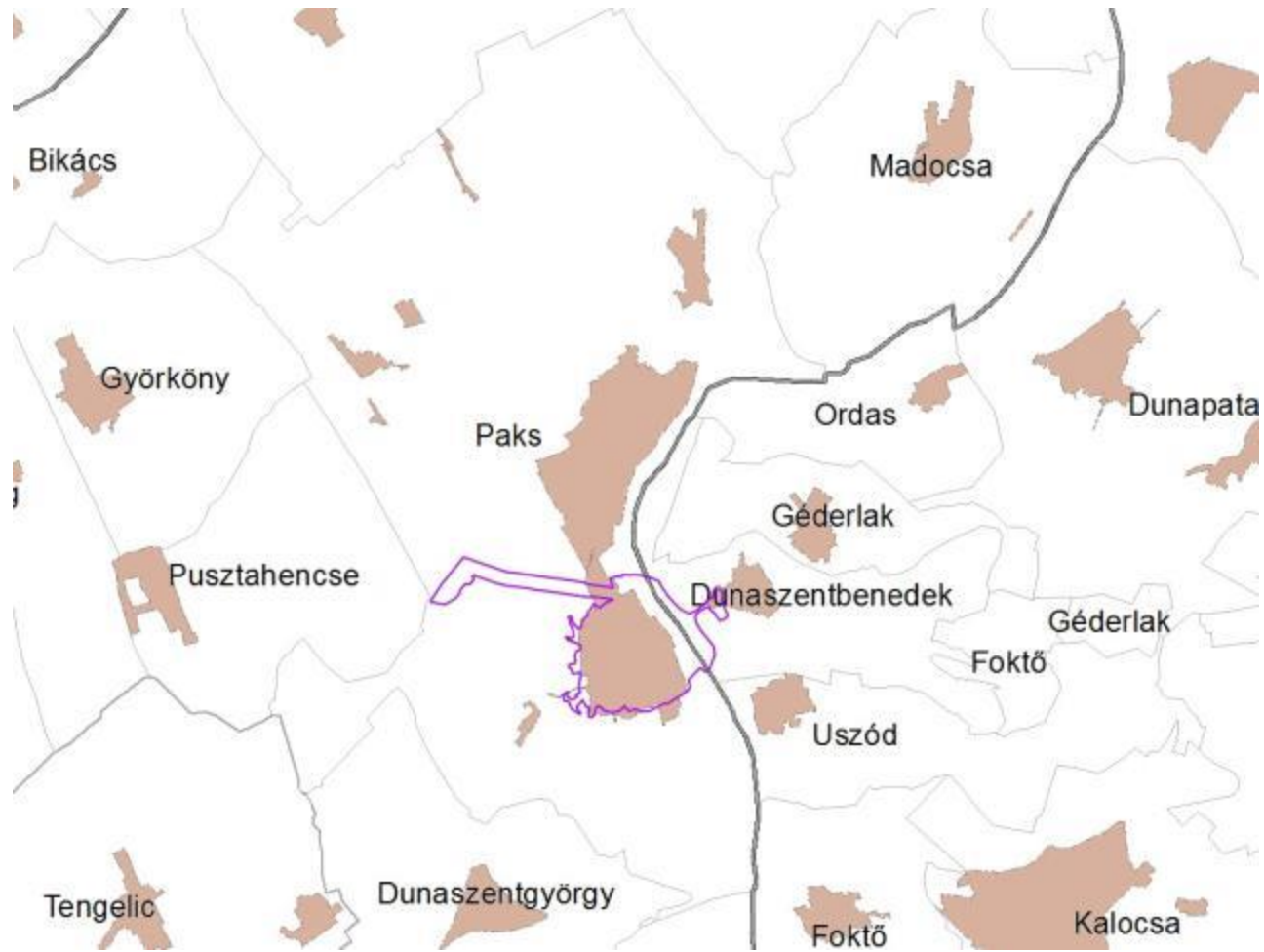


Figura 105: Zona cumulată de impact datorat înființării centralei Paks II.

Lépték = Scară, méter = metri





Sursă: [http://gis.teir.hu/arcgis/services/TeIR\\_GIS/teirgis\\_kozigazgatas/MapServer/WMSServer](http://gis.teir.hu/arcgis/services/TeIR_GIS/teirgis_kozigazgatas/MapServer/WMSServer)

Figura 106: Zona cumulată de impact datorat înființării centralei Paks II. cu limitele administrative ale localităților



Figura 107: Zona cumulată de impact datorat funcționării centralei Paks II.

Lépték = Scară, méter = metri



## BIBLIOGRAFIE

- [1] MVM Magyar Villamos Művek Zrt. Új atomerőművi blokkok létesítése - Előzetes Konzultációs Dokumentáció, PÖYRY ERŐTERV ZRT, 2011.01.31.
- [2] [http://gis.teir.hu/arcgis/services/TeIR\\_GIS/teirgis\\_corine2006/MapServer/WMServer](http://gis.teir.hu/arcgis/services/TeIR_GIS/teirgis_corine2006/MapServer/WMServer)
- [3] [http://gis.teir.hu/arcgis/services/TeIR\\_GIS/teirgis\\_kozigazgatas/MapServer/WMServer](http://gis.teir.hu/arcgis/services/TeIR_GIS/teirgis_kozigazgatas/MapServer/WMServer)
- [4] <http://nuclearinfo.net/Nuclearpower/CurrentReactors>
- [5] [http://theresilientearth.com/files/images/european\\_nuc\\_plants.jpg](http://theresilientearth.com/files/images/european_nuc_plants.jpg)
- [6] [http://www.animatedsoftware.com/hotwords/nuclear\\_reactor/nuclear\\_reactor.htm](http://www.animatedsoftware.com/hotwords/nuclear_reactor/nuclear_reactor.htm)
- [7] Nagy Sándor, Nukleáris kapacitás fenntartás, Engedélyezési feladatok, Budapest, 2014.04.23.
- [8] MVM Magyar Villamos Művek Zrt. Új atomerőművi blokkok létesítése, Előzetes konzultációs dokumentáció, PÖYRY ERŐTERV, 2011.04.15.
- [9] dr. Czibolya László, Magyar Atomfórum Egyesület, Paksi Atomerőmű III. Az atomerőmű biztonsága, 2013.
- [10] dr. Gadó János, A biztonság fogalma és mérhetősége
- [11] dr. Lux Iván, Országos Atomenergia Hivatal, Az atomenergia-felhasználás szabályozásának jogi rendszere
- [12] Országos Atomenergia Hivatal 1.48. sz. útmutató, Útmutató az INES besorolás elvégzéséhez nukleáris és radiológiai események kapcsán Verzió száma: 2. 2013. április
- [13] MVM Magyar Villamos Művek Zrt. Új atomerőművi blokkok létesítése, Előzetes konzultációs dokumentáció, PÖYRY ERŐTERV, 2012.10.05.
- [14] <http://atomeromu.hu/download/1450/A%20tervezett%20blokkok%20helye.jpg>
- [15] Paksi Atomerőmű Zrt. 1-4. blokk; Végleges Biztonsági jelentés 2013
- [16] Dr. Csom Gyula, Atomerőművek, Magyar Atomfórum Egyesület, Budapest, 2004. június
- [17] Kibocsátás- és környezetellenőrzés a Paksi Atomerőműben, Dr. Bujtás Tibor, Debrecen, 2009.09.04.
- [18] MVM Paks II. Zrt. Ranga Tibor, 2014.04.25.
- [19] Sugárvédelmi tevékenység a Paksi Atomerőműben 2013-ban, (Éves jelentés), MVM Paksi Atomerőmű Zrt. Biztonsági Igazgatóság Sugár- és Környezetvédelmi Főosztály, Paks, 2014. március hó)
- [20] A hatósági környezeti sugárvédelmi ellenőrző rendszer (HAKSER) 2012. évi jelentése
- [21] <http://www.okser.hu>
- [22] Az Országos Környezeti Sugárvédelmi ellenőrző rendszer (OKSER) 2012. évi Jelentése Budapest, 2013.12.27.
- [23] IAEA Nuclear Energy Series: Efficient Water Management in Water Cooled Reactors (No. NP-T-2.6), IAEA, Bécs, 2012.
- [24] Development of Environmental Impact Assessment Related Requirements for NPP Projects Report of Environmental Impact Assessment Co-ordination Group of EUR, Date of issue of this report: 28/06/2011
- [25] A paksi telephelyen létesítendő új atomerőművi blokkok hűtési alternatíváinak összehasonlító vizsgálata, MVM ERBE Zrt., 2012. július.
- [26] MVM Magyar Villamos Művek Zrt. A Paksi Atomerőmű Zrt. területén létesítendő új blokkok hűtési lehetőségeinek vizsgálata, Döntés előkészítő tanulmány, I. kötet, GEA EGI Energiagazdálkodási Zrt, Budapest, 2011.05.04.
- [27] MVM Magyar Villamos Művek Zrt. A Paksi Atomerőmű Zrt. területén létesítendő új blokkok hűtési lehetőségeinek vizsgálata, Döntés előkészítő tanulmány, III. kötet, PÖYRY ERŐTERV ZRT, Budapest, 2011.05.04.
- [28] A paksi telephelyen létesítendő új atomerőművi blokkokhoz kapcsolódó, tájképbe illeszthető hűtőtornyos hűtési alternatívák részletes vizsgálata, MVM ERBE Zrt, 2012. június
- [29] <http://www.world-nuclear.org/info/Country-Profiles/Countries-O-S/Russia--Nuclear-Power>
- [30] MIR.1200 Preliminary data and information for safety and environmental licensing, Report, 2010. A.H.Обысова
- [31] MVM Paks II. Zrt.

- [32] A paksi telephelyen létesítendő új atomerőműi blokkok tervezett Duna-víz használatának elvi vízjogi engedélyezési dokumentációja, MVM ERBE Zrt.
- [33] Döntés előkészítő elemzés a paksi telephelyen létesítendő új atomerőmű blokkok ivóvíz-betáplálása, illetve szennyvíz-elvezetése témakörökben, MVM ERBE Zrt, 2013.
- [34] Elpanneteknik references, Finland's Olkiluoto 3 Nuclear plant
- [35] ERBE Fővállalkozói Terjedelmen Kívüli Tételek elemzése, 2013.
- [36] Lévai Projekt, Új atomerőmű létesítése, Döntés-előkészítő Megvalósíthatósági Tanulmány, PÖYRY ERŐTERV Zrt.
- [37] Elemzés az új atomerőmű blokkok munkaerőigényének meghatározásához, MVM ERBE Zrt., 2013.
- [38] MVM Zrt Új atomerőművi blokkok létesítése – A beruházási, az üzembe helyezési és az üzemeltetési munkaerőigény felmérése 1/2. Kötet, PÖYRY ERŐTERV Zrt, 2012. január
- [39] Irányelvek; Tanács 2011/70/Euratom Irányelve, EU, 2011.07.19.
- [40] EPC-Contract, Construction of Paks Nuclear Power Plant units 5 and 6, Hungary, Appendix 1.2, Part 1.2.1 Nuclear Island, 02-05-02 Radioactive Waste Treatment and Storage Systems (Gaseous, Liquide and Solid Waste) rev 0.0, 2014. 09. 15. [19.14]
- [41] Data for NPP environmental impact analysis (AES-2006 with VVER-1200)
- [42] Palo Verde, Arizona, Griselda Nevarez
- [43] Millstone Power Station Waterford, Connecticut, (AP Photo / Dominion Resources)
- [44] HaddamNeck atomerőmű, EastHampton, Connecticut állam