MVM PAKS II. Zrt.

VÝSTAVBA NOVÝCH BLOKOV JADROVEJ ELEKTRÁRNE V ZÁVODE V PAKSI

ŠTÚDIA VPLYVOV NA ŽIVOTNÉ PROSTREDIE

VŠEOBECNE ZROZUMITEĽNÉ ZHRNUTIE

ČÍSLO ZMLUVY

MVM Paks II. Zrt.: 4000018343

Číslo zmluvy MVM ERBE Zrt.: 13A380069000

ÚDAJE ŽIADATEĽA

Názov Žiadateľa:	MVM Paks II. Atomerőmű Fejlesztő Zártkörűen Működő Részénytársaság
Oficiálny skrátený názov Žiadateľa:	MVM Paks II. Zrt.
Sídlo Žiadateľa:	Gagarin u. 1-3. 302/B, 7030 Paks
Číslo zápisu v obchodnom registri:	17-10-001282
Daňové identifikačné číslo Žiadateľa:	24086954-2-17
Identifikačné číslo organizácie Žiadateľa:	24086954-4222-114-17
Štatutárny orgán Žiadateľa:	Sándor Nagy - generálny riaditeľ
Kontaktná osoba Žiadateľa:	László Puskás - vedúci oddelenia pre vydávanie povolení a jadrovej bezpečnosti
Telefónne číslo kontaktnej osoby Žiadateľa:	+36 75 503 730

ÚDAJE PLÁNOVANEJ ČINNOSTI

Názov plánovanej jadrovej elektrárne:	Jadrová elektráreň Paks II.
Skrátený názov plánovanej jadrovej elektrárne:	Paks II.
Plánovaná činnosť:	Výstavba a prevádzkovanie dvoch tlakovodných jadrových blokov generácie III.+
Cieľ plánovanej činnosti:	výroba elektrickej energie

Hrubý elektrický výkon plánovanej jadrovej elektrárne: maximálne 1 200 MW_e /blok

Hrubý tepelný výkon plánovanej jadrovej elektrárne: maximálne 3 200 MW_{th} /blok

Miesto výstavby plánovanej jadrovej elektrárne:	závod jadrovej elektrárne Paks
Plánované spustenie komerčnej prevádzky nových blokov:	2025 - Jadrová elektráreň Paks II. 1. blok, 2030 - Jadrová elektráreň Paks II. 2. blok
Plánovaná životnosť nových blokov:	najmenej 60 rokov

ÚDAJE PLÁNOVANÉHO MIESTA VÝSTAVBY

Parcelné číslo plánovaného miesta stavby:	Paks 8803/15
Vlastník plánovaného miesta výstavby:	MVM Paksi Atomerőmű Zrt.

ÚDAJE OSÔB (PROJEKTANTOV) VYHOTOVUJÚCICH ŠTÚDIU VPLYVOV NA ŽIVOTNÉ PROSTREDIE

Štúdiu vplyvov plánovaných jadrových blokov na životné prostredie vypracovala spoločnosť MVM ERBE Zrt.

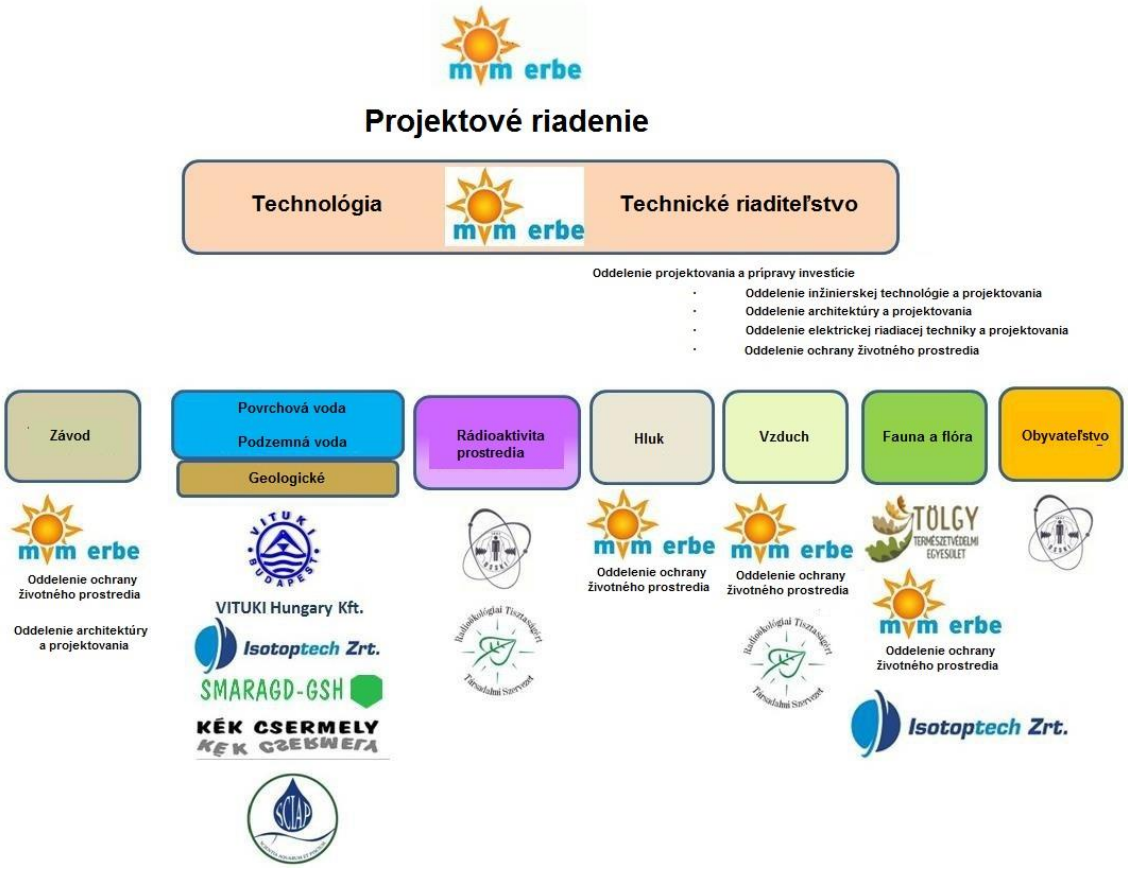
Názov Projektanta:	*MVM ERBE ENERGETIKA Mérnökiroda Zártkörűen Működő Részvénytársaság*
Oficiálny skrátený názov Projektanta:	*MVM ERBE Zrt.*
Sídlo Projektanta:	*Budafoki út 95., 1117 Budapešť*
Číslo zápisu do obchodného registra:	*01-10-045821*
Štatutárny orgán Projektanta:	*Farkas Dohán - generálny riaditeľ*

Systém technických podmienok štúdie vplyvov plánovaných blokov jadrovej elektrárne na životné prostredie a ich povolenia je vymedzený základnými technickými údajmi a technickými riešeniami vypracovanými na základe hodnôt maximálnych emisií predstavujúcich najväčšie environmentálne zaťaženie, ktoré vychádzajú z údajov predbežne poskytnutých dodávateľom blokov, publikovaných údajov rozostavaných elektrární, respektíve z referenčných údajov verejne dostupných databáz, prezentácií a zrealizovaných projektov podobných blokov. Budovy a stavby boli na situačnom pláne výstavby rozmiestnené na základe technologických aspektov a s ohľadom na priestorovo náročné technologické jednotky. Základné technické údaje vypracovala spoločnosť MVM ERBE Zrt. (ERBE).

Vypracovanie štúdie vplyvov jadrovej elektrárne na životné prostredie predstavuje mimoriadne zložitú úlohu zahŕňajúcu mnoho odborných oblastí a vyžaduje si rozsiahlu odbornú spoluprácu.

Spoločnosť ERBE preto na účely vyhodnotenia základného stavu závodu v Paksi a následného vypracovania a zostavenia štúdie vplyvov na životné prostredie využila služby odborne uznávaných subdodávateľov s príslušnými referenciami a kvalifikáciou.

Systém odborných organizácií spolupracujúcich v jednotlivých odborných oblastiach je uvedený nižšie.



OBSAH

1 ZÁKLADNÉ INFORMÁCIE O PLÁNOVANOM ROZVOJI 17

1.1 Prípravné činnosti plánovanej investície 17

1.1.1 Tellerov projekt 17

1.1.2 Lévaiho projekt 17

1.1.3 MVM PAKS II. Atomerőmű Fejlesztő Zrt. - Projektová spoločnosť 18

1.1.4 Legislatívna podpora 18

1.1.5 Výber plánovaných blokov 18

1.2 Všeobecné predstavenie povoľovacieho procesu nových blokov jadrovej elektrárne 19

1.3 Environmentálne povolenie plánovaných nových blokov 21

1.3.1 Predbežná konzultačná dokumentácia 5 potenciálnych typov blokov (pkd) 21

1.3.2 Štúdia vplyvov jadrovej elektrárne paks ii. na životné prostredie (švžp) 24

1.3.3 Informačné aktivity MVM Paks II.Zrt. 28

2 PROGNÓZA SPOTREBY ELEKTRICKEJ ENERGIE V MAĎARSKU 29

2.1 Prognóza dopytu po elektrickej energiiv maďarsku do roku 2030 29

3 VŠEOBECNÉ PREDSTAVENIE JADROVEJ ENERGETIKY 30

3.1 Jadrová výrobaelektrickej energie vo svete 30

3.2 Všeobecné predstavenie blokovs tlakovodnými reaktormi (pwr) 31

3.2.1 Proces výroby energie v blokoch s reaktorom pwr 31

3.2.2 Charakteristické objekty blokov PWR 32

4 JADROVÁ BEZPEČNOSŤ 33

4.1 Základné princípy jadrovej bezpečnosti 33

4.2 Požiadavky na jadrovú bezpečnosť 40

4.3 Medzinárodná stupnica jadrových udalostí 42

5 CHARAKTERISTIKA PLÁNOVANÉHO MIESTA VÝSTAVBY 45

5.1 Miesto výstavby Paks II.v rámci závodu jadrovej elektrárne paks 46

5.2 Infraštrukturálne prepojenia miesta výstavby 47

5.3 Jadrová elektráreň Paks a súvisiace objekty 48

5.3.1 Jadrová Elektráreň paks 49

5.3.2 Strojovňa s napätím 400 kv 50

5.3.3 Medzisklad vyhoreného jadrového paliva (MSVP) 51

5.4 Systémy monitoringu v okolí jadrovej Elektrárne Paks 52

5.4.1 Kontrola tradičných znakov stavu životného prostredia ... 52

5.5 Prevádzkový Systém Kontroly Radiačnej Ochranyprostredia (PSKRO) ... 53

5.6 Úradný systém kontrolyradiačnej ochranyprostredia (ÚSKRO) ... 58

5.7 Štátny Systém Kontroly Radiačnej Ochrany Prostredia (ŠSKRO) ... 59

5.8 Zhrnutie daností a charakteristíkzávodu v paksi ... 61

6 MOŽNÉ SPÔSOBY CHLADENIA KONDENZÁTOROV NOVÝCH BLOKOV JADROVEJ ELEKTRÁRNE .. 61

6.1 Nároky na chladenie kondenzačných elektrární slúžiacich na výrobu elektrickej energie, možnosti chladenia ... 61

6.2 Legislatívne rámce a limity vzťahujúce sa na tepelné zaťaženie vodného prostredia ... 62

6.2.1 Všeobecné pravidlá tepelného zaťaženia vodného prostredia ... 62

6.2.2 REGULÁCIA TÝKAJÚCA SA TEPELNÉHO ZAŤAŽENIA JADROVÝCH ELEKTRÁRNÍ ... 63

6.3 Potenciálne spôsoby chladenia v závode v paksi ... 64

6.3.1 Chladenie čerstvou vodou ... 64

6.3.2 Chladiaci systém s chladiacimi vežami ... 67

6.3.3 Analýza nákladov a výnosov chladenia čerstvou vodou a chladiacimi vežami ... 69

7 CHARAKTERISTIKY A ZÁKLADNÉ ÚDAJE JADROVEJ ELEKTRÁRNE PAKS II. PLÁNOVANEJ V ZÁVODE V PAKSI ... 70

7.1 Vývoj ruských blokov VVER ... 70

7.2 Charakteristika ruských blokov plánovaných v závode v paksi ... 71

7.2.1 Hlavné technické parametre ... 71

7.2.2 BEZPEČNOSTNÉ CIELE A PROJEKTOVÉ RIEŠENIA ... 71

7.3 Palivo ... 72

7.4 Primárny okruh ... 72

7.5 Sekundárny okruh ... 73

7.6 Chladiace zariadenia ... 73

7.6.1 Odčerpávanie vody z rieky dunaj ... 74

7.6.2 Systém chladiacej vody kondenzátora ... 74

7.6.3 Systém technologickej chladiacej vody (v sekundárnom okruhu) ... 75

7.6.4 Bezpečnostné zariadenie chladiacej vody ... 75

7.6.5 Vodné zariadenia systémov chladiacej vody ... 77

7.7 Pomocné systémy, pomocné zariadenia ... 80

7.7.1 Odsolená voda ... 80

7.7.2 Technologická odpadová voda ... 81

7.7.3 ODPADOVÁ VODA BEZPEČNOSTNÝCH CHLADIACICH VEŽÍ ... 82

7.7.4 Pitná voda - komunálna odpadová voda ... 83

7.7.5 Zrážková voda ... 83
7.7.6 Požiarna voda ... 83
7.7.7 Odčerpávanie chemikálií a ich uskladňovanie ... 84
7.7.8 Dieselové generátory ... 84
7.7.9 Pomocný kotol ... 84
7.7.10 Technické zariadenie budov ... 85
7.7.11 Systém stlačeného vzduchu ... 85
7.7.12 Systém diaľkového tepla ... 85
7.8 Automatizačná technika ... 85
7.9 Elektrické systémy ... 85
7.10 Architektúra ... 86
7.10.1 Úroveň základov plánovaných blokov ... 86
7.10.2 Situačný plán jadrovej elektrárne Paks II ... 87
7.10.3 SITUAČNÝ PLÁN Charakteristické znaky budov, stavieb ... 88
7.10.4 Vizuálne plányprevádzky paks ii ... 89
7.11 Kritériá prijateľnosti súvisiace s jednotlivými prevádzkovými stavmi ... 91
7.11.1 Normálna prevádzka ... 91
7.11.2 Udalosti zahrnuté do projektového základu ... 91
7.11.3 Platné medzinárodné a maďarské predpisy o udalostiach presahujúcich rámec projektového základu ... 91
7.11.4 Rozhodujúce udalosti ... 92
7.12 Vplyv výstavby Paks II ... 93
7.12.1 Oblasti výstavby prevádzky PAKS II A SÚVISIACICH OBJEKTOV ... 93
7.12.2 OBLASTI VÝSTAVBY PREVÁDZKY PAKS II PLÁNOVANÉ FÁZY VÝSTAVBY ... 93
7.12.3 Plánovaný časový rozvrh prác týkajúcich sa zriadenia prevádzky Paks Ii ... 94
7.12.4 Ľudské zdroje potrebné na obdobie výstavby ... 94
7.13 Charakteristické znakyprevádzky Paks II ... 95
7.13.1 Plánovaný časový rozvrh prác týkajúcich sa prevádzky Paks II ... 95
7.13.2 Ľudské zdroje potrebné na prevádzkovanie nových blokov jadrovej elektrárne ... 95
7.13.3 Charakteristické znaky nových blokov jadrovej elektrárne ... 96
7.13.4 Ročná materiálová a energetická bilancia nových blokov jadrovej elektrárne ... 96
7.14 Odstavenie nových blokov jadrovej elektrárne ... 97
7.14.1 Stratégia demontáže, ktorú je potrebné nasledovať v čase demontáže nových blokov jadrovej elektrárne ... 97
7.14.2 Financovanie činností vyraďovania zariadení z prevádzky, náklady na tieto činnosti ... 98
8 PRIPOJENIE K MAĎARSKEJ ROZVODOVEJ SIETI ELEKTRICKEJ ENERGIE ... 98
8.1 Prispôsobivosť nových blokov k maďarskej rozvodnej sieti elektrickej energie ... 98

8.2 Miesto umiestnenia novej 400 / 120 kv-ovej rozvodne prevádzky Paks II. ... 99

8.3 400-kv-ové blokové vedenia a 120 kv-ové elektrické vedenia ... 99

8.3.1 400 kv-ové blokové vedenia ... 99

8.3.2 120 KV-OVÉ ELEKTRICKÉ VEDENIE ... 103

8.3.3 Spoločné bezpečnostné pásmo ... 103

8.3.4 Výstavba elektrického vedenia ... 103

9 PLÁNOVANÝ ČASOVÝ ROZVRH PRÁC TÝKAJÚCICH SA PREVÁDZKY JADROVEJ ELEKTRÁRNE PAKS II ... 104

9.1 Potenciálne faktory vplyvu ... 104

9.2 Nositelia vplyvu ... 105

9.3 Potenciálne matice vplyvu ... 106

10 SPOLOČENSKO-EKONOMICKÉ VPLYVY ROZVOJA PREVÁDZKY PAKS ... 109

10.1 Ekonomické vplyvy a podmienky ... 109

10.2 Spoločenské súvislosti, , systém podmienok ... 110

11 SÚČASNÉ A PREDPOKLADANÉ POČASIE V 30 KM OBVODE PREVÁDZKY PAKS ... 113

11.1 Klimatická charakteristika okolia jadrovej elektrárne v obvode 30 km od prevádzky paks ... 113

11.2 Zmeny klímy v XXI.storočí v oblasti prevádzky paks na základe klimatických modelov ... 114

11.2.1 Dostupné modely ... 114

11.2.2 Spracovanie dostupných modelových výsledkov v priemerných podmienkach pre 30-km-ový obvod prevádzky p aks ... 116

12 PREDPOKLADANÉ VPLYVY PLÁNOVANÉHO ROZVOJA A PODMIENOK PROSTREDIA NA TEPLOTU VODY DUNAJA, POVODŇOVÚ DOTKNUTOSŤ, BEZPEČNÉ ODČERPÁVANIE CHLADIACEJ VODY A ZMENU KORYTA ... 118

12.1 Charakteristické znakyprevádzky Paks II na rieku dunaj ... 118

12.1.1 Vplyv prevádzky Paks II na priestory prúdenia rieky a procesy zmien koryta rieky dunaj ... 119

12.1.2 Vypúšťanie čistených komunálnych odpadových vôd počas výstavby ... 120

12.2 Charakteristické znakyprevádzky paks ii na rieku dunaj ... 122

12.2.1 Smerodajné prevádzkové stavy ... 122

12.2.2 Opis predpokladaných zmien na základe analýzy rýchlostného poľa prúdenia ... 123

12.2.3 Hodnotenie predpokladaného vplyvu plánovaného rozvoja na zmeny koryta rieky Dunaj ... 129

12.2.4 Prívod zohriatej chladiacej vody do dunaja ... 135

12.2.5 Vypúšťanie čistených komunálnych odpadových vôd počas prevádzky ... 140

12.2.6 Preskúmanie extrémnych prírodných a umelých vplyvov na povodňovú dotknutosť areálu a na bezpečnosť odberu chladiacej vody ... 140

12.3 Predpokladanévplyvy odstavenia jadrovej elektrárne Paks II. na dunaj ... 144

13 ANALÝZA KVALITY VODY DUNAJA A INÝCH POVRCHOVÝCH VÔD PODĽA RÁMCOVEJ SMERNICE O VODÁCH 145

13.1 HODNOTENIA ZÁKLADNÉHO STAVU 146

13.1.1 HODNOTENIE ŠTÁTNYCH ARCHÍVNYCH ÚDAJOV SKÚMANÉHO ÚSEKU DUNAJA 147

13.1.2 ZÁKLADNÝ STAV SKÚMANÉHO ÚSEKU DUNAJA (1560.6 RKM-1481.5 RKM) 150

13.2 Paks II. na ekosystém Dunaja 158

13.3 Hodnotenieinvestície Paks ii. Z hľadiska plánu hospodárenia s vodnými zdrojmi 163

14 GEOLOGICKÉ PROSTREDIE A PODZEMNÉ VODY V ZÁVODE A JEHO BEZPROSTREDNOM OKOLÍ165

14.1 Prevládajúce procesy prúdenia podzemných vôd nachádzajúcich sa v okolí závodu 166

14.2 Vplyv výstavbya prevádzky Paks II. na geologické prostredie, respektíve na podzemné vody.... 167

14.3 Prevádzkové poruchy, havárie 169

15 GEOLOGICKÉ PROSTREDIE A PODZEMNÉ VODY V ÚDOLÍ DUNAJA 170

16 HLUK A VIBRÁCIE 173

16.1 Merania zaťaženia hlukom a vibráciami v základnom stave 173

16.2 Vplyv a oblasťvplyvu výstavby Paks II. 174

16.3 Vplyv a oblasťvplyvu prevádzky Paks II. 175

16.4 Celková oblasťvplyvu prevádzky Paks II. 177

16.4.1 Vplyv a oblasť vplyvu spoločného prevádzkovania Paks II. A jadrovej elektrárne Paks 178

16.4.2 Vplyv a oblasť vplyvu havárií 179

16.5 Vplyv a oblasť vplyvu odstavenia 180

17 VZDUCH 180

17.1 HODNOTENIA ZÁKLADNÉHO STAVU 180

17.2 Priame vplyvya oblasti vplyvu výstavby a prevádzkovania Paks II. 182

17.3 Priame vplyvy a oblasť vplyvu výstavby 182

17.4 Zhrnutie 184

18 ŽIVÉ ORGANIZMY-EKOSYSTÉM 184

18.1 Vegetácia a floristická charakteristika okolia jadrovej elektrárne 184

18.2 Územia Natura 2000 V 10 km Okolí jadrovej elektrárne 189

18.3 Vplyv Paks II.na flóru 190

18.3.1 VPLYV A OBLASŤ VPLYVU VÝSTAVBY 190

18.3.2 Vplyv a oblasť vplyvu prevádzky 191

18.3.3 Vplyv a oblasť vplyvu odstavenia 192

18.4 Vplyv Paks II.na faunu ... 192
18.4.1 Vplyv a oblasť vplyvu výstavby ... 192
18.4.2 VPLYV A OBLASŤ VPLYVU PREVÁDZKY ... 196
18.4.3 VPLYV A OBLASŤ VPLYVU ODSTAVENIA ... 198

19 NERÁDIOAKTÍVNY ODPAD ... 198

19.1 Druhy a množstvá odpadu ... 198
19.2 Zber, skladovanie, využitie a likvidácia odpadov ... 199
19.3 Vplyvy a oblasti vplyvu ... 200
19.3.1 Priame vplyvy ... 200
19.3.2 Nepriame vplyvy ... 200
19.3.3 Cezhraničné environmentálne vplyvy ... 200

20 MANIPULÁCIA S RÁDIOAKTÍVNYM ODPADOM A VYHORENÝMI PALIVOVÝMI KAZETAMI, ICH ULOŽENIE ... 200

20.1 Vymedzenie rádioaktívnych odpadov ... 201
20.2 VLASTNOSTI VYHORENÝCH PALIVOVÝCH KAZIET ... 201
20.3 Všeobecné predpisy o rádioaktívnych odpadoch ... 202
20.3.1 Tuhý rádioaktívny odpad s nízkou a strednou aktivitou ... 202
20.3.2 Tuhé odpady s vysokou aktivitou ... 203
20.3.3 Kvapalné rádioaktívne odpady ... 203
20.4 Všeobecné predpisy o palivových kazetách ... 203
20.5 Očakávané vplyvy výstavby ... 204
20.6 Očakávané vplyvy prevádzky ... 204
20.6.1 Rádioaktívny odpad ... 204
20.6.2 Vyhorené palivové kazety ... 205
20.6.3 Očakávané vplyvy a oblasť vplyvu prevádzkovania ... 206
20.6.4 Vplyv a oblasťvplyvu spoločného prevádzkovania Paks II. a jadrovej Elektrárne Paks ... 207
20.6.5 Vplyvy udalostí zahrnutých do projektového základu ... 208
20.7 Očakávané vplyvy odstavenia ... 208

21 RÁDIOAKTIVITA ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA - OŽIARENIE OBYVATEĽSTVA ŽIJÚCEHO V OKOLÍ ZÁVODU ... 208

21.1 Rádioaktivita životného prostredia v 30 km obvode jadrovej elektrárne ... 208
21.2 Zdravotný stav obyvateľstva žijúceho v riešenom obvode 30 km od elektrárne ... 213
21.3 Súčasné ožiarenie obyvateľstva žijúceho v obvode 30 km od elektrárne ... 215
21.4 Vplyvvýstavby Paks II. na ožiarenie obyvateľstva žijúceho v okolí elektrárne ... 219

21.5 Vplyvprevádzkovania Paks II. na zaťaženie obyvateľstva žijúceho v okolí elektrárne žiarením 219

22 OŽIARENIE EKOSYSTÉMU 228

23 OPATRENIA ZAMERANÉ NA PREVENCIU NEHÔD A NA ZNÍŽENIE NÁSLEDKOV NA ŽIVOTNÉ PROSTREDIE V PRÍPADE ICH VZNIKU 232

24 ZHRNUTIE 233

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY 239

ZOZNAM OBRÁZKOV

1. obrázok: Povoľovací proces jadrovej elektrárne 20
2. obrázok: Územia riešené v PKD (10 km, 30 km) [1] 21
3. obrázok: Rozličné oblasti riešené v ŠV [2], [3] 28
4. obrázok: Predpokladaný vývoj čistej spotreby elektrickej energie do roku 2030 [2-1] 29
5. obrázok: Územné rozloženie jadrových elektrární vo svete [4] 30
6. obrázok: Územné rozloženie jadrových elektrární v Európe [5] 30
7. obrázok: Všeobecná schematická štruktúra reaktora PWR [6] 31
8. obrázok: Inžinierske bariéry pri jadrových blokoch [7] 35
9. obrázok: Prierez dvojvrstvového kontajnmentu [7] 36
10. obrázok: Vonkajší kontajnment poskytuje ochranu proti vonkajším vplyvom [7] 37
11. obrázok: Hierarchia ochranných bariér, hĺbkových ochranných úrovní a zásahov [8] 38
12. obrázok: Medzinárodná stupnica jadrových a radiačných udalostí (INES) 42
13. obrázok: Prehľadová mapa závodu v Paksi [13] 45
14. obrázok: Závod v Paksi s vyznačením miesta plánovanej novej jadrovej elektrárne 46
15. obrázok: Umiestnenie plánovaných blokov [14] 47
16. obrázok: Pohľad na dva bloky jadrovej elektrárne Paks [13] 48
17. obrázok: Jadrová elektráreň Paks a súvisiace objekty v závode v Paksi [15] 48
18. obrázok: V-Z prierez jadrovej elektrárne Paks [16] 49
19. obrázok: Bezpečnostná zóna jadrovej elektrárne Paks [15] 50
20. obrázok: Prierez MSVP [15] 51
21. obrázok: Bezpečnostná zóna MSVP [15] 52
22. obrázok: Umiestnenie systému jadrovej elektrárne Paks na monitorovanie emisií a ochrany životného prostredia proti ožarovaniu [17] 53
23. obrázok: Štruktúra systému jadrovej elektrárne Paks na monitorovanie emisií a ochrany životného prostredia proti ožarovaniu [18] 54
24. obrázok: Diaľkové meracie stanice typu „A" a „G" kontrolujúce stav prostredia v okolí jadrovej elektrárne Paks [19] 56
25. obrázok: Úradné body merania v 30 km okruhu jadrovej elektrárne Paks [20] 58
26. obrázok: Vývoj celonárodných priemerov, respektíve minimálnych a maximálnych hodnôt výkonov dávky gama žiarenia v roku 2012 [22] 60
27. obrázok: Denné dávkové príkony namerané na staniciach jadrovej elektrárne Paks na kontrolu prostredia v roku 2012 60
28. obrázok: Mokrá chladiaca veža s prirodzeným ťahom, s výškou obmedzenou na 100 m - vizuálny plán (letecká snímka a bočný pohľad) 68
29. obrázok: Mokrá ventilátorová chladiaca veža s prirodzeným ťahom - vizuálny plán (letecká snímka a bočný pohľad) 69
30. obrázok: Hybridná ventilátorová chladiaca veža - vizuálny plán (letecká snímka a bočný pohľad) 69
31. obrázok: Rozostavané a plánované ruské bloky VVER [7] 70
32. obrázok: Situačný plán existujúceho technického objektu na rozrážanie energie a nového prívodného bodu 79
33. obrázok: Umiestnenie vodného diela v obci Csámpa [33] 83
34.obrázok: Situačný plán inštalácie prevádzky Paks II - Prehľadová mapa 87
35. obrázok: Umiestnenie budov a stavieb Paks II. na situačnom pláne inštalácie 88
36. obrázok: Letecká snímka plánovaných blokov a 400 kV vedenia – z juhozápadu 89
37. obrázok: Vizualizácia plánovaných blokov a 400 kV-ového vedenia – z juhozápadu 89
38. obrázok: Letecká snímka plánovaných blokov a 400 kV-ového vedenia – zo severozápadu 90
39. obrázok: Plánované bloky a 400 kV-ové vedenie z úrovne očí – zo severozápadu 90

40. obrázok: Diagram zaťaženia zamestnancov závodu zohľadnený pri výpočtoch [33], [37], [38] ... 95
41. obrázok: Trasa blokových vedení medzi Jadrovou elektrárňou Paks II a rozvodňou Paks II (2. prevádzka) ... 100
42. obrázok: Vysvetlivky k plánu trasy blokových vedení s číslom nákresu V-01195 ERBE ... 100
43. obrázok: 400 kV-ové vzdušné elektrické vedenie Martonvásár-Győr s ihličnatými stĺpmi ... 101
44. obrázok: 400 kV-ové vzdušné elektrické vedenie Pécs-Štátna hranica s ihličnatými stĺpmi, tunel pre vedenie, chodba vedení ... 101
45. obrázok: 400 kV-ové elektrické vedenie Martonvásár-Győr, montáž stĺpov ... 104
46. obrázok: pásma modelu ALADIN-Climate s 25 (celý panel) a 10 km-ovým rozlíšením (modrý obdĺžnik) ... 115
47. obrázok: Rozsah pokrytý 25-kilometrovým rozlíšením modelu REMO ... 115
48. obrázok: Modely ALADIN-Climate (čierny) a REMO (červený) predstavujú body mriežky nachádzajúce sa v oblasti Jadrovej elektrárne v obci Paks (zelená) ... 116
49. obrázok: Vývoj priemerných mesačných teplôt počas roka (ºC) podľa pozorovaní v rokoch 1961–1990 (šedá čiara), respektíve ročný vývoj predpokladaný na základe dvoch modelov (ºC; farebné čiary označujú nimi ohraničený interval neistoty) v oblasti ... 117
50. obrázok: Vývoj priemerných mesačných zrážok počas roka (mm) podľa pozorovaní v rokoch 1961–1990 (šedá čiara), respektíve ročný vývoj predpokladaný na základe dvoch modelov (mm; farebné čiary označujú nimi ohraničený interval neistoty) v oblasti prevádzky Paks ... 118
51. obrázok: Kalkulované rýchlostné pole v okolí ústia kanálov studenej a teplej vody, v prípade dlhoročného priemerného prietoku Dunaja 2 300 m³/s a odčerpávania chladiacej vody 100 m³/s – Jadrová elektráreň v obci Paks samostatne ... 119
52. obrázok: Kalkulované rýchlostné pole v okolí ústia kanálov studenej a teplej vody, v prípade dlhoročného priemerného prietoku Dunaja 2 300 m³/s a odčerpávania chladiacej vody 100 m³/s (Jadrová elektráreň v obci Paks – stav prevádzky Paks II. počas výstavby) ... 120
53. obrázok: Rozdelenie absolútnej rýchlosti prúdenia Dunaja v rkm 1519-1530 [m/s] – Jadrová elektráreň Paks, extrémne vysoká hladina ($Q_{20\,000rok}$ = 14 799 m³/s, čerpanie vody 100 m³/s) – Jadrová elektráreň Paks samostatne – so súradnicami EOV ... 124
54. obrázok: Rozdelenie absolútnej rýchlosti prúdenia Dunaja v rkm 1519-1530 [m/s] – smerodajná bežná prevádzka, extrémne vysoká hladina ($Q_{20\,000rok}$ = 14 799 m³/s, čerpanie vody 232 m³/s) – Jadrová elektráreň Paks a Paks II. spolu – so súradnicami EOV ... 125
55. obrázok: Statický obraz zaplavenia, ku ktorému môže dôjsť v prípade 96,90 mBf na Dunaji ... 126
56. obrázok: Statický obraz záplav, ktorý sa môže vytvoriť v prípade 96,30 mBf na rieke Dunaj ... 126
57.obrázok: Rozdelenie absolútnej rýchlosti prúdenia Dunaja v rkm 1519-1530 [m/s] – Jadrová elektráreň Pak samostatne, extrémne nízka voda ($Q_{20\,000rok}$ = 579 m³/s, čerpanie vody 100 m³/s) – so súradnicami EOV ... 127
58. obrázok: Rozdelenie absolútnej rýchlosti prúdenia Dunaja v rkm 1519-1530 [m/s] – smerodajný prevádzkový stav, extrémne nízka voda ($Q_{20\,000rok}$ = 579 m³/s, čerpanie vody 232 m³/s) – Jadrová elektráreň Paks a Paks II. spolu – so súradnicami EOV ... 128
59. obrázok: Vývoj kalkulovaných línií prúdenia Dunaja v prípade prietoku Dunaja 2 300 m³/s (priemerný hydrologický rok), počas troch prevádzkových období: Jadrová elektráreň Paks samostatne, jadrová elektráreň Paks a Paks II. spolu, Paks II. Samostatne ... 130
60. obrázok: Vývoj kalkulovaných línií prúdenia Dunaja v prípade prietoku Dunaja 3 000 m³/s (mokrý hydrologický rok), počas troch prevádzkových období: Jadrová elektráreň Paks samostatne, jadrová elektráreň Paks a Paks II. spolu, Paks II. Samostatne ... 131
61. obrázok: Kalkulované zmeny koryta Dunaja po 5 rokoch prevádzkovania, v prípade prietoku Dunaja 2 300 m³/s (priemerný hydrologický rok) a čerpania chladiacej vody 100 m³/s – nezávislá prevádzka jadrovej elektrárne Paks (2014-2025) ... 132
62. obrázok: Kalkulované zmeny koryta Dunaja po 5 rokoch prevádzkovania, v prípade prietoku Dunaja 2 300 m³/s (priemerný hydrologický rok) a čerpania chladiacej vody 100 m³/s (stav v rokoch 2030 až 2032) – Jadrová elektráreň Paks a Paks II. Spolu ... 133
63. obrázok: Kalkulované zmeny koryta Dunaja po 5 rokoch prevádzkovania, v prípade prietoku Dunaja 2 300 m³/s (priemerný hydrologický rok) a čerpania chladiacej vody 100 m³/s (stav v rokoch 2037 až 2085) – Paks II. samostatne (2037-2085) ... 134
64.obrázok: Dosah tepelného lúča nad 30 °C – Súčasný stav ($T_{Dunaj,max}$=25,61 °C, Q_{Dunaj}= 1500 m³/s, prietok teplej vody: 100 m³/s) ... 136
65. obrázok: Dosah tepelného lúča nad 30 °C – Stav v r. 2032 ($T_{Dunaj,max}$=26,38 °C, Q_{Dunaj}= 1500 m³/s, prietok teplej vody: 100 ³/s + 132 m³/s) ... 137
66. obrázok: Dosah tepelného lúča nad 30 °C – Smerodajný stav v roku 2085 ($T_{Dunaj,max}$=28,64 °C, Q_{Dunaj}=1 500 m³/s, prietok teplej vody: 132 m³/s) – Paks II. samostatne ... 138
67. obrázok: Vplyv zadržania odberu vody elektrárne Čunovo / Gabčíkovo charakterizovaného alternatívami, ktoré sa vracia každých 20 000 rokov v období nízkej hladiny, na bezpečnosť odberu vody Jadrovou

elektrárňou Paks (Dunaj, 1526,5 rkm) ... 143
68. obrázok: Prehľadový situačný plán úsekov Dunaja analyzovaných v rokoch 2012 a 2013 ... 145
69. obrázok: Prietok Dunaja (Paks-Dombori-Baja) v rokoch 2006-2013 ... 151
70. obrázok: Prietok Dunaja (Paks-Dombori-Baja) v rokoch 2012-2013 ... 151
71. obrázok: Zmeny prietoku a teploty Dunaja (Paks-Dombori-Baja) v rokoch 2012-2013 ... 152
72. obrázok: Skúmanie ročnej priemernej zmeny teploty vody Dunaja (Paks) v rokoch 1970-2013 ... 152
73. obrázok: Denná teplota vody Dunaja (Paks) v rokoch 1970-2013 ... 153
74. obrázok: Vzťah medzi dotknutými vodnými objektmi a riešeným územím ... 170
75. obrázok: Hydrogeologický úsek SZ-JV smeru cez riešené územie ... 171
76. obrázok: Potenciálny úsek cez jadrovú elektráreň Paks ... 172
77. obrázok: Súhrnná oblasť vplyvu výstavby závodu ... 174
78. obrázok: Súhrnná oblasť vplyvu výstavby elektrického vedenia ... 175
79. obrázok: Oblasť vplyvu prevádzkovania ... 176
80. obrázok: Oblasť vplyvu prevádzkovania elektrického vedenia ... 177
81.obrázok: Celková oblasť vplyvu prevádzkovania ... 178
82. obrázok: Spoločná oblasť vplyvu jadrovej elektrárne Paks a Paks II. ... 179
83. obrázok: Oblasť vplyvu prevádzkovej poruchy Paks II. ... 180
84. obrázok: Body merania znečistenia ovzdušia ... 181
85. obrázok: Degradovaný trávnik s kamennými dlaždicami na území dotknutom výstavbou ... 185
86. obrázok: Vegetačná mapa 3 kilometrového obvodu jadrovej elektrárne Paks ... 186
87. obrázok: Lužný les tvorený vŕbami a topoľmi na ostrove medzi kanálmi ... 189
88. obrázok: Tráva s kavyľom na území jadrovej elektrárne Paks ... 190
89. obrázok: Klinček neskorý (Dianthus serotinus) ... 191
90. obrázok: Spriadač kostihojový (Euplagia quadripunctaria) ... 193
91. obrázok: Skaliarik sivý (Oenanthe oenanthea) na riešenom území ... 194
92. obrázok: Mušle a slimáky na brehu Dunaja v Paksi ... 195
93. obrázok: Bohatý vtáčí svet v okolí elektrárne ... 195
94.obrázok: Klinovka žltonohá (Gomphus flavipes) ... 196
95. obrázok: Jašterica zelená (Lacerta viridis) dobre znáša antropogénne rušenie ... 197
96. obrázok: Suché skladovanie v kontajneroch, vo zvislom rozložení [42] ... 205
97. obrázok: Plnenie suchého kontajnera s horizontálnym rozložením [43] ... 206
98. obrázok: Typické rozloženie v prípade suchého skladovania v kontajneroch [44] ... 206
99. obrázok: Rozdelenie sektorových skupín v 30 km obvode elektrárne ... 209
100. obrázok: Satelitná snímka miest odberu vzoriek stanovených v programe ... 212
101. obrázok: Vývoj ročných dávok u detí z obce Csámpa (kritická skupina) z emisií komína elektrárne ... 217
102. obrázok: Ožiarenie detí (1-2 rokov) a dospelých z obce Gerjen pochádzajúce z kvapalných emisií jadrovej elektrárne Paks ... 218
103. obrázok: Oblasť vplyvu bežnej prevádzky Paks II.: kruh s 500 metrovým polomerom v 500 metrovej bezpečnostnej zóne ... 226
104. obrázok: Teoretická konštrukcia navrhovaného monitorovacieho systému ochrany pred žiarením Paks II. ... 227
105. obrázok: Celková oblasť dopadu vybudovania Paks ... 235
106. obrázok: Celková oblasť dopadu vybudovania Paks II s administratívnymi hranicami ... 236
107. obrázok: Celková oblasť dopadu prevádzkovania Paks II ... 237
108. obrázok: Celková oblasť dopadu prevádzkovania Paks II s administratívnymi hranicami ... 238

ZOZNAM TABULIEK

1. tabuľka: Správne orgány pripomienkujúce PKD ... 22
2. tabuľka: Krajiny oslovené v medzinárodnom konaní ... 23
3. tabuľka: Tematické okruhy otázok položených v medzinárodnom konaní ... 23
4. tabuľka: Päť prepojených úrovní hĺbkovej ochrany ... 34
5. tabuľka: Jednotlivé prevádzkové stavy a ich zaradenie podľa frekvencie výskytu v nových blokoch ... 41
6. tabuľka: Všeobecné kritérium klasifikácie jadrovej udalosti [12] ... 43
7. tabuľka: Príklady ilustrujúce kritériá INES používané na klasifikáciu udalostí jadrových zariadení [12] ... 44
8. tabuľka: Využívanie dávkového obmedzenia vzťahujúceho sa na závod jadrovej elektrárne Paks – 2013 [19] ... 57
9. tabuľka: Limity znečistenia pre vody s rybami ... 63
10. tabuľka: Technické údaje mokrých chladiacich systémov s chladiacimi vežami ... 67

11. tabuľka: Hlavné technické charakteristiky bloku VVER-1200 [13], [30], [31] ... 71
12. tabuľka: Projektové riešenia alebo postupy na zmiernenie následkov použité za účelom dosiahnutia cieľa [13], [30] ... 71
13. tabuľka: Množstvo vody odčerpané z rieky Dunaj v prípade prevádzkového režimu bezpečnostného zariadenia chladiacej vody založenom na ochladzovaní za pomoci čerstvej vody ... 74
14. tabuľka: Množstvá systému chladiacej vody kondenzátora ... 74
15. tabuľka: Množstvo technologickej chladiacej vody [32] ... 75
16. tabuľka: Množstvá bezpečnostnej chladiacej vody ... 76
17. tabuľka: Množstvo dodatkovej chladiacej vody bezpečnostnej chladiacej vody v prípade chladiacich veží ... 76
18. tabuľka: Množstvo bezpečnostnej chladiacej vody v prípade chladenia čerstvou vodou ... 77
19. tabuľka: Vodná bilancia prípravovne dodatkovej vody v normálnej prevádzke ... 81
20. tabuľka: Množstvo tekutých rádioaktívnych odpadových vôd primárneho okruhu [32] ... 81
21. tabuľka: Množstvo tekutého odpadu strojovne turbíny ... 82
23. tabuľka: Maximálne množstvo odpadových vôd bezpečnostných chladiacich veží, ktoré pochádza z odkaľovania ... 82
23. tabuľka: Uskladňovanie chemikálií v období prevádzkovania ... 84
24. tabuľka: Kritériá akceptácie - normálna prevádzka [30] ... 91
25. tabuľka: Kritériá akceptácie – udalosti zahrnuté do projektového základu [30] ... 91
26. tabuľka: Platné medzinárodné a maďarské predpisy o udalostiach presahujúcich rámec projektového základu ... 92
27. tabuľka: Harmonogram výstavby blokov prevádzky Paks II. ... 94
28. tabuľka: Ročné energetické údaje ... 96
29. tabuľka: Materiálová a energetická bilancia prevádzky Paks II. ... 97
30. tabuľka: Prípustné hodnoty intenzity elektrického poľa a magnetickej indukcie ... 102
31. tabuľka: Namerané hodnoty intenzity elektrického poľa a magnetickej indukcie ... 102
32. tabuľka: Komplexná matica vplyvov, identifikácia faktorov vplyvu a nositeľov vplyvu ... 107
36. tabuľka: Komplexná matica vplyvov, identifikácia tradičných a rádiologických vplyvov ... 108
34. tabuľka: Charakteristické znaky experimentov vykonaných pomocou klimatických modelov ALADIN-Climate a REMO ... 116
35. tabuľka: Experiment plánovaný pomocou modelov ALADIN-Climate a REMO ... 116
36. tabuľka: Stanovenie morfodynamickej a prietokovej oblasti vplyvu koryta Dunaja v porovnaní so súčasným stavom ... 135
37. tabuľka: Vypúšťanie teplej vody (Q m³/s) v prípade realizácie plánovaného rozvoja, s očakávanou najvyššou teplotou vody Dunaja (TDuna, °C), v smerodajných prevádzkových časoch ... 135
38. tabuľka: Trvanie prekročenia limitnej hodnoty, obdobie (2032), Jadrová elektráreň Paks + Paks II. ... 139
39. tabuľka: Trvanie prekročenia limitnej hodnoty, obdobie (2085), Paks II. samostatne ... 139
40. tabuľka: Rozsah najväčšej teplotnej zmeny v úseku južnej štátnej hranice Dunaja, TTeplá voda = 33 °C (smerodajný stav v r. 2014, 2032 a 2085) ... 140
41. tabuľka: Rozsah najväčšej teplotnej zmeny v úseku južnej štátnej hranice Dunaja, ΔTTeplotný rozdiel = 8 °C (smerodajný stav v r. 2014, 2032 a 2085) ... 140
42. tabuľka: Predpokladané trvanie prekročenia niekoľkých dôležitých ochranných úrovní, stanovených pre zaplavenia okolia elektrárne pri najnepriaznivejšej úrovni (96,30 mBf) ... 141
43. tabuľka: Zoznam fyzických a chemických prvkov týkajúcich sa Dunaja so skupinami kvality vody VRS ... 146
44. tabuľka: Skúmané úseky Dunaja a ich ďalšie charakteristiky ... 147
45. tabuľka: Priemerné hodnoty prieskumov kmeňovej siete v rokoch 2007-2011, s klasifikáciou podľa kritéria VRS ... 149
46. tabuľka: Hodnotenie stavu vodného útvaru na Dunaji HURWAEP444 Szob-Baja (typ 24) pod ... 149
47. tabuľka: VRS klasifikácia horného toku Dunaja podľa fyzikálno-chemických parametrov (1560,6-1533,5 rkm) ... 153
48. tabuľka: VRS klasifikácia priameho dolného toku Dunaja podľa fyzikálno-chemických parametrov (1526-1516 rkm) ... 154
49. tabuľka: VRS klasifikácia vzdialeného dolného toku Dunaja (1506,8-1481,5 rkm) podľa fyzikálno-chemických parametrov ... 156
50. tabuľka: Klasifikácia skúmaného úseku Dunaja (HURWAEP444) z hľadiska VRS ... 157
51. tabuľka: Potenciálne faktory vplyvu pôsobiace počas investície Paks II. ... 158
52. tabuľka: Súhrnné vyhodnotenie meraní základného stavu v roku 2012 ... 182
53. tabuľka: Vplyvy skúšobnej prevádzky dieselových generátorov ... 184
54. tabuľka: Priamy vplyv súčasného prevádzkovania Paks II. a jadrovej elektrárne Paks na kvalitu ovzdušia ... 184
55. tabuľka: Odhadované množstvo zeme odstránenej zo staveniska počas výstavby Paks II. ... 199

56. tabuľka: Odhadované množstvo prevádzkového odpadu Paks II. ... 199
57. tabuľka: Odhadované množstvá odpadov vznikajúce pri súčasnom prevádzkovaní Paks II. a jadrovej elektrárne Paks ... 199
58. tabuľka: Množstvo vyhoreného paliva počas celkovej prevádzkovej doby v jednotlivých blokoch ... 202
59. tabuľka: Odhadované ročné množstvo tuhého rádioaktívneho odpadu v jednotlivých blokoch [40] ... 205
60. tabuľka: Hlavné interakcie medzi prirodzenými biotopmi a pestovateľskými oblasťami ... 210
61. tabuľka: Súhrnné údaje koncentrácie aktivity pôdy ... 210
62. tabuľka: Súhrnné údaje koncentrácie aktivity kravského mlieka ... 211
63. tabuľka: Priemerné hodnoty dávkových príkonov ... 211
64. tabuľka: Emisie bežnej prevádzky dvoch blokov (Bq/rok) ... 220
65. tabuľka: Územné rozloženie emisných výpočtov ... 220
66. tabuľka: Dávky u 1-2 ročných detí vznikajúce v jednotlivých oblastiach na základe meteorologických údajov z roku 2009, podľa trasy ožiarenia (I+II, Sv) ... 221
67.tabuľka: Dávky u dospelých vznikajúce v jednotlivých oblastiach na základe meteorologických údajov z roku 2009, podľa trasy ožiarenia (I+II, Sv) ... 221
68. tabuľka: Skoré emisie (Bq) ... 222
69. tabuľka: Neskoré emisie (Bq) ... 223
70. tabuľka: Súhrnné celkové dávky projektovej prevádzkovej poruchy (Sv) ... 223
71. tabuľka: Plánované kvapalné emisie ruského bloku VVER 1200 MW (Bq/rok) [30] ... 224
72. tabuľka: Dávka u 1-2 ročných detí a dospelých žijúcich v obci Gerjen z ročných kvapalných emisií ruských blokov typu VVER 1200 MW (nSv/rok) ... 224
73. tabuľka: Celkové dávky Paks II, jadrovej elektrárne Paks a MSVP z maximálneho roka u 1-2 ročných detí, Sv ... 226
74. tabuľka: Celkové dávky Paks II., jadrovej elektrárne Paks a MSVP z maximálneho roku u dospelých, Sv ... 226
75. tabuľka: Maximálny celkový ročný vplyv kvapalných emisií v obci Gerjen ... 226
76. tabuľka: Podiel Paks II a existujúcich umelých zdrojov na ožiarení vodných organizmov v Dunaji v roku 2025. ... 229
77. tabuľka: Koncentrácia aktivity na povrchu a blízko povrchu v závislosti od vzdialenosti v prípade emisií za 10 dní ... 231
78. tabuľka: Koncentrácia aktivity na povrchu a blízko povrchu v závislosti od vzdialenosti v prípade emisií za 30 dní ... 232

ZOZNAM SKRATIEK

Skratka	Celý názov
ÁNTSz OTH	Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálat Országos Tisztifőorvosi Hivatal (Štátna zdravotná a hygienická služba, Úrad hlavného lekára)
ÁVIT	Komplexný plán krízového riadenia a opatrení
DBC	Design Basis Conditions (Projektový základ)
DdKTF	Dél-dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi Felügyelőség (Inšpektorát ochrany životného prostredia Južné Zadunajsko)
DdKTVF	Dél-dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség (Inšpektorát ochrany životného prostredia a vôd Južné Zadunajsko)
DDNPI	Duna-Dráva Nemzeti Park Igazgatóság (Riaditeľstvo Národného parku Dunaj-Dráva)
DEC	Design Extension Conditions (Prevádzkové stavy presahujúce projektový stav)
PKD	Predbežná konzultačná dokumentácia
OSN	Organizácia spojených národov (United Nations - UN)
ERBE	MVM ERBE ENERGETIKA Mérnökiroda Zártkörűen Működő Részvénytársaság; MVM ERBE Zrt.
EUR	European Utility Requirements (Požiadavky európskych prevádzkovateľov)
Euratom	European Atomic Energy Community (Európske spoločenstvo pre atómovú energiu)
EüM	Ministerstvo zdravotníctva
rkm	riečny kilometer
HOČ	Hlavné obehové čerpadlo
GCR	Gas-Cooled, Graphite-Moderated Reactor (Plynom chladený, grafitom moderovaný reaktor)
GM	Ministerstvo hospodárstva
ICRP	International Commission on Radiological Protection - Medzinárodná komisia pre rádiologickú ochranu
IM	Ministerstvo priemyslu
INES	International Nuclear Event Scale (Medzinárodná stupnica jadrových udalostí)
IRP	Inertný rádioaktívny plyn
IRM	Ministerstvo spravodlivosti a ochrany poriadku
KHEM	Minister dopravy, telekomunikácií a energetiky
HVŽP - ŠVŽP	Hodnotenie vplyvov na životné prostredie - Štúdia vplyvov na životné prostredie
KHVM	Ministerstvo dopravy, telekomunikácií a vôd
MSVP	Medzisklad vyhoreného jadrového paliva
KöM	Ministerstvo ochrany životného prostredia
KPM	Ministerstvo dopravy a pôšt
KSH NKI	Központi Statisztikai Hivatal Népességtudományi Kutató Intézet (Centrálny štatistický úrad, Výskumný ústav obyvateľstva)
KvVM	Ministerstvo ochrany životného prostredia a vôd
NHV	Najnižšia hladina vody
LOCA	LOss of Coolant Accident (Havária so stratou chladiva)
LWGR	Light-Water-Cooled, Graphite-Moderated Reactor (Ľahkou vodou chladený, grafitom moderovaný reaktor)
MAVIR	Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító Zártkörűen Működő Részvénytársaság
MBFH	Maďarský úrad pre baníctvo a geológiu
MEKH	Maďarský úrad pre reguláciu energetiky a verejnú infraštruktúru
MIR	Modernised International Reactor (Modernizovaný medzinárodný reaktor)
MKEH	Maďarský obchodný licenčný úrad
MKM	Ministerstvo kultúry a vzdelávania
MVM Zrt.	MVM Magyar Villamos Művek Zártkörűen Működő Részvénytársaság
MVM Paks II.Zrt.	MVM Paks II. Atomerőműfejlesztő Zártkörűen Működő Részvénytársaság
MAAE	Medzinárodná agentúra pre atómovú energiu (International Atomic Energy Agency - IAEA)
NBEIT	Plán opatrení pre prípad jadrovej nehody
JBP	Jadrové bezpečnostné predpisy
OAH NBI	Országos Atomenergia Hivatal Nukleáris Biztonsági Igazgatóság (Maďarská agentúra pre atómovú energiu, Riaditeľstvo pre jadrovú bezpečnosť)
P	Parlament
OMSz	Országos Meteorológiai Szolgálat (Národná meteorologická služba)
Jadrová elektráreň Paks	MVM Paksi Atomerőmű Zártkörűen Működő Részvénytársaság; MVM Paksi Atomerőmű Zrt.
Paks II.	Jadrová elektráreň Paks II. - bloky jadrovej elektrárne plánované v závode v Paksi
PHWR	Pressurized Heavy-Water-Moderated and Cooled Reactor - Ťažkou vodou chladený a moderovaný reaktor
PSA	Probabilistic safety assessment - Pravdepodobnostné hodnotenie bezpečnosti
PWR	Pressurized Light-Water-Moderated and Cooled Reactor - Ľahkou vodou chladený a moderovaný reaktor
TRU	Transuránový prvok (počet uránu vyšší ako 92 - vyšší ako v prípade uránu)
KBS	Konečná bezpečnostná správa
ESMR	Elektrizačná sústava MR
VVER	Vodo-Vodyanoi Energetichesky Reactor - Moderovaný energetický reaktor chladený vodou
WANO	World Association of Nuclear Operators - Svetová asociácia prevádzkovateľov jadrových elektrární
WENRA	Western European Nuclear Regulators Association - Združenie západoeurópskych regulačných orgánov v oblasti jadrovej energie
HCcSZ	havarijné chladiace systémy zóny

1 ZÁKLADNÉ INFORMÁCIE O PLÁNOVANOM ROZVOJI

Životnosť veľkých elektrární prevádzkovaných v maďarskej elektrizačnej sústave sa približuje ku svojmu plánovanému koncu a v niektorých prípadoch už bola dokonca aj prekročená. Vzhľadom na čiastočné vyriešenie predpokladaného nedostatku kapacít a plánovanú životnosť existujúcich jadrových elektrární bola začatá príprava výstavby nových jadrových blokov.

Cieľom pripravovanej investície je, aby v záujme výroby elektrickej energiepre verejnosť vytvorila vedľa jadrovej elektrárne Paks dva moderné tlakovodné jadrové bloky s hrubým elektrickým výkonom 1 200 MW_e /blok, III^+ generácie, so životnosťou najmenej 60 rokov, v súlade s **harmonogramom stanoveným v Národnej energetickej stratégii,** s plánovaným spustením komerčnej prevádzky v rokoch2025 a 2030 pre dlhodobé udržanie – približne 40 %-ného podielu jadrovej energie na výrobe elektrickej energie.

Plánovanú investíciu tvoria nasledovné hlavné prvky:

- technológia elektrárne,
- chladiaci systém elektrárne,
- pripojenie k maďarskej elektrizačnej sústave.

1.1 PRÍPRAVNÉ ČINNOSTI PLÁNOVANEJ INVESTÍCIE

1.1.1 TELLEROV PROJEKT

V zmysle § 7 ods. (2) zákona č. CXVI z roku 1996 o jadrovej energii je k začatiu prípravy výstavby nového jadrového zariadenia potrebný predbežný súhlas Parlamentu. Parlament v bode 12. f rozhodnutia číslo 40/2008. (IV. 17.) o energetickej politike pre roky 2008-2020 požiadal Vládu, aby "začala prípravné práce týkajúce sa rozhodovania o nových jadrových kapacitách. Vláda má po získaní odborných, environmentálnych a spoločenských základov v primeranom čase predložiť Parlamentu svoje návrhy na potrebnú investíciu, jej podmienky, typ a výstavbu elektrárne".

V Tellerovom projekte vypracovanom spoločnosťou MVM Zrt. boli na základe analýzy technických, ekonomických, komerčných, právnych a spoločenských aspektov vykonané odborné posúdenia. V rámci nich boli posudzované možnosti realizácie, bolo vyhotovené predbežné hodnotenie vplyvov na životné prostredie a možností skladovania vyhoreného paliva a rádioaktívneho odpadu. Výsledky boli zhrnuté do troch dokumentov pre prípravu rozhodnutia, v ktorých bolo konštatované, že najúčelnejším je výber modernej tlakovodnej elektrárne s umiestnením v závode v Paksi, ktorá nie je prototypom, niekde inde jej už bolo pridelené povolenie a jej životnosť je najmenej 60 rokov.

Parlament na základe odborných analýz dňa 30. marca 2009 s 95,4 %-nou väčšinou schválil začatie prípravných aktivít pre výstavbu nových jadrových blokov v závode v Paksi.

1.1.2 LÉVAIHO PROJEKT

Spoločnosť MVM Zrt. v júni 2009 vypracovala Lévaiho projekt pre vykonanie prípravnej činnosti v súlade s rozhodnutím Parlamentu. Hlavné aktivity vykonané v rámci Lévaiho projektu boli nasledovné:

- vypracovanie strategických analýz a možností financovania;
- príprava prvého návrhu súťažnej dokumentácie;
- prieskum pripojiteľnosti nových blokov do elektrizačnej sústavy;
- prieskum spôsobov dodávok chladiacej vody;
- začatie zostavovania predbežnej konzultačnej dokumentácie;
- začatie prieskumov potrebných k zostaveniu štúdie vplyvov na životné prostredie;
- príprava zostavenia žiadosti o povolenie prevádzky;
- prieskum dopytu po pracovnej sile;
- prieskum domácich dodávateľov a regionálnych podnikov.

1.1.3 MVM PAKS II. ATOMERŐMŰ FEJLESZTŐ ZRT. - PROJEKTOVÁ SPOLOČNOSŤ

Skupina MVM pre účely prípravy nových blokov jadrovej elektrárne založila 26. júla 2012 spoločnosť MVM Paks II. Atomerőmű Fejlesztő Zártkörűen Működő Részvénytársaság (MVM Paks II Zrt.).

Medzi najdôležitejšie úlohy projektovej spoločnosti patrí stanovenie rámcov plánovanej výstavby, vypracovanie údajov financovania a určenie potrebných technických podmienok (možností chladenia, vplyvov na životné prostredie). Dôležitou súčasťou projektovej práce je získanie povolení týkajúcich sa ochrany životného prostredia, zriadenia závodu, vodného práva a výstavby. Projektová spoločnosť sa zaoberá otázkami harmonizácie právnych predpisov, ako aj hodnotením regionálnych ekonomických a spoločenských vplyvov. Ďalšou dôležitou úlohou projektovej spoločnosti je zabezpečenie toho, aby Maďarsko počas výstavby nových blokov jadrovej elektrárne čo najviac využilo stimulačné účinky projektu na národné hospodárstvo.

1.1.4 LEGISLATÍVNA PODPORA

V dôsledku vyššie opísaných prípravných činností bolo do maďarského regulačného systému zavedených viacero prvkov podporujúcich zriadenie nových jadrových blokov.

Parlament 3. októbra 2011 prijal **Národnú energetickú stratégiu** definujúcu rozvojové a prevádzkové smerovanie v nasledujúcich dvoch desaťročiach až do roku 2050, v zmysle ktorého štát v záujme splnenia dlhodobých hospodárskych cieľov a cieľov ochrany životného prostredia chce v dlhodobom horizonte udržať približne 40 %-ný podiel jadrovej energie na výrobe elektrickej energie v Maďarsku.

Vláda v záujme zabezpečenia vyváženého rozvoja maďarskej jadrovej energetiky v nasledujúcich tridsiatich rokoch založila svojím rozhodnutím č. 1195/2012 (VI. 18.) Riadiaci výbor pre jadrovú energiu **zaoberajúci sa strategickými otázkami využívania a rozvoja jadrovej energie v Maďarsku, ktorého predsedom je maďarský premiér.**

Vláda vzhľadom na svoju strategickú úlohu, ktorú zohráva v garantovaní bezpečnej dodávky energie v Maďarsku, ďalej na ustanovenia Národnej energetickej stratégie prijatej Parlamentom vyhlásila vo svojom rozhodnutí č. 1196/2012 (VI. 18.) , že zriadenie nových jadrových blokov v závode jadrovej elektrárne Paks je **z hľadiska národného hospodárstva považované za prioritnú a z hľadiska bezpečnej dodávky energií za nevyhnutne potrebnúinvestíciu.**

1.1.5 VÝBER PLÁNOVANÝCH BLOKOV

MAĎARSKO-RUSKÝ MEDZIVLÁDNY DOHOVOR

14. januára 2014 bola medzi vládou Maďarska a vládou Ruskej federácie uzavretá dohoda o obnove zmluvy o jadrovej spolupráci uzavretej pred niekoľkými desaťročiami. Na základe tejto dohody budú na území jadrovej elektrárne Paks vybudované prostredníctvom ruského kompetentného úradu ďalšie dva nové bloky s výkonom 1200 MW, na ktorých financovanie bude maďarskej vláde poskytnutý z Ruska medzivládny úver.

ZÁKON Č. II.Z ROKU 2014

Dohoda medzi dvomi vládami bola maďarským Parlamentom schválená 6. februára 2014 ***zákonom č. II. z roku 2014*** o vyhlásení Dohovoru medzi Vládou Maďarska a Vládou Ruskej federácie o spolupráci v oblasti mierového využívania jadrovej energie.

1. článok - Predmet spolupráce

Strany spolupracujú na udržiavaní a rozvoji výkonu jadrovej elektrárne Paks nachádzajúcej sa na území Maďarska, vrátane návrhu, výstavby, uvedenia do prevádzky a vyradenia dvoch nových blokov z prevádzky, vybavených reaktormi typu VVER (chladené a moderované vodou), v prípade oboch reaktorov s integrovanou kapacitou najmenej 1 000 MW, ako to uvádza tento Dohovor - s cieľom nahradenia výkonu blokov 1–4, ktoré majú byť v budúcnosti vyradené z prevádzky.

1.2 VŠEOBECNÉ PREDSTAVENIE POVOĽOVACIEHO PROCESU NOVÝCH BLOKOV JADROVEJ ELEKTRÁRNE

K finálnemu povoleniu prevádzky jadrovej elektrárne Paks II. je potrebné získať ***tisícky povolení***. Spomedzi týchto povolení sme vyzdvihli iba tie hlavné, ktoré uvádzame spolu s vydávajúcim orgánom.

Radiačná ochrana - *Štátna zdravotná a hygienická služba (ÁNTSZ) Úrad hlavného lekára (OTH)*

Povolenie týkajúce sa dávkového obmedzenia

Ochrana životného prostredia – *Inšpektorát ochrany životného prostredia Južné Zadunajsko (DdKTF)*

Environmentálne povolenie

Vodné právo – *Riaditeľstvo ochrany pred katastrofami Belehradskej župy*

Vodoprávne povolenie
Vodoprávne povolenie na zriadenie
Vodoprávne prevádzkové povolenie

Jadrová bezpečnosť – *Maďarská agentúra pre atómovú energiu*

Povolenie na prieskum a hodnotenie závodu
Povolenie závodu
Povolenie na zriadenie stavby
Stavebné povolenie
Povolenie na prevzatie stavieb a stavebných konštrukcií do užívania
Povolenia na úrovni systému
- Povolenie na výrobu
- Povolenie na nákup
- Povolenie na výstavbu
- Typové povolenie

Povolenie na uvedenie do prevádzky
Povolenie na prevádzkovanie

Energetika

Elektráreň - *Maďarský úrad pre reguláciu energetiky a verejnú infraštruktúru*

Povolenie na zriadenie jadrovej elektrárne s podstatným vplyvom na prevádzku systému elektrickej energie
Povolenie Maďarského úradu pre reguláciu energetiky a verejnú infraštruktúru (MEKH) na zriadenie
Povolenie MEKH na výrobu elektrickej energie v jadrovej elektrárni

Sieťové pripojenie (elektrické vedenia) - *Vládne zastupiteľstvo Baranskej župy Metrologické a technické stredisko Pécs Úrad pre bezpečnosť*

Povolenie na prípravné práce
Povolenie na pripojenie
Povolenie na prevádzkovanie

Technická kontrola - *Maďarský obchodný licenčný úrad*

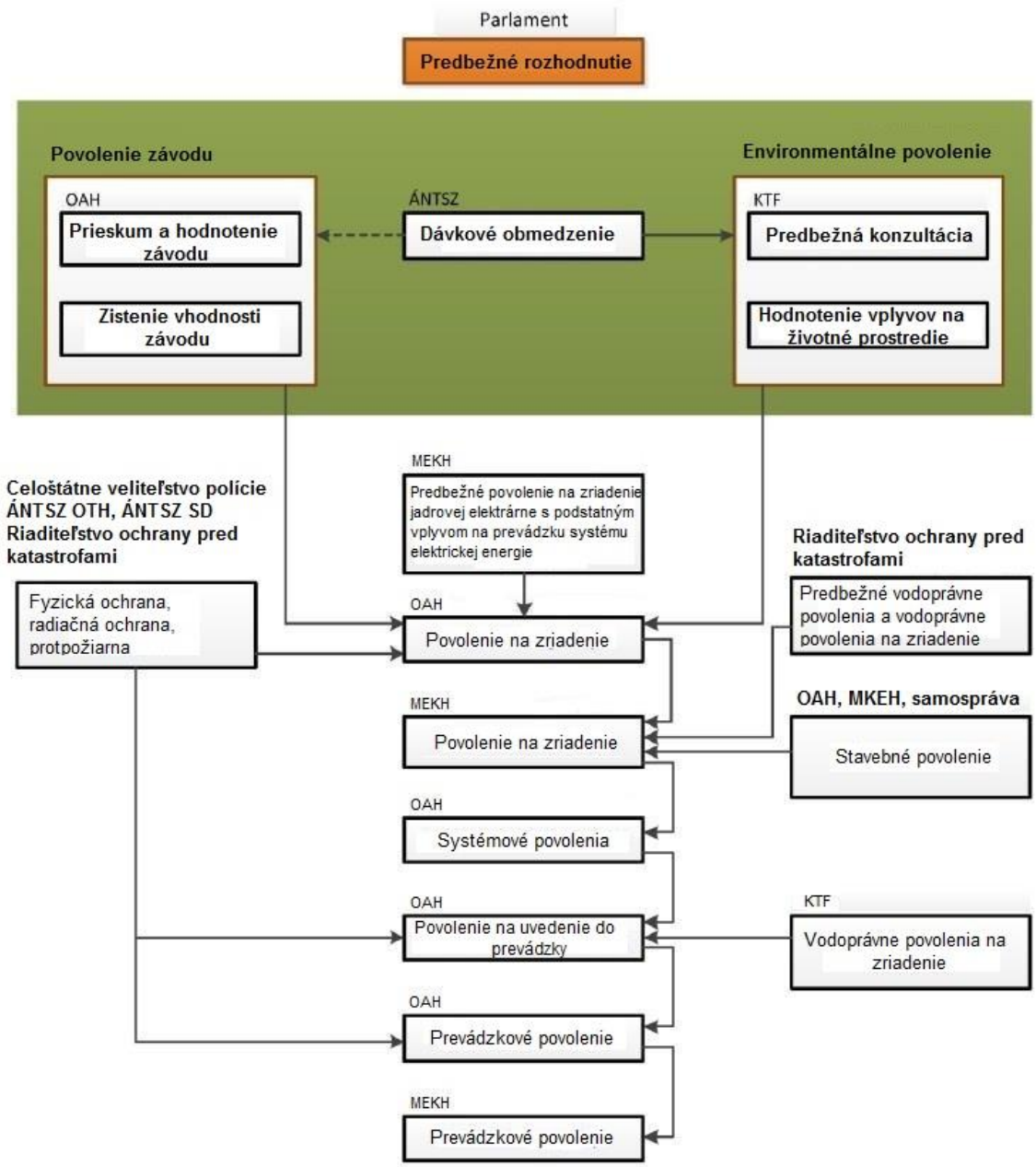
Stavebné povolenia v kompetencii Maďarského obchodného licenčného úradu (MEKH)
Povolenia MKEH, ktoré je potrebné získať počas fázy zriaďovania (napr. na tlakové zariadenia, diaľkové vedenie tepla, skladovacie zariadenia pre nebezpečné látky)
Povolenia na prevzatie do užívania v kompetencii MKEH

Stavebná architektúra - *Miestna samospráva*

Stavebné povolenia v kompetencii miestnej samosprávy

Ďalšie povolenia a konania

Fyzická ochrana
Konanie podľa Článku 37 EURATOM
Konanie podľa Článku 41 EURATOM



1. obrázok: Povoľovací proces jadrovej elektrárne

1.3 ENVIRONMENTÁLNE POVOLENIE PLÁNOVANÝCH NOVÝCH BLOKOV

V zmysle § 66 ods. (1) zákona č. LIII z roku 1995 o všeobecných pravidlách ochrany životného prostredia možno činnosť podliehajúcupovinnému hodnoteniu vplyvov na životné prostredie začať iba na základe právoplatného povolenia vydaného územne príslušným inšpektorátom životného prostredia.

Činnosti podliehajúce povinnému hodnoteniu vplyvov na životné prostredie upravuje Príloha č. 1 Nariadenia vlády č. 314/2005 (XII. 25.) o povoľovacom konaní týkajúcom sa hodnotenia vplyvov na životné prostredie a jednotného využívania životného prostredia, bod 31 Prílohy obsahuje predpisy týkajúce sa jadrovej elektrárne bez stanovenia jej veľkosti.

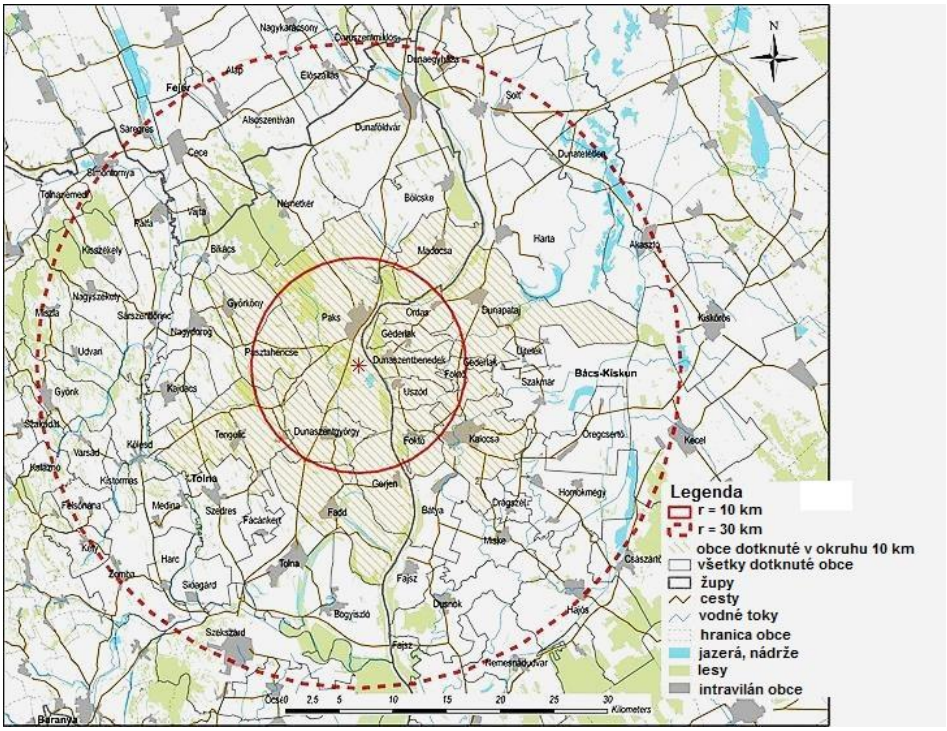
Podľa uvedeného podmienkou výstavby plánovaných dvoch jadrových blokov s výkonom 1 200 MW_e je zhodnotenie vplyvov na životné prostredie podľa Nariadenia vlády č. 314/2005 (XII.25.), zhrnutie výsledkov hodnotenia v štúdii vplyvov na životné prostredie, na základe toho začatie konania o vydanie povolenia týkajúceho sa ochrany životného prostredia a napokon získanie tohto povolenia.

V konaní o vydanie povolenia pre plánované nové jadrové bloky v závode v Paksi týkajúceho sa ochrany životného prostredia, bol územne príslušným úradom pre jadrovú elektráreň Paks Inšpektorát ochrany životného prostredia Južné Zadunajsko (ďalej len: DdKTF).

1.3.1 PREDBEŽNÁ KONZULTAČNÁ DOKUMENTÁCIA 5 POTENCIÁLNYCH TYPOV BLOKOV (PKD)

Konanie o vydanie povolenia plánovaných nových blokov týkajúce sa ochrany životného prostredia bolo začaté 10. novembra 2012 na základe predloženia Predbežnej konzultačnej dokumentácie s názvom "MVM Magyar Villamos Művek Zrt. Zriadenie nových blokov jadrovej elektrárne" a pracovným číslom 6F111121, ktorú zostavila spoločnosť PÖYRY ERŐTERV Energetikai Tervező és Vállalkozó Zrt. [1][1].

PKD bola zostavená na základe údajov 5 potenciálnych typov blokov, ktoré by mohli byť inštalované v závode v Paksi. V PKD boli skúmané oblasti v 10 a 30 kilometrovom okruhu.



2. obrázok: Územia riešené v PKD (10 km, 30 km) [1]

[1] *PKD je dostupná na stránke MVM Paks II. Zrt.:*
http://www.mvmpaks2.hu/hu/Dokumentumtarolo/EKD-HUN.pdf
http://www.mvmpaks2.hu/hu/Dokumentumtarolo/EKD-ENG.pdf

V konaní Inšpektorátu ochrany životného prostredia a vôd Južné Zadunajsko (DdKTVF) predložili svoje pripomienky nasledovné administratívne orgány:

Správny orgán	číslo spisu
Vládne zastupiteľstvo v Tolnianskej župe Orgán verejného zdravotníctva	XVII-R-084/01550-2/2012
Vládne zastupiteľstvo v Tolnianskej župe Hlavné úradné oddelenie Oddelenie ochrany pamiatok Szekszárd	II-P-18/184-2/2012
Vládne zastupiteľstvo v Tolnianskej župe Riaditeľstvo ochrany rastlín a pôd	26.2/1271-2/2012
Vládne zastupiteľstvo v Baranskej župe Riaditeľstvo lesníctva	II-G-033/8061/1/2012
Vládne zastupiteľstvo v Baranskej župe Stavebný úrad Hlavný štátny architekt	II-D-15/157-2/2012
Banský úrad Pécs	PBK/3519-2/2012
Obvodný notár Pusztahencse - Györköny	629/2012
Obvodný notár Dunaszentgyörgy - Németkér - Gerjen	625-5/2012
Notár obce Bölcske	1985-2/2012
Pracovisko obvodného notárskeho úradu obcí Zomba, Harc a Medina v Medine	819-2/2012
Notár mesta Kalocsa	8350-1/2012/H

1. tabuľka: Správne orgány pripomienkujúce PKD

Do vydania Stanoviska nemali žiadne pripomienky:

Vládne zastupiteľstvo v Tolnianskej župe Obvodný pozemkový úrad Paks
Štátny úrad jadrovej energie
Titulárny notár mesta Paks
Obvodný notár obcí Nagydorog, Bikács, Sárszentlőrinc
Obvodný notár obcí Kölesd, Kistormás, Kajdacs
Obvodný notár obcí Foktő a Dunaszentbenedek
Obvodný notár obcí Géderlak, Ordas a Uszód
Obvodný notár obcí Harta a Dunatetétlen
Obvodný notár obcí Homokmégy a Öregcsertő
Obvodný notár obcí Szakmár a Újtelek
Obvodný notár obcí Miske a Drágszél
Obvodný notár obcí Sióagárd a Fácánkert
Notár obce Bogyiszló,Tengelic, Szedres, Fadd, Pálfa, Madocsa, Dusnok, Dunapataj, Bátya, Fajsz, Vajta, Tolna, Cece, Dunaföldvár, Előszállás

DdKTVF požiadalo o právnu pomoc kompetentné Oddelenie cestnej, železničnej a lodnej dopravy Národného dopravného úradu, územne príslušný Inšpektorát pre ochranu životného prostredia a vôd Stredné Zadunajsko o vydanie stanoviska a Riaditeľstvo Národného parku Dunaj-Dráva o vydanie vyhlásenia. Dotknuté organizácie do vydania Stanoviska nepredložili žiadne pripomienky a vyhlásenia.

Verejnosť

Ústav odbornej politiky a metodické stredisko Energiaklub požiadal v konaní o uznanie svojho právneho statusu klienta a na základe toho o možnosť nahliadnutia do PKD a jej pripomienkovania. DdKTVF na základe stanov združenia schválilo právny stav klienta a Združeniu poskytlo elektronickú verziu konzultačnej žiadosti. Energetický klub do vydania Posudku nepredložil žiadne pripomienky k PKD.

Verejnosť nepredložila DdKTVF, ako ani konajúcim notárom dotknutých obcí žiadne pripomienky k predbežnej konzultácii.

DdKTVF s ohľadom na vyššie uvedené vydalo 21. decembra 2012 svoje Stanovisko so spisovým číslom 8588-32/2012, v ktorom uvádza nasledovné:

- zriadenie plánovanej jadrovej elektrárne podlieha povinnosti hodnotenia vplyvov na životné prostredie
- zo strany DdKTVF na základe informácií dostupných počas predbežnej konzultácie **neexistuje žiadny dôvod vylučujúci** vydanie povolenia pre plánovanú investíciu
- štúdiu vplyvov na životné prostredie je potrebné vypracovať v súlade s Prílohou číslo 6 a 7 Nariadenia vlády č. 314/2005 (XII.) a podrobnými obsahovými požiadavkami, ktoré stanovilo DdKTVF
- odborné časti štúdie vplyvov na životné prostredie môže vypracovať iba oprávnený odborník.

DdKTVF upozorňuje, že Posudok obsahuje vlastné stanovisko úradu, od ktorého sa môžu pripomienky administratívnych orgánov zapojených do konania odlišovať.

Medzinárodný postup

Zriadenie jadrovej elektrárne patrí do účinnosti Nariadenia vlády č. 148/1999 (X. 13.) o vyhlásení Dohovoru z Espoo o hodnotení vplyvov na životné prostredie presahujúcich štátne hranice, ktorý bol podpísaný vo Fínsku 26. februára 1991 a smernice Európskeho spoločenstva 85/337/EHS o posudzovaní vplyvov určitých verejných a súkromných projektov na životné prostredie zmenenej a doplnenej smernicami Rady 97/11/ES, 2003/35/ES a 2009/31/ES.

DdKTVF s cieľom iniciovať medzinárodný postup podľa Dohovoru z Espoo doručilo PKD a jej cudzojazyčné verzie Hlavnému oddeleniu pre zachovanie životného prostredia Ministerstva pre rozvoj vidieka (VM), ktoré poslalo oznámenie celkovo 30 krajinám. Nižšie uvedená tabuľka obsahuje zoznam oslovených krajín a ich stanovísk súvisiacich s postupom:

Upovedomená strana	Účasť	Vyhlásenie o zámere zúčastniť sa	Pripomienka
Rakúsko	Áno	**chce sa zúčastniť**	poslal pripomienku
Belgicko	n/a		
Bulharsko	n/a		
Cyprus	Nie	nechce sa zúčastniť	
Česko	Áno	**chce sa zúčastniť**	poslal pripomienku
Dánsko	n/a		
Estónsko	Nie	nechce sa zúčastniť	
Fínsko	n/a		
Francúzsko	n/a		
Grécko	Áno	**chce sa zúčastniť**	poslal pripomienku
Holandsko	n/a		
Chorvátsko	Áno	**chce sa zúčastniť**	poslal pripomienku
Írsko	n/a		
Poľsko	Nie	nechce sa zúčastniť	
Lotyšsko	n/a		
Litva	n/a		
Luxembursko	n/a		
Malta	Áno	**chce sa zúčastniť**	poslal pripomienku
Nemecko	Áno	**chce sa zúčastniť**	poslal pripomienku
Taliansko	n/a		
Portugalsko	n/a		
Rumunsko	Áno	**chce sa zúčastniť**	poslal pripomienku
Španielsko	Nie	nechce sa zúčastniť	
Švajčiarsko	n/a		
Švédsko	n/a		
Srbsko	n/a		
Slovensko	Áno	**chce sa zúčastniť**	poslal pripomienku
Slovinsko	Áno	**chce sa zúčastniť**	neposlal pripomienku
Spojené kráľovstvo	n/a		
Ukrajina	Áno	**chce sa zúčastniť**	neposlal pripomienku

2. tabuľka: Krajiny oslovené v medzinárodnom konaní

Z ostatných krajín bolo prijatých približne 15-tisíc listov, otázky a pripomienky obsiahnuté v týchto listoch boli zamerané na nasledovných 10 hlavných tematických okruhov:

	Tematické okruhy
1	Pripomienky týkajúce sa energetickej stratégie
2	Pripomienky vzťahujúce sa na vážne nehody a prevádzkové poruchy
3	Otázky týkajúce sa jadrovej bezpečnosti
4	Pripomienky súvisiace so zodpovednosťou za jadrovú škodu
5	Predstavenie vplyvov celkového palivového cyklu na životné prostredie
6	Pripomienky vzťahujúce sa na nakladanie s rádioaktívnym odpadom
7	Spoločné vplyvy dvoch elektrární, respektíve vplyv novej elektrárne na starú
8	Pripomienky k obsahu štúdie vplyvov na životné prostredie
9	Ekonomické úvahy
10	Pripomienky k iným témam

3. tabuľka: Tematické okruhy otázok položených v medzinárodnom konaní

Odpovede na jednotlivé okruhy sú uvedené v Kapitole o medzinárodných aspektoch.

1.3.2 ŠTÚDIA VPLYVOV JADROVEJ ELEKTRÁRNE PAKS II. NA ŽIVOTNÉ PROSTREDIE (ŠVŽP)

Cieľom hodnotenia vplyvov na životné prostredie (HVŽP), ktoré j potrebné vykonať pred zriadením jadrovej elektrárne Paks II v závode v Paksi je identifikácia vplyvov technológie jadrovej elektrárne na jednotlivé prvky a systémy životného prostredia v závislosti od základného stavu a miery zaťažiteľnosti riešeného územia.

Ak hodnotenie vplyvov vykonané v tomto systéme podmienok nezistí v prípade žiadneho prvku, respektíve systému životného prostredia zaťaženie, ktorého úroveň je v zmysle regulačného prostredia a odborných stanovísk neprijateľná, *zriadenie a prevádzkovanie plánovaných blokov s výkonom 2 x 1 200 MW je z hľadiska ochrany životného prostredia zrealizovateľné.*

1.3.2.1 Prieskumy základného stavu

S cieľom zistenia súčasného stavu životného prostredia pre účely hodnotenia vplyvov na životné prostredie a na základe toho charakteristiky a zhodnotenia základného stavu boli od 1. marca 2012 vykonané na mieste výstavby plánovaných jadrových blokov a v prieskumných oblastiach vymedzených na základe vopred odhadnutých oblastí vplyvu prieskumy a analýzy zaradené do nasledovných tematických okruhov:

I. Charakteristika závodu

II. Meteorologické charakteristiky

a) Meteorológia
b) Mikro- a mezoklíma v okolí závodu

III. Charakteristika geologického prostredia a prostredia podzemných a povrchových pôd

a) Predstavenie a charakteristika geologického prostredia
b) Predstavenie a charakteristika prostredia podzemných vôd
c) Hydrologická charakteristika závodu
d) Stav Dunaja a iných povrchových vôd
e) Stav koryta a stien brehu Dunaja

IV. Všeobecná charakteristika rádioaktivity životného prostredia

V. Posúdenie zaťaženia hlukom a vibráciami

VI. Posúdenie kvality ovzdušia

VII. Charakteristika stavu ekosystému

a) Charakteristika radiačného zaťaženia ekosystému (okrem ľudskej expozície)
b) Vykonanie vzorových biomonitorovacích skúšok

VIII. Charakteristika stavu obyvateľstva

a) Stanovenie radiačného zaťaženia obyvateľstva
b) Stanovenie zdravotného stavu obyvateľov žijúcich v okolí závodu

Merania základného stavu, hodnotenia a analýzy pre zhodnotenie vplyvov na životné prostredie boli dokončené v roku 2012, dátum ich ukončenia je preto jednotne rok 2012. Od tohto dátumu sa odlišuje konečný dátum použitý pri meteorologických analýzach, ktorý bol 2010.

Rok 2012 bol mimoriadne suchý. Výsledky biomonitorovacích skúšok odrážali extrémne sucho v skúmanom roku. V snahe získať údaje o základnom stave ekosystému aj v iných poveternostných podmienkach bolo účelné vykonať biomonitorovacie skúšky aj v roku 2013 Z tohto dôvodu boli aj merania veľkej vody Dunaja vykonané v roku 2013.

V prípadoch, v ktorých boli aj neskôr, čiže v roku 2013 vykonané lokálne skúšky alebo analýzy (meranie veľkej vody Dunaja, analýza údajov studní na monitorovanie podzemných vôd), uvádzame pri jednotlivých odborných oblastiach aj koncový dátum údajov.

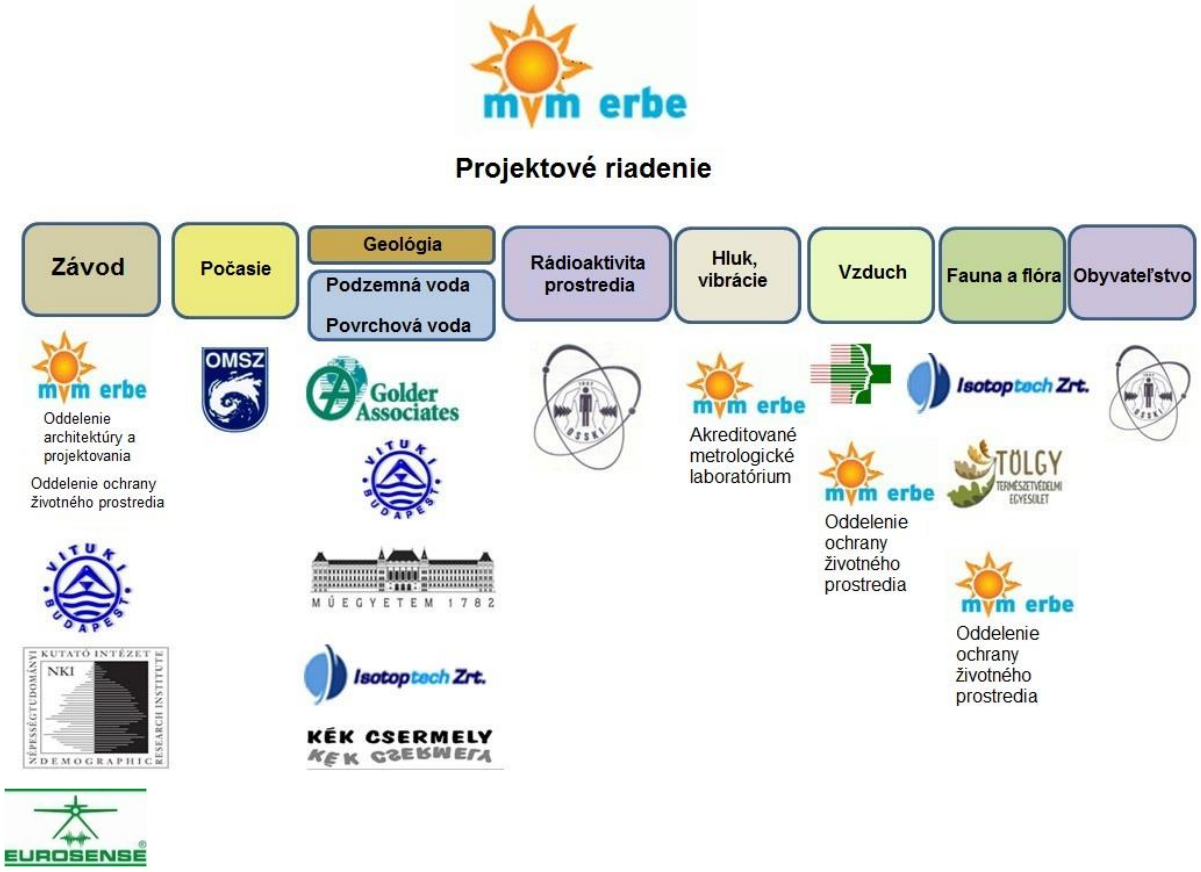
Riešené územia

Počas zisťovania základného stavu v rokoch 2012 a 2013 sme za všeobecné prieskumné územie stanovili 30 kilometrový okruh od stredu vytýčeného miesta výstavby nových blokov. Väčšina odborných skúšok bola vykonaná v tejto časti. Od tohto sa v podstatnej miere odlišovali iba prieskumné oblasti Dunaja, jednotlivé tematické okruhy v rozličnej miere, v niektorých prípadoch bol preskúmaný celý maďarský údaj Dunaja.

Oblasť vplyvu sa predpokladá v okruhu 10 km, podrobnejšie prieskumy boli taktiež vykonávané v rámci tejto oblasti. Na základe týchto úvah bol aj základný stav území Natura 2000 mimo Dunaja skúmaný v tejto časti riešeného územia.

V predpokladanej priamej oblasti vplyvu, t. j. v okruhu 3 km sme vykonali podrobné biomonitorovacie skúšky a zmapovanie vegetácie. Jednoročné meranie základného stavu znečistenia ovzdušia bolo taktiež realizované v priamej oblasti vplyvu podľa umiestnenia bodov, ktoré majú byť chránené. Merania hluku a vibrácií boli taktiež vykonané na tomto území. Terénne prieskumy, prieskumy geologického prostredia a podzemných vôd potrebných k stanoveniu charakteristík územia boli vykonané na mieste plánovanej výstavby a jeho priamom okolí.

Odborné organizácie spolupracujúce na vypracovaní a realizácii programov odborných prieskumov a hodnotení pre zhodnotenie vplyvov na životné prostredie uvádzame nižšie.



1.3.2.2 Systém technických podmienok hodnotenia vplyvov na životné prostredie a situačný plán výstavby

Systém technických podmienok a situačný plán výstavby umožňujúci zistenie vplyvov jadrovej elektrárne Paks II. na životné prostredie, ktorých členenie sa prispôsobuje k súčasnej fáze projektu, vypracovala a navrhla spoločnosť MVM ERBE Zrt. na základe údajov predbežne poskytnutých dodávateľom blokov, publikovaných údajov rozostavaných elektrární, verejných databáz, prednášok, referenčných údajov zrealizovaných blokov a hodnôt maximálnych emisií spôsobujúcich najväčšie zaťaženie životného prostredia, pričom zohľadnila aj údaje existujúcej jadrovej elektrárne Paks.

Budovy a stavby boli na situačnom pláne výstavby rozmiestnené na základe technologických aspektov a s ohľadom na priestorovo náročné technologické jednotky. Charakteristiky budov boli taktiež opísané na základe údajov poskytnutých dodávateľmi a štruktúry existujúcej jadrovej elektrárne.

Rovnako ako v PKD, ako spôsob chladenia bolo podrobne analyzované chladenie čerstvou vodou. V porovnaní s PKD bolo zmenené miesto odčerpávania vody z Dunaja, ako aj miesto a spôsob prívodu zohriatej chladiacej vody do Dunaja.

Pre stanovenie predpokladanej technológie budovania základov boli východiskovými údajmi jednotlivé vrstvy vo vrtoch vykonaných v uplynulých rokoch, odhad predpokladaných hĺbok základov bol vykonaný na základe týchto údajov. Následne bude potrebné všetky budovy a objekty plánované na mieste výstavby dimenzovať z hadiska ochrany proti požiarom a odolnosti proti zemetraseniu, okrem toho musia byť v prípade jednotlivých budov zohľadnené aj iné špeciálne aspekty dimenzovania, ako napríklad minimalizácia následkov pádu lietadla, radiačná ochrana, ochrana proti hluku a vibráciám, ochrana geologického prostredia a podzemných vôd.

Na základe výsledkov vrtov a iných geologických prieskumov vykonaných počas programu geologického výskumu, respektíve konkrétnych analýz pôdnej mechaniky bude vypracovaná dokumentácia pre stavebné povolenie, ktorá bude obsahovať aj plán budov a objektov z hľadiska statiky a architektúry.

Na základe uvedeného bude v neskorších fázach prác kvôli aspektom funkcionality, stavebnej fyziky, odolnosti proti zemetraseniam, ochrany proti požiarom a ďalším úvahám dodávateľa, ktoré v súčasnosti ešte nemusia byť známe, možné vykonať v usporiadaní a rozmeroch dodatočné zmeny.

Potrebný objem dodávok sme stanovili na základe technických riešení a základných údajov, respektíve situačného plánu vyhotoveného pre účely HVŽP. Smer dodávok zatiaľ nie je známy, konkrétny plán organizácie bude vypracovaný počas návrhu realizácie, smer, veľkosť a charakteristiky pohybov v rámci územia budú konkretizované v tejto fáze projektu. Počas HVŽP sme vypracovali kalkulácie pre všetky potenciálne trasy v zákonom predpísanom 25 km okruhu.

Proces a podmienky odstavenia a ukončenia prevádzky elektrárne Paks II. – pri zohľadnení minimálne 60-ročnej životnosti blokov – nemôžu byť v súčasnosti stanovené.

1.3.2.3 Hodnotenie vplyvov na životné prostredie (HVŽP) - Štúdia vplyvov na životné prostredie (ŠVŽP)

Niekoľkomesačný proces hodnotenia vplyvov jadrovej elektrárne Paks II. na životné prostredie bol vykonaný na základe systému technických podmienok a situačného plánu výstavby z roku 2014.

Štúdia vplyvov na životné prostredie (ŠVŽP) prezentujúca vykonanie a obsahujúca zhrnutie hodnotenia vplyvov jadrovej elektrárne Paks II. na životné prostredie posudzovala ruskú jadrovú technológiu - jednu z alternatív uvedených v Predbežnej konzultačnej dokumentácii (PKD), jej hlavné vzťahy, odčerpávanie chladiacej vody a vypúšťanie zohriatej chladiacej vody do Dunaja, respektíve blokové vedenia zabezpečujúce odvod elektrickej energie vyrobenej v elektrárni z hľadiska významných vplyvov na životné prostredie, berúc do úvahy aj posudok vzťahujúci sa na PKD.

Štúdia vplyvov na životné prostredie neskúmala ekonomické alebo finančné otázky týkajúce sa zriadenia plánovaných blokov.

Štúdia vplyvov jadrovej elektrárne Paks II. na životné prostredie posudzuje z hľadiska jednotlivých prvkov a systémov životného prostredia procesy vplyvov a vplyvy faktorov a pracovných procesov vyskytujúcich sa v

rozličných fázach projektu na prvky a systémy životného prostredia, ich územný rozsah, čiže oblasť vplyvu.

Obsahovú štruktúru štúdie vplyvov na životné prostredie usmerňujú všeobecné opisy obsiahnuté v prílohách č. 6 a 7 Nariadenia vlády č. 314/2005 (XII. 25.) o hodnotení vplyvov na životné prostredie a povoľovacom konaní využívania životného prostredia.

6. č. - Všeobecné obsahové požiadavky na štúdiu vplyvov na životné prostredie
7. č. - Určenie oblasti vplyvu pri vyhotovovaní štúdie vplyvov na životné prostredie

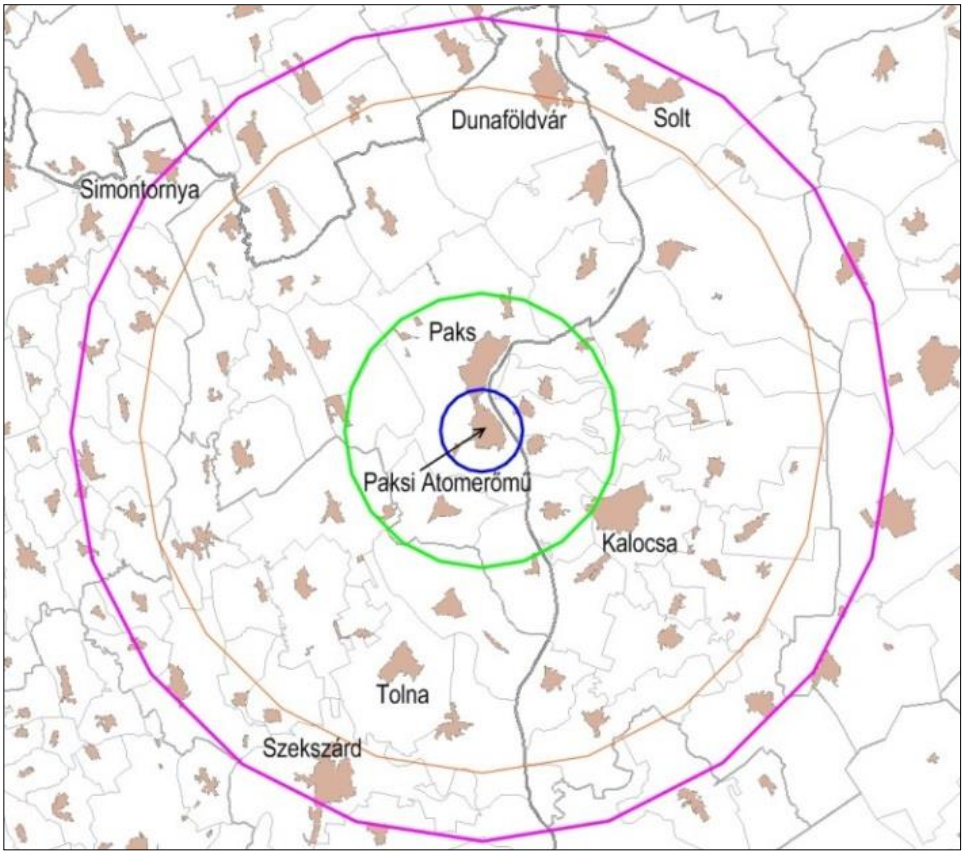
Na základe vykonania HVŽP a jeho výsledkov bola ŠVŽP zostavená podľa parametrov predstavujúcich najväčšie zaťaženie na prvky a systémy životného prostredia - berúc do úvahy daný základný stav závodu v Paksi.

Štúdia vplyvov jadrovej elektrárne Paks II. na životné prostredie predstavuje, respektíve skúma nasledovné tematické okruhy:

- podrobné predstavenie plánovaného rozvoja jadrovej elektrárne a základných technologických údajov,
- predstavenie zvoleného miesta výstavby a jeho priameho a vzdialenejšieho prostredia, miesto a priestorové nároky činností, predstavenie situačného plánu výstavby,
- vymenovanie zohľadnených skorších prieskumov,
- stanovenie a výpočet vplyvov technológie jadrovej elektrárne na jednotlivé prvky a systémy životného prostredia,
- ohraničenie oblastí vplyvu plánovanej investície,
- predstavenie cezhraničných vplyvov.

Štruktúra Štúdie vplyvov Paks II. na životné prostredie sa na základe vyššie uvedeného člení na nasledovné hlavné kapitoly:

1 Základné informácie o plánovanom rozvoji
2 Prognózy a stratégie súvisiace s plánovaným rozvojom
3 Všeobecné predstavenie jadrovej energetiky
4 Predstavenie plánovaného miesta výstavby
5 Možné spôsoby chladenia kondenzátorov nových blokov jadrovej elektrárne
6 Paks II. plánovaný v závode v Paksi Vlastnosti a základné údaje jadrovej elektrárne
7 Sieťové pripojenie k maďarskej elektrizačnej sústave
8 Potenciálne faktory vplyvu a matice potenciálnych vplyvov Paks II.
9 Spoločensko-ekonomické vplyvy
10 Klimatická charakterizácia okolia jadrovej elektrárne Paks v okruhu 30 km
11 Modelovanie morfológie koryta a tepelného zaťaženia Dunaja
12 Analýza kvality vody Dunaja a iných povrchových vôd podľa Rámcovej smernice o
13 Geologické prostredie a podzemné vody v závode a jeho bezprostrednom okolí
14 Geologické prostredie a podzemné vody v údolí Dunaja pod Paksom
15 Hluk a vibrácie
16 Ovzdušie
17 Nerádioaktívny odpad
18 Živé organizmy, ekosystém
19 Rádioaktívny odpad a vyhorené palivové kazety
20 Rádioaktivita životného prostredia - radiačné zaťaženie obyvateľstva žijúceho v okolí
21 Radiačné zaťaženie ekosystému v okolí závodu
22 Súhrnné matice vplyvu a oblasti vplyvu



modrý kruh: odhadovaná plocha priamych vplyvov,
zelený kruh: odhadovaná plocha nepriamych vplyvov,
fialový kruh: prieskumné územie všeobecnej charakteristiky,
oranžový kruh: prieskumné územie vplyvu dodávok v okruhu 25 km

3. obrázok: Rozličné oblasti riešené v ŠV [2], [3]

1.3.3 INFORMAČNÉ AKTIVITY MVM PAKS II.ZRT.

Spoločnosť MVM Paks II. Atomerőmű Fejlesztő Zrt. spustila sériu dodávateľských programov s názvom „Podnikanie budúcnosti – Informačný program pre podnikateľov" s cieľom informovať maďarské malé, stredné aveľképodniky o projekte, bezpečnostných podmienkach jadrového priemyslu, špeciálnych technických výzvach, odporúčanom procese prípravy, potrebných povoleniach a certifikáciách.

Pre starostov dotknutých obcí v regióne zorganizovala informačné stretnutia, pre informovanie verejnosti prevádzkuje interaktívny informačný kamión, ktorého úlohou je vo forme mobilného návštevného centra oboznámiť obyvateľov Maďarska s jadrovou energiou, jej významom, bezpečným a environmentálnym použitím a dôležitou úlohou, ktorú zohráva v maďarskej energetickej produkcii. Informačné materiály určené pre obyvateľov zaoberajúce sa podrobnosťami nového projektu a úlohami prieskumu závodu boli vyhotovené a distribuované do každej okolitej domácnosti v prípravnej fáze projektu. Prípravu takýchto informačných materiálov plánujeme aj v ďalších fázach projektu.

Pre záujemcov sme na akcii organizovanej na Technickej a ekonomickej univerzite v Budapešti s názvom „Ako sa pripravuje Paks II.? – Fórum o zachovaní kapacity-jadrovej elektrárne" podrobne predstavili plánovanú investíciu, ktorej aktuality sme prezentovali na mnohých ďalších podujatiach a vedeckých fórach.

Na medzinárodných fórach pravidelne informujeme o prebiehajúcich prácach, jedným z najdôležitejších takýchto podujatí je každoročne organizované rakúsko-maďarské bilaterálne fórum o jadrových záležitostiach.

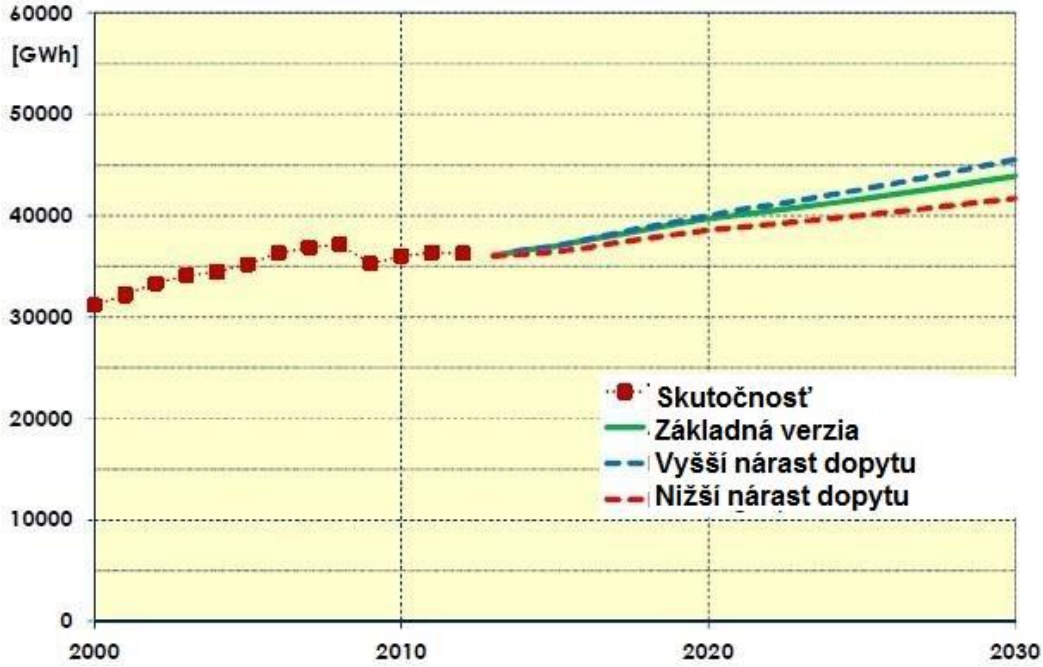
2 PROGNÓZA SPOTREBY ELEKTRICKEJ ENERGIE V MAĎARSKU

V Maďarsku patrí prognózovanie dlhodobého vývoja elektrizačnej sústavymedzi dôležité úlohy spoločnosti Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító Zártkörűen Működő Részvénytársaság (MAVIR Zrt.). Prevádzkovateľ sústavy musí posúdiť predpokladanú mieru spotreby elektrickej energiev budúcnosti, okrem toho je povinný monitorovať aj zmeny energetickej bilancie na úrovni systému, výkonnosti jadrovej elektrárne, verejnej elektrickej siete a spotreby elektrickej energie.

2.1 PROGNÓZA DOPYTU PO ELEKTRICKEJ ENERGIIV MAĎARSKU DO ROKU 2030

Predpovedanie spotrebiteľského dopytu a prezentovanie stredno- a dlhodobého rozvoja kapacít elektrizačnej sústavy tvorí od roku 2012 súčasť samostatnej štúdie, ktorá je založená na prieskume spotreby elektrickej energie a údajov zaťaženia siete v uplynulých rokoch, respektíve na prognózach ekonomických výskumných ústavov týkajúcich sa hospodárskeho rastu. Krátkodobá prognóza do roku 2018 vychádza z krátko- a strednodobých predpovedí spoločnosti MAVIR a prognóza do roku 2030 z predpovedí dokumentu Národná energetická stratégia 2030.

Prognóza spotrebiteľského dopytu do roku 2030 vypracovaná spoločnosťou MAVIR v roku 2013 obsahuje tri scenáre, ktoré znázorňuje nasledovný obrázok.



4. obrázok: Predpokladaný vývoj čistej spotreby elektrickej energie do roku 2030 [2-1]

Základná verzia **zhodná so strategickými cieľmi (na obrázku vyznačená zelenou) predpokladá pre obdobie po roku 2014 priemerné zvyšovanie čistej spotreby elektrickej energie v miere 1,5 %/rok, ktoré sa od roku 2020 bude mierne spomaľovať.** Alternatívou základnej verzie je **väčší rast dopytu** (vyznačená modrou), ktorá od roku 2014 do roku 2020 predpokladá zvyšovanie dopytu o 1,4 až 1,7 %/rok, čo sa do roku 2030 zníži na 1,4 %/rok. Verzia zvyšovania dopytu**, ktorá je v porovnaní so základnou alternatívou** *nižšia* (vyznačená červenou) predpokladá od roku 2014 do roku 2020 mieru rastu spotreby 1 %/rok a do roku 2030 postupný pokles na 0,8%/rok.

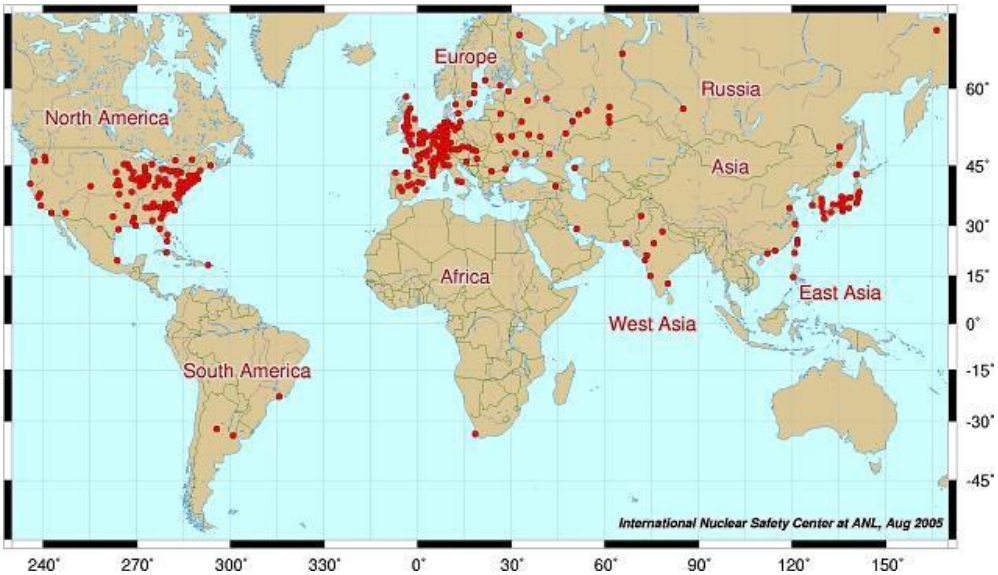
Predpokladaná hodnota čistej spotreby elektrickej energie (podľa základnej verzie) do roku 2020 je cca 40 TW_ha do roku 2030 približne 44 TW_h-t.

Celková spotreba elektrickejenergie (vrátane vlastnej spotreby maďarských elektrární a sieťovej straty) môže v roku 2020 dosiahnuť 47,6 TW_h a do roku 2030 – podľa základnej verzie – 54,7 TW_h.

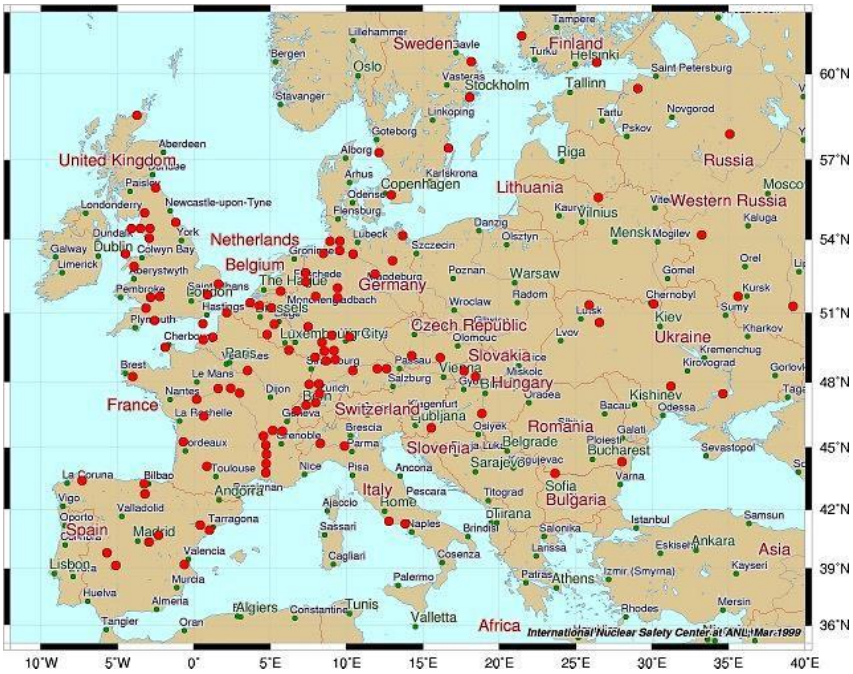
3 VŠEOBECNÉ PREDSTAVENIE JADROVEJ ENERGETIKY

3.1 JADROVÁ VÝROBAELEKTRICKEJ ENERGIE VO SVETE

Celosvetový objem výroby elektrickej energie predstavoval v roku 2012 22 668 TWh, z čoho podiel jadrovej výroby bol 2 461 TWh, t. j. 10,9 % vyrobenej elektrickej energie pochádzalo z jadrových elektrární (Zdroj: IEA: Key World Energy Statistics 2014). Jadrové elektrárne zohrávajú významnejšiu úlohu v elektrizačnej sústave krajín s vyššou úrovňou rozvoja, čiže sa koncentrujú predovšetkým v Európe, Severnej Amerike a v Japonsku.



5. obrázok: Územné rozloženie jadrových elektrární vo svete [4]



6. obrázok: Územné rozloženie jadrových elektrární v Európe [5]

Väčšina zo 434 ks jadrových blokov, ktoré sú v súčasnosti v prevádzke (62,2 %), patrí medzi tlakovodné jadrové elektrárne (PWR). Aj v prípade stavieb je pozorovateľná prevaha tlakovodných reaktorov (82,6 %).

3.2 VŠEOBECNÉ PREDSTAVENIE BLOKOVS TLAKOVODNÝMI REAKTORMI (PWR)

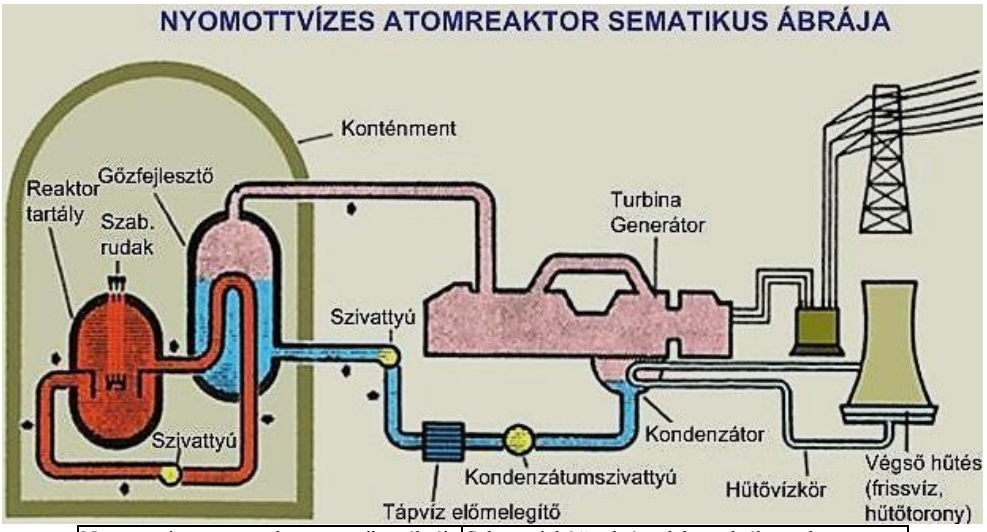
3.2.1 PROCES VÝROBY ENERGIE V BLOKOCH S REAKTOROM PWR

Základom jadrovej výroby energie je regulovaná a samoudržiavacia reťazová reakcia založená na štiepení jadra atómu. Uvoľnená energia je mimoriadne veľká: energia jediného gramu ^{235}U uvoľňujúca sa v procese štiepenia zodpovedá energii získanej spálením približne 3 ton kvalitného uhlia. Takto vznikajúca energia trvalo zvyšuje teplotu palivových článkov, v dôsledku čoho je pre trvalú a udržateľnú výrobu energie potrebné toto teplo odvádzať. Na odvod tepla slúži chladiace médium, ktoré v prípade reaktorov PWR predstavuje ľahká voda (H_2O). Odvedená tepelná energia sa používa na výrobu elektrickej energie.

Tlakovodné jadrové elektrárne tvoria dva uzavreté okruhy, a to primárny a sekundárny okruh.

Súčasťou **primárneho** okruhu je tlakovodný jadrový reaktor chladený a moderovaný ľahkou vodou, cirkulačné slučky (hlavný obvod vody), hlavné obehové čerpadlá, potrubia parných generátorov slúžiace na prenos tepla a kompenzátor objemu. Nádrž reaktora tvorí valcová tlaková nádrž s polkruhovou základňou a polkruhovým odnímateľným krytom, v ktorej sa nachádza aktívna zóna. Okrem uvedených patrí k jadrovému parnému generátoru, čiže k reaktoru mnoho ďalších technologických pomocných zariadení slúžiacich na bezpečnostné účely, ktoré zvyšujú efektívnosť elektrárne a priebežne čistia vodné okruhy. Hlavný okruh vody odvádza teplo vznikajúce v aktívnej zóne reaktora do parného generátora, kde ho odovzdáva sekundárnemu okruhu. Hlavnou funkciou parného generátora je, aby pomocou použitia tepla vznikajúceho v reaktore a sprostredkovaného teplonosnou látkou primárneho okruhu vyrábal paru s parametrami vhodnými na pohon turbín. Toto zariadenie predstavuje vertikálnu alebo horizontálnu nádrž umiestnenú v hermetickom priestore, t. j. v kontajnmente s teplovýmennými rúrami a zabudovaným parným separátorom.

Časťami **sekundárneho okruhu** zo strany prívodu vodysú hlavný parný systém, vysoko- a nízkotlakové prvky turbíny,kondenzátor a zložky systému prívodu vody. Úlohou sekundárneho okruhu je premena energie pary vyrábanej v parnom generátore na mechanický rotačný pohyb zabezpečujúci pohon generátora. Použitá para je v kondenzátore pomocou konečného pohlcovača tepla transformovaná (kondenzovaná) na vodu, ktorá je v závislosti od vlastností daného závodu morská voda, riečna voda alebo v prípade chladenia pomocou chladiacich veží vzduch.



Nyomottvizes atomreaktor sematikus ábrája	Schematická štruktúra tlakovodného reaktora
Konténment	Kontajnment
Reaktor tartály	Reaktorová nádrž
Szab. rudak	Regulačné tyče
Gőzfejlesztő	Parný generátor
Szivattyú	Čerpadlo
Turbina generátor	Generátor turbíny
Tápvíz előmelegítő	Ohrievač napájacej vody
Kondenzátumszivattyú	Kondenzačné čerpadlo
Kondenzátor	Kondenzátor
Hűtővízkör	Okruh chladiacej vody
Végső hűtés (frissvíz, hűtőtorony)	Záverečné chladenie (čerstvá voda, chladiaca veža)

7. obrázok: Všeobecná schematická štruktúra reaktora PWR [6]

3.2.1.1 Palivo

Jadrové palivo je umiestnené v takzvanej aktívnej zóne.

Urán vyskytujúci sa v prírode sa skladá z dvoch izotopov, a to z izotopu ^{235}U štiepiaceho sa vplyvom neutrónov s nízkou energiou (tzv. termických neutrónov)(v prirodzenom uráne predstavuje podiel tohto izotopu 0,72 %), respektíve z izotopu ^{238}U štiepiaceho sa vplyvom (tzv. rýchlych) neutrónov s vysokou energiou (podiel v prirodzenom uráne predstavuje 99,275 %). Samoudržiavaciu reťazovú reakciu nie je možné vytvoriť v reaktore pozostávajúceho iba z paliva ^{238}U.

Bloky PWR využívajú iba palivo na báze obohateného uránu (UO_2), ktoré je v jadrovej elektrárni Paks používané aj v súčasnosti. Vyrába sa spracovaním a obohacovaním surového uránu.

3.2.2 CHARAKTERISTICKÉ OBJEKTY BLOKOV PWR

3.2.2.1 Objekty v hlavnej budove

JADROVÝ OSTROV

Kontajnment: V záujme bezpečného prevádzkovania sú systémy primárneho okruhu (napr. v prípade typov EPR-1600 a VVER- 1200) umiestnené v dvojvrstvovom kontajnmente. Úlohou vnútorného kontajnmentu je zadržanie rádioaktívnych látok uvoľňujúcich sa počas potenciálnych prevádzkových porúch zohľadnených pri plánovaní, ako aj odvod vznikajúceho tepla.

Vnútorný kontajnment je obklopený vonkajšou tieniacou budovou zo železobetóna, ktorá zabezpečuje zvýšenú ochranu proti vonkajším vplyvom (napr. väčšie zemetrasenie, pád lietadla, povodne).

Budovy bezpečnostného systému: v jadrových elektrárňach sa kvôli viacnásobnej redundancii nachádza viacero bezpečnostných systémov (napr. chladenie zóny v prípade prevádzkovej poruchy), z ktorých je k zvládnutiu prevádzkovej poruchy postačujúce správne fungovanie jediného systému. Kvôli správnemu priestorovému oddeleniu sú spravidla umiestnené v samostatných budovách alebo častiach budov.

Pomocná budova: nachádzajú sa tu pomocné systémy patriace do primárneho okruhu.

Objekt na údržbu jadrového zariadenia: Objekt slúžiaci na vykonanie údržby spojenej s primárnym okruhom a dekontaminácie.

Objekt pre spracovanie odpadu: slúži na spracovanie kvapalných a tuhých rádioaktívnych odpadov vznikajúcich počas prevádzkovania bloku.

Palivový objekt: slúži na manipuláciu a skladovanie čerstvého a vyhoreného jadrového paliva.

TURBÍNOVÝ OSTROV

Turbínová strojovňa:V strojovni turbíny sa nachádzajú zariadenia sekundárneho okruhu, ktoré premieňajú teplo odovzdané z primárneho okruhu pomocou parného generátora na mechanickú a následne elektrickú energiu, respektíve kondenzujú paru vystupujúcu z turbíny a odvádzajú ju späť do parného generátora.

Objekt na spracovanie vody: slúži na výrobu náhradnej vody pre potreby primárneho a sekundárneho okruhu vo vyhovujúcej kvalite a množstve.

Miestnosť s elektrickými rozvádzačmi: *Budova, v ktorej sú umiestnené elektrické rozvádzače, zariadenia riadiacej techniky a komunikačných prístrojov.*

Priestory transformátora: *Slúži na umiestnenie blokových transformátorov a ostatných jadrových transformátorov.*

3.2.2.2 Súvisiace objekty

- ✓ *Medzisklad vyhoreného jadrového paliva:* zariadenie na dočasné uskladnenie vyhoreného jadrového paliva vznikajúceho počas prevádzkovania jadrovej elektrárne (pred prípadným ďalším použitím alebo konečným

umiestnením bez ďalšieho spracovania).

- ✓ *Dieselgenerátory:*dieselgenerátory zabezpečujúce výrobu striedavého elektrického prúdu v prípade prevádzkových porúch (kvôli vhodnému fyzickému oddeleniu sa nachádzajú v samostatnej budove).
- ✓ *Zdravotnícke zariadenie*: objekt zahŕňajúci zdravotnícke stredisko, vstupný systém primárneho okruhu a kancelárie potrebné k výkonu prác primárneho okruhu.
- ✓ *Prečerpávacia stanica:* slúži na prívod potrebnej priemyselnej vody. Najväčší podiel na množstve vody odčerpaného z Dunaja tvorí chladiaca voda kondenzátora.
- ✓ *Sklad chemikálií:* zariadenie s chemikáliami potrebnými k prevádzkovaniu elektrárne.
- ✓ *Sklad priemyselných plynov*: zariadenie s plynmi potrebnými k prevádzkovaniu elektrárne.
- ✓ *Objekt na údržbu:* Objekty slúžiace na vykonanie údržby spojenej so sekundárnym okruhom.
- ✓ *Protipožiarne zariadenia:* budova s protipožiarnou technikou na území závodu a systém požiarnej vody a protipožiarnej ochrany.
- ✓ *Elektrická rozvodňa:* zabezpečuje prívod elektrickej energie vyrobenej generátormi do základnej štátnej siete.
- ✓ *Sklad odpadov: slúži na skladovanie nerádioaktívnych odpadov vznikajúcich v elektrárni.*
- ✓ *Ochranné priestory:* poskytujú ochranu pre prevádzkovateľa a personál vykonávajúci záchranné práce v prípade mimoriadnych udalostí.
- ✓ *Chránený bod vedenia (s rezervou):* slúži na zabezpečenie ochrany pracovných podmienok osôb vykonávajúcich likvidáciu v prípade núdzových situácií a personálu zúčastňujúceho sa na záchranných prácach.
- ✓ *Environmentálne monitorovacie systémy:* zahŕňajú systém odberu vzoriek a merania.
- ✓ *Infraštruktúry*: prístupové cesty, železničné trate, vodovodné potrubia elektrárne atď.
- ✓ *Systémy fyzickej ochrany: recepcia, vstupné systémy, oplotenie atď.*

4 JADROVÁ BEZPEČNOSŤ

Pri plánovaní, výstavbe a prevádzkovaní nových jadrových blokov je prvoradým hľadiskom vytvorenie jadrovej bezpečnosti.

4.1 ZÁKLADNÉ PRINCÍPY JADROVEJ BEZPEČNOSTI

Jadrová bezpečnosť je kľúčovou otázkou posudzovania jadrovej energetiky.

Jadrové reaktory musia spĺňať tri základné bezpečnostné podmienky:

I. Za všetkých okolností je potrebné zabezpečiť, aby sa reťazová reakcia prebiehajúca v reaktore v prípade poruchy zastavila.

II. Aj v prípade zastavenej reťazovej reakcie je potrebné zabezpečiť trvalé a bezpečné chladenie ohrievačov.

III. Musí sa zabrániť tomu, aby sa do prostredia dostalo viac rádioaktívnych látok, ako je povolené.

Na vytvorenie bezpečnosti jadrovej elektrárne slúži princíp hĺbkovej ochrany, ktorá kladie dôraz na prevenciu prevádzkových porúch.

Základné princípy hĺbkovej ochrany a požiadavky na jej päť úrovní vypracovala Medzinárodná agentúra pre atómovú energiu. Národné úrady jadrovej bezpečnosti sa snažia tieto princípy v čo najväčšej miere presadzovať

vo svojich vlastných predpisoch. Uplatňovanie hĺbkovej ochrany je v každom objekte vykonávané s ohľadom na osobitosti daného zariadenia.

Základné ciele hĺbkovej ochrany:

- prevencia vzniku havárií pomocou konzervatívneho plánovania,
- prevencia odchýlky od bežnej prevádzky prostredníctvom nepretržitého monitorovania,
- v prípade odchýlky od bežnej prevádzky zabránenie prehĺbenia a zmiernenie následkov *integrovanými ochrannými prostriedkami,*
- v prípade výskytu udalosti presahujúcej projektový rámec musia byť k dispozícii vhodné nástroje a stanovené opatrenia na zmiernenie následkov.

Bezpečnosť jadrovej elektrárne garantuje komplexný systém projektových riešení a prevádzkových predpisov.

Hĺbková ochrana zaraďuje bezpečnostné udalosti, zariadenia a postupy do piatich navzájom prepojených úrovní. Hlavným cieľom každej úrovne je, aby zabránila dosiahnutiu nasledujúcej úrovne.

Úroveň	**Cieľ**	**Realizácia**
I. úroveň	Zabránenie odchýlky od bežného prevádzkového stavu	Kvalitné, konzervatívne plánovanie
II. úroveň	Zistenie abnormálneho stavu a zabránenie mimoriadnej prevádzke	Správne fungovanie kontrolných a regulačných systémov
III. úroveň	Riešenie prevádzkových porúch tvoriacich projektový základ	Bezpečnostné systémy a postupy
IV. úroveň	Riešenie vážnych havárií, zmiernenie ich závažnosti, zmiernenie potenciálnych následkov	Doplňujúce nástroje, merania, opatrenia, pokyny pre prípad havárií
V. úroveň	Zmiernenie následkov rádioaktívnych emisií mimo zariadenia	Havarijné plány

4. tabuľka: Päť prepojených úrovní hĺbkovej ochrany

- I. úroveň sa vzťahuje na plánovanie, jadrovú elektráreň je potrebné naprojektovať konzervatívne, s funkčnými a bezpečnostnými rezervami, použiť také riešenia, ktoré obmedzujú ľudské pochybenia na čo najmenšiu mieru (automatizácia, prehľadné riadenie). Musia byť definované všetky externé udalosti, pri ktorých jadrová elektráreň zostane aj naďalej funkčná (zemetrasenia, extrémne počasie atď.).
- II. úroveň charakterizuje existenciu nástrojov a postupov, pomocou ktorých možno jadrovú elektráreň udržať v rámci plánovaných prevádzkových limitov, aby nemohlo dôjsť k prekročeniu bezpečnostných bariér. Patria sem nepretržité merania (tlak, teplota, distribúcia atď.), periodické testy a skúšky, údržby a kontroly stavu.
- Do III. úrovne zaraďujeme systémy a opatrenia, ktoré v prípade prevádzkových porúch predpokladaných počas plánovania (plánované prevádzkové poruchy) zaručujú splnenie bezpečnostných funkcií. Ani pri najstarostlivejšom plánovaní, výstavbe a prevádzkovaní nemôžeme vylúčiť potenciálne poruchy (napr. chyba materiálu, prírodná katastrofa atď.). V takýchto prípadoch je potrebné zabezpečiť prípravu bezpečnostných systémov na automatické zastavenie reťazovej reakcie, zabezpečenie chladenia paliva a udržanie rádioaktívnych emisií pod povolenou hranicou.
- IV. úroveň predpokladá udalosti s veľmi malou pravdepodobnosťou výskytu, ktoré presahujú plánované prevádzkové poruchy. Bezpečnostné systémy v prípade takejto udalosti už nedokážu v plnej miere plniť svoju úlohu a môže dôjsť k roztaveniu, respektíve k emisiám rádioaktívnych látok. Napriek malej pravdepodobnosti závažnosť možných následkov odôvodňuje potrebu vybavenia elektrárne takými nástrojmi, ktoré spomaľujú priebeh takýchto havárií, zmierňujú ich následky a poskytujú čas na ďalšie opatrenia (napr. privezenie náhradných zariadení, ukrytie alebo evakuácia obyvateľstva).
- V. úroveň nastupuje vtedy, ak už boli prekonané všetky predchádzajúce úrovne. Táto úroveň predstavuje uvoľnenie značného množstva rádioaktívnych látok do prostredia, ktoré je spojené s primeranými úradnými opatreniami definovanými v havarijných plánoch vypracovaných pre tento účel.

ZÁKLADNÉ PRINCÍPY PLÁNOVANIA

- Kritériá výberu závodu
- Posúdenie potenciálnych rizík prevádzkovania
- Stanovenie projektového základu, analýza udalosti

  Základné požiadavky:
  - *Možnosť nastavenia subkritického stavu*
  - *Odvod remanentného tepla*
  - *Udržanie rádioaktívnych emisií pod stanovenými limitmi*
- Malá pravdepodobnosť prevádzkových porúch presahujúcich projektový základ
- Radiačné zaťaženie musí byť na primeranej najnižšej úrovni

SYSTÉM INŽINIERSKYCH BARIÉR

Na zabránenie a znižovanie miery úniku znečisťujúcich rádioaktívnych látok do životného prostredia slúži ***systém inžinierskych bariér***. Bariéry umiestnené postupne za sebou slúžia na zabránenie ďalšieho šírenia rádioaktívnych látok. Štyri fyzické bariéry:

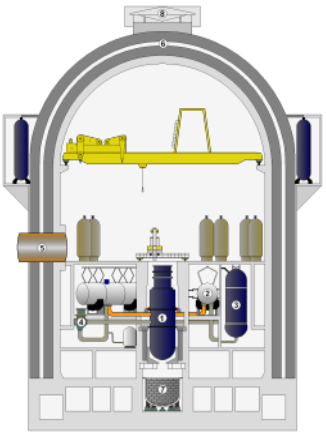
1. palivová matica (UO_2),
2. palivový plášť (hermetický obal palivových tyčí),
3. tlakový limit primárneho okruhu (nádrž reaktora a iné systémy primárneho okruhu),
4. bezpečnostný ochranný obal, tzv. kontajnment (hermeticky uzavretý, zvyčajne dvojvrstvový).

Palivová matica	Palivový plášť	Limit tlaku primárneho okruhu	Kontajnment

8. obrázok: Inžinierske bariéry pri jadrových blokoch [7]

DVOJVRSTVOVÝ KONTAJNMENT

Veľmi dôležitou časťou hĺbkovej ochrany je kontajnment, keďže predstavuje poslednú bariéru medzi rádioaktívnymi látkami vo vnútri jadrovej elektrárne a vonkajším prostredím.



9. obrázok: Prierez dvojvrstvového kontajnmentu [7]

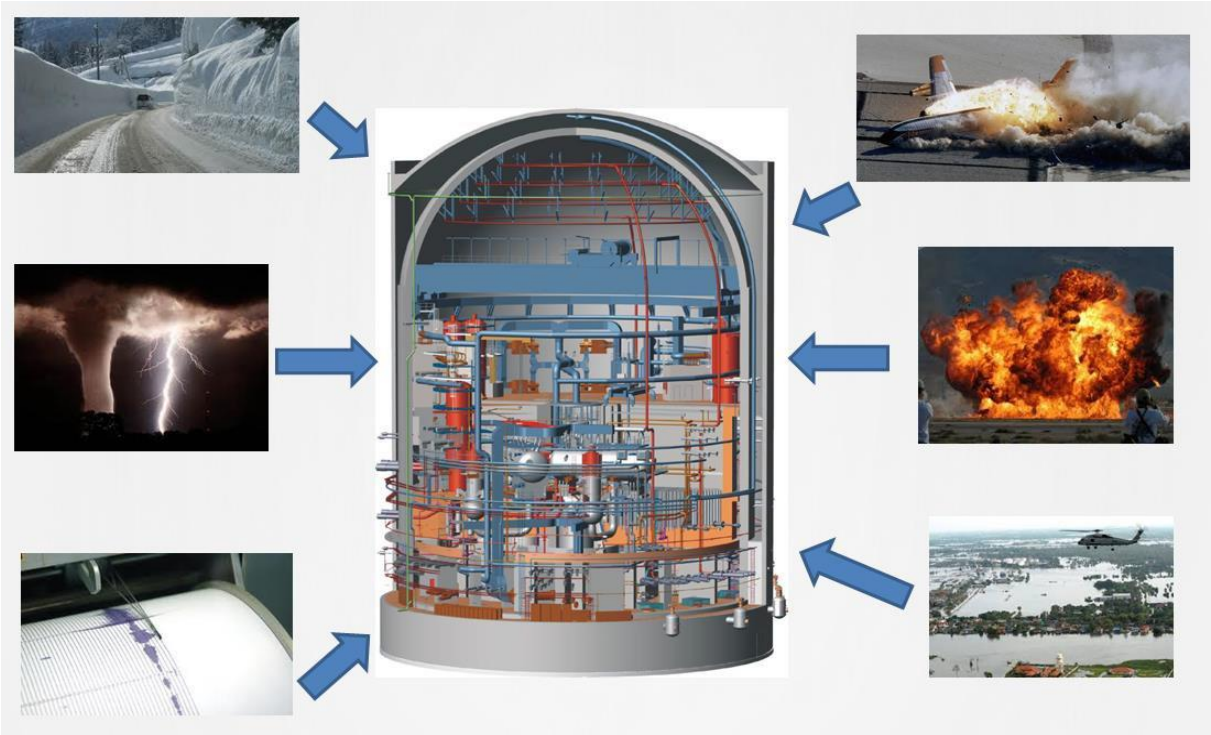
Trvalé a bezpečné chladenie palivových tyčí nachádzajúcich sa v reaktore je potrebné zabezpečiť za všetkých okolností. Pri prípadnom prasknutí potrubia je chladenie zabezpečené chladiacim systémom, ktorý sa spúšťa pri prevádzkových poruchách, a to aktívnym alebo pasívnym spôsobom. V prípade poklesu tlaku privádza vodu do reaktora pasívny chladiaci systém, ktorý až do spustenia čerpadiel zabezpečí jeho chladenie. Aktívny chladiaci systém pozostáva z vysokotlakovej a nízkotlakovej časti, ktoré skladujú rezervnú chladiacu vodu na nahradenie odparujúcej sa vody v mnohých objemných nádržiach.

K fungovaniu väčšiny bezpečnostných systémov je potrebná elektrická energia. Tieto systémy musia zostať prevádzkyschopné aj v prípade výpadku elektriny. Na tento účel slúžia dieselgenerátory, ktoré sa v prípade potreby automaticky spustia a zabezpečia nepretržité napájanie pre spotrebiče dôležité z hľadiska bezpečnosti jadrovej elektrárne.

Na zaobchádzanie s prípadnou roztavenou zónou v prípade vážnych nehôd slúži rozšírená konštrukcia, takzvaná „pasca na roztavenú zónu", kedy sa roztaveniu betónu pod reaktorovou nádržou zabráni tým, že na spodku šachty sa vytvoria pomocné priestory na rozptýlenie roztaveného materiálu alebo sú pod nádrž umiestnené také materiály, cez ktoré roztavená zóna nedokáže preniknúť.

Za veľmi dôležité sa považuje posilnenie kontajnmentu a dlhodobé zachovanie integrity štruktúry. Celistvosť kontajnmentu je chránená aj postupmi na eliminovanie pôsobenia plynného vodíka vznikajúceho počas vážnej nehody, ktorý je po zmiešaní so vzduchom kontajnmentu v určitej koncentrácii výbušný. Pasívnym postupom sa vodík unikajúci do ovzdušia premieňa katalytickými rekombinátormi na vodnú paru, pri aktívnom postupe sa používajú „zapaľovače vodíka", ktoré úmyselne zapália vodíkový plyn nahromadený v kontajnmente ešte predtým, ako dosiahne nebezpečnú koncentráciu, čím zabezpečia, že nikde nedosiahne nebezpečnú koncentráciu.

Dnešné predpisy vo väčšine štátov predpisujú, aby kontajnmenty odolali aj nárazu veľkého dopravného lietadla.



10. obrázok: Vonkajší kontajnment poskytuje ochranu proti vonkajším vplyvom [7]

Najdôležitejšou zárukou bezpečnosti jadrovej elektrárne je tzv. ***vnútorná bezpečnosť.*** V reaktore v určitých havarijných situáciách prebiehajú také vnútorné tepelno-technické procesy a bariéry, ktoré brzdia a napokon zastavia nepriaznivé zmeny. Táto vnútorná bezpečnosť ***funguje vždy, bez ohľadu na funkčnosť bezpečnostných a ochranných nástrojov***. Táto vlastnosť reaktora závisí od jeho typu. Do tohto typu patria vo svete najviac rozšírené tlakovodné reaktory. Takýmito typmi sú aj reaktory jadrovej elektrárne Paks VVER-440. (RBMK - druhý typ vyvinutý a postavený v bývalom Sovietskom zväze nespĺňa všetky podmienky vnútornej (inherentnej) bezpečnosti. Medzi tieto typy patria aj bloky černobyľskej jadrovej elektrárne, kde sa 26. apríla 1986 stala havária. Bolo dokázané, že jedným z hlavných príčin havárie bola práve chýbajúca vnútorná (inherentná) bezpečnosť. Preto môžeme konštatovať, že z katastrofy černobyľskej elektrárne nemožno vyvodiť záver pre chýbajúcu bezpečnosť iných typov reaktorov. Kvôli chýbajúcej inherentnej bezpečnosti bola prevádzka reaktorov podobných tým černobyľským takmer na celom svete zrušená.)

Druhou dôležitou zárukou ochrany jadrovej elektrárne proti haváriám je použitie tzv. ***vonkajších bezpečnostných nástrojov***, ktoré popri vnútornej bezpečnosti chránia proti vzniku, respektíve rozvoju rozličných havarijných situácií. V rámci týchto vonkajších bezpečnostných nástrojov zohrávajú čoraz dôležitejšiu úlohu tzv. ***pasívne ochranné systémy***, ktoré fungujú nezávisle od vonkajšieho napájania.

V dôsledku vyššie uvedeného bolo umožnené, aby sa v súčasnosti stavali také jadrové elektrárne, v ktorých je pravdepodobnosť vážnych havárií ovplyvňujúcich aj životné prostredie menej ako 10^{-6} /reaktorový rok[2].

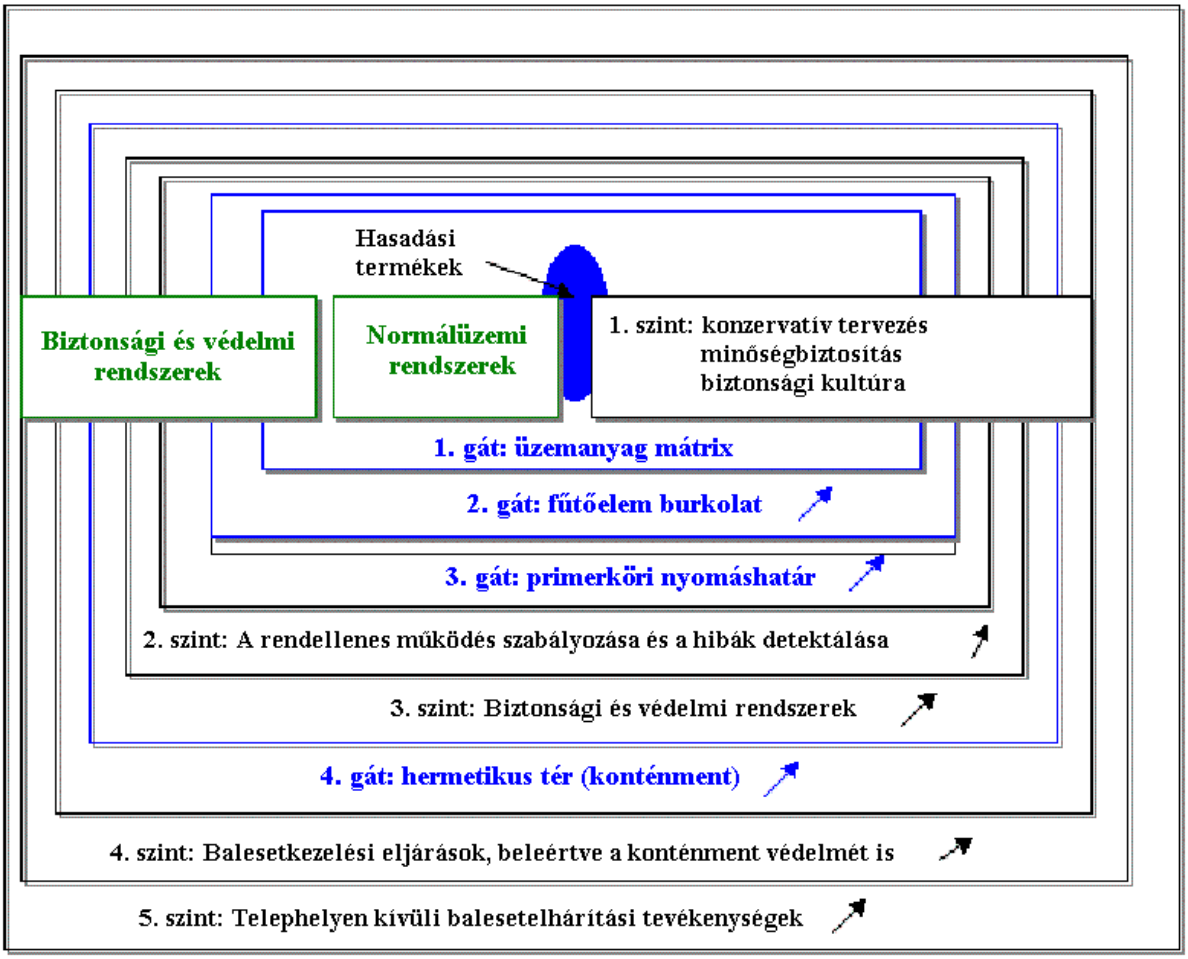
Pravdepodobnosť výskytu potenciálnej hrozby je potrebné udržať tak nízko, ako je rozumne dosiahnuteľné, na základe princípu ALARA (As Low as Reasonably Achievable) je potrebné garantovať rozumne realizovateľnú bezpečnosť.

Základným cieľom hĺbkovej ochrany je, aby pri vzniku vnútorných a vonkajších udalostí ohrozujúcich celistvosť fyzických bariér zachovala ich integritu pomocou automatických alebo manuálnych bezpečnostných a ochranných systémov.

[2] *Jednoročná prevádzka jedného (ks) reaktora zodpovedá jednému reaktorovému roku, čiže súbežná prevádzka 440 ks reaktorov prevádzkovaných v súčasnosti znamená 440 reaktorových rokov za jeden kalendárny rok.*

HIERARCHIA BEZPEČNOSTNÝCH A OCHRANNÝCH SYSTÉMOV

Nasledovný obrázok znázorňuje päť úrovní hĺbkovej ochrany vzťahujúcich sa na nové bloky, štyri fyzické bariéry, ako aj vzťahy medzi automatickými a manuálnymi zásahmi.



Hasadási termékek	Produkty štiepenia
Biztonsági és védelmi rendszerek	Bezpečnostné a ochranné systémy
Normálüzemi rendszerek	Systémy bežnej prevádzky
1.szint: konzervatív tervezés, minőségbiztosítás, biztonsági kultúra	1. úroveň: konzervatívne plánovanie, zabezpečenie kvality, bezpečnostná kultúra
1. gát: üzemanyag mátrix	1. bariéra: palivová matica
2. gát: fűtőelem burkolat	2. bariéra: palivový plášť
3. gát: primerköri nyomáshatár	3. bariéra: tlaková hranica v primárnom okruhu
2. szint: A rendellenes működés szabályozása és a hibák detektálása	2. úroveň: Regulácia neobvyklej prevádzky a zisťovanie porúch
3. szint: Biztonsági és védelmi rendszerek	3. úroveň: bezpečnostné a ochranné systémy
4. gát: hermetikus tér (konténment)	4. bariéra: hermetický priestor (kontajnment)
4. szint: balesetkezelési eljárások, beleértve a konténment védelmét is	4. úroveň: postupy na riešenie nehôd vrátane ochrany kontajnmentu
5. szint: telephelyen kívüli balesetelhárítási tevékenységek	5. úroveň: záchranné activity mimo závodu

11. obrázok: Hierarchia ochranných bariér, hĺbkových ochranných úrovní a zásahov [8]

V prípade nových blokov sú do projektového základu zaradené také prevádzkové poruchy, ktoré boli pri súčasných reaktorochzaradené do kategórie „prevádzkových porúch presahujúcich projektový základ“ (takými sú napr. viacnásobné poruchy). V dôsledku toho je obsah kategórie „prevádzkové poruchy presahujúce projektový základ“ v prípade existujúcich a nových reaktorov odlišný. V prípade súčasných reaktorov sa hĺbková ochrana zaoberá jadrovým palivom predovšetkým v takých prevádzkových stavoch, kedy sa palivo nachádza v reaktore. U nových blokov sa do tejto kategórie zaraďujú všetky potenciálne stavy jadrového paliva (napr. aj situácie, kedy sú palivové kazety skladované v nádržiach).

Počas vývoja blokov generácie III+ bolo dôležitým cieľom zabrániť hypotetickým vážnym haváriám a zmierniť

následky vážnych havárií, ktorých výskyt je veľmi málo pravdepodobný. Použité projektovacie a technologické riešenia zabezpečujú, aby sa do životného prostredia nemohli dostať rádioaktívne látky ani v prípade vážnych havárií, v dôsledku čoho bloky III+ generácie ani pri vzniku vážnych havárií nemajú zásadný vplyv na obyvateľstvo a prostredie elektrárne.

ZÁŤAŽOVÝ TEST

Európska rada v marci roku 2011 po havárii fukušimskej jadrovej elektrárne zapríčinenej zemetrasením a mimoriadne silnou prílivovou vlnou iniciovala cielenú bezpečnostnú revíziu každej elektrárne nachádzajúcej sa v Európskej únii. Počas revízií bola hodnotená bezpečnosť jadrových elektrární a ich odolnosť proti extrémnym prírodným podmienkam - povodniam, zemetraseniam, extrémnemu počasiu. Prevádzkovatelia jadrových elektrární vypracovali na základe stanovených kritérií hodnotenie, ktoré vo svojich štátoch predložili príslušným úradom jadrovej bezpečnosti. Národné úrady zostavili štátne správy, ktoré hodnotili medzinárodné odborné skupiny, vo viacerých prípadoch aj s konzultáciami na mieste.

Okrem členských štátov Únie, v ktorých sú tieto jadrové elektrárne prevádzkované, sa na hodnotení zúčastnila aj Ukrajina a Švajčiarsko. V hodnotení pokrývajúcom 17 štátov napokon dospeli k záveru, že európske jadrové elektrárne disponujú vyhovujúcimi bezpečnostnými rezervami a v žiadnej elektrárni neboli nájdené také nedostatky, na základe ktorých by ich bolo potrebné vyradiť z prevádzky. Správa Európskej komisie zároveň sformulovala množstvo odporúčaní v oblasti zvyšovania bezpečnosti, na ktorých vykonanie boli v členských krajinách vypracované príslušné programy.

Pre jadrovú elektráreň Paks priniesla cielená bezpečnostná revízia Európskej únie jednoznačne pozitívne výsledky. V správe bola v mnohých oblastiach vyzdvihnutá príkladná prax tejto elektrárne. Neboli zistené žiadne kritické alebo dôležité nedostatky a časť odporúčaní sa vzťahovala na už prebiehajúce rozvoje.

Jadrová elektráreň Paks na základe odporúčaní záťažového testu vypracovala program na zvýšenie bezpečnosti, ktorej plnenie zachytáva periodická správa. Podobné programy sú vykonávané aj v ostatných jadrových elektrárňach EÚ, ktorých závery budú zhrnuté a vyhodnotené na úrovni EÚ. [9], [10], [11]

BEZPEČNOSTNÉ ANALÝZY

Z hľadiska povolenia týkajúceho sa jadrovej bezpečnosti majú zásadný význam *bezpečnostné analýzy* využívajúce aj *deterministické a pravdepodobnostné*metódy a **bezpečnostné správy** vypracované na základe týchto analýz.

Najzávažnejším dôsledkom prevádzkovej poruchy jadrovej elektrárne je znečistenie prostredia rádioaktívnou látkou, ktoré môže nastať v dôsledku významného poškodenia - prípadného roztavenia - aktívnej zóny, ak kontajnment tieto znečisťujúce látky nezadrží. Z tohto dôvodu ***pravdepodobnostné bezpečnostné analýzy*** (*Probabilistic Safety Analysis – PSA)*: analyzujú v prvom rade pravdepodobnosť ***poškodenia zóny***. K tomu je potrebné pomocou deterministických analýz preskúmať všetky také potenciálne reťazce udalostí, ktoré môžu viesť k poškodeniu zóny a po jednom vypočítať ich pravdepodobnosť. Ich súčet charakterizuje bezpečnosť jadrovej elektrárne. Táto analýza zároveň odhaľuje aj slabé miesta jadrovej elektrárne z hľadiska bezpečnosti. Ich výsledkom môžu byť nástroje a zariadenia zvyšujúce bezpečnosť. Bezpečnostné analýzy majú niekoľko úrovní.

Cieľom pravdepodobnostných bezpečnostných analýz je výpočet predpokladanej frekvencie výskytu udalostí 1. úrovne (s poškodením zóny) a 2. úrovne (s rozsiahlymi rádioaktívnymi emisiami).

4.2 POŽIADAVKY NA JADROVÚ BEZPEČNOSŤ

Zákon č. CXVI z roku 1996 o jadrovej energii (platné znenie zo 16. 7. 2014) § 2

> *"29. jadrová bezpečnosť: „zavedenie vyhovujúcich prevádzkových podmienok, prevencia havárií, respektíve zmiernenie následkov havárií vo všetkých fázach životného cyklu jadrového zariadenia, v dôsledku čoho je splnená ochrana zamestnancov a obyvateľstva proti hrozbám vyplývajúcim z ionizujúceho žiarenia jadrových zariadení."*

Zákon č. CXVI z roku 1996 o jadrovej energii stanovuje požiadavky týkajúce sa mierového využívania jadrovej energie a určuje povolenia a povinnosti dotknutých strán pri využívaní jadrovej energie. Otázky týkajúce sa jadrovej bezpečnosti a súvisiaceho povoľovacieho konania spadajú v zmysle platnej právnych predpisov upravujúcich výkon tohto zákona do pôsobnosti Štátneho úradu pre atómovú energiu (OAH).

Počas povoľovania zriadenia jadrovej technológie je venovaná osobitná pozornosť tomu, či plánovaná jadrová elektráreň spĺňa predpisy týkajúce sa jadrovej bezpečnosti.

Jadrové elektrárne vrátane nastavenia ich technického vybavenia a bezpečnostných systémov sú projektované tak, aby bola zaručená najväčšia možná bezpečnosť okolia jadrovej elektrárne aj v prípade havárie. Základnou požiadavkou na prevádzkovateľov jadrových elektrární je nepretržitá revízia bezpečnosti prevádzkovania a vypracovanie opatrení na zvýšenie bezpečnosti. Orgán dohľadu povolí spustenie prevádzky reaktora, resp. vykonanie prác na zariadeniach reaktora len v prípade, ak bolo overené, že je možné zaručiť bezpečnú prevádzku reaktorov.

Súlad závodu s geologickými požiadavkami a požiadavkami týkajúcimi sa jadrovej bezpečnosti je potrebné preukázať v rámci povoľovacieho konania výstavby, ktoré bude viesť OAH v súlade s Predpismi jadrovej bezpečnosti (NBSz), ktoré tvoria prílohu Nariadenia vlády č. 118/2011 (VII.11.) o požiadavkách týkajúcich sa jadrovej bezpečnosti jadrových zariadení a súvisiacich úradných činností.

OAH posudzuje vhodnosť závodu a zhodu základných geologických údajov súvisiacich so závodom na základe výsledkov mimoriadne podrobných prieskumov. Program prieskumu závodu bol vypracovaný s ohľadom na najnovšie medzinárodné kritériá (post-fukushima). Program posudzovania lokality bol zhodnotený odborníkmi Medzinárodnej agentúry pre atómovú energiu (MAAE) v rámci nezávislého posudzovania.

Jadrové bloky, ktoré majú byť vybudované v závode Paks, musia byť v zmysle platnej legislatívy (NBSz) chránené proti nárazu veľkého civilného lietadla. Na zariadenia a budovy jadrových blokov sa vzťahujú mimoriadne prísne kritériá riadenia kvality. Dodávateľ nových blokov sa zaviazal k dodržiavaniu požiadaviek European Utility Requirements (EUR), preto bude počas realizácie projektu používať také architektonické a iné technické riešenia, ktoré dokážu zabezpečiť ochranu jadrového zariadenia aj v prípade pádu lietadla.

Na budovy, ich konštrukcie, systémy a systémové prvky jadrovej elektrárne, ktoré majú vplyv na jadrovú bezpečnosť (kategória ABOS), je potrebné získať povolenia na systémovej a stavebnej úrovni.

Bezpečnostné požiadavky na jadrové zariadenia, ktoré majú byť zriadené v Maďarsku, upravujú maďarské právne predpisy. Napriek tomu sa však odporúča aj zohľadnenie relevantných medzinárodných bezpečnostných predpisov, bezpečnostných predpisov MAAE, amerických pravidiel ASME a odporúčaní EUR v záujme toho, aby jadrová bezpečnosť rôznych typov reaktorov postavených v jednotlivých krajinách bola na rovnakej úrovni.

V prípade plánovaného bloku je počas povoľovacieho konania vykonaného pred výstavbou potrebné preukázať súlad emisných odporúčaní platných pre jednotlivé plánované prevádzkové poruchy daného bloku s domácimi a medzinárodnými predpismi platnými v čase povoľovacieho konania.

MAĎARSKÁ PRÁVNA ÚPRAVA – JADROVÉ BEZPEČNOSTNÉ PREDPISY (NBSz)

Maďarská klasifikácia ***NBSz*** (Príloha č. 10 Nariadenia vlády č. 118/2011 (VII. 11.) , 163. Prevádzkový stav) definuje jednotlivé prevádzkové stavy nových jadrových blokov nasledovne.

Projektový základ (TA)				**Rozšírenie projektového základu (TAK)**	
Bežný prevádzkový stav	**Udalosti zahrnuté do projektového základu**			**Udalosti presahujúce projektový základ**	
Bežná prevádzka	Predpokladané prevádzkové udalosti	Projektové prevádzkové poruchy		Prevádzkové poruchy presahujúce projektový základ	Vážne nehody
		Zriedkavé projektové prevádzkové poruchy	Veľmi zriedkavé projektové prevádzkové poruchy		
TA1	**TA2**	**TA3**	**TA4**	**TAK1**	**TAK2**
Výskyt (f [1/rok])					
1	$1 > f > 10^{-2}$	$10^{-2} > f \geq 10^{-4}$	$10^{-4} > f \geq 10^{-6}$		

5. tabuľka: Jednotlivé prevádzkové stavy a ich zaradenie podľa frekvencie výskytu v nových blokoch

BEŽNÁ PREVÁDZKA

121. Bežná prevádzka (TA1)

*"**Prevádzkovanie** jadrového zariadenia v súlade s Prevádzkovými podmienkami a obmedzeniami schválenými úradom pre jadrovú bezpečnosť, v prípade jadrového reaktora a jadrovej elektrárne aj **zmena zaťaženia, odstavenie, spustenie, výmena palivového článku, údržba, skúšky a iné plánované úkony**."*

UDALOSTI ZAHRNUTÉ DO PROJEKTOVÉHO ZÁKLADU

179. Predpokladaná prevádzková udalosť (TA2)

"Proces zapríčinený počiatočnou udalosťou predpokladanou v projektovom základe a analyzovaný na základe princípu jednorazovej poruchy, ktorý s veľkou pravdepodobnosťou nastane počas prevádzkovej doby jadrovej elektrárne."

159. Plánovaná prevádzková porucha (TA3 a TA4)

"Proces zapríčinený počiatočnou udalosťou predpokladanou v projektovom základe a analyzovaný na základe princípu jednorazovej poruchy, ktorého výskyt počas prevádzkovej doby jadrovej elektrárne je veľmi nízky a ktorý spôsobí iba poškodenie palivového článku v rozsahu stanovenom v projekte."

UDALOSTI PRESAHUJÚCE PROJEKTOVÝ ZÁKLAD

155. Prevádzková porucha presahujúca projektový základ (TAK1)

Akýkoľvek proces nad rámec očakávaných prevádzkových udalostí a plánovaných prevádzkových porúch, ktorý síce nemožno vylúčiť, ale je výlučne zapríčinený niekoľkými nezávislými chybami a ktorého následky môžu byť vážnejšie v porovnaní s projektovými procesmi a môžu spôsobiť poškodenie zóny bez roztavenia.

145. Vážna nehoda (TAK2)

Havarijný stav sprevádzaný závažným poškodením zóny reaktora a jej roztavením, ktorého vonkajšie vplyvy sú vážnejšie než v prípade plánovaných porúch a prevádzkových porúch presahujúcich rámec projektového základu.

4.3 MEDZINÁRODNÁ STUPNICA JADROVÝCH UDALOSTÍ

Pre poskytovanie informácií o jadrových udalostiach, **primerané informovanie obyvateľstva, spoločenských a politických organizácií a médií** vypracovala Agentúra pre jadrovú energiu (NEA) Organizácie pre hospodársku spoluprácu a rozvoj (OECD) a Medzinárodná agentúra pre atómovú energie (MAAE) Medzinárodnú stupnicu jadrových udalostí (INES) slúžiacu na klasifikáciu jednotlivých jadrových udalostí.

Cieľom stupnice INES je, aby **bolo možné obyvateľstvo informovať porovnateľným spôsobomo kvalite a bezpečnostnom význame udalostí, prevádzkových porúch a havárií vyskytujúcich sa v jadrových elektrárňach alebo iných jadrových zariadeniach.**

Stupnica INES zaraďuje jednotlivé udalosti podľa úrovní stupnice pozostávajúcej zo siedmych stupňov, pri prevádzkových poruchách rozlišuje tri, pri haváriách štyri úrovne.

Medzinárodnú stupnicu jadrových a radiačných udalostí znázorňuje nasledovný obrázok.

12. obrázok: Medzinárodná stupnica jadrových a radiačných udalostí (INES)

Udalosti odlišujúce sa od bežného prevádzkového stavu označujú na stupnici INES úrovne 1 až 7, stupnica v prípade prevádzkových porúch rozlišuje tri, v prípade havárií štyri úrovne.

Černobyľská jadrová havária, ktorá sa stala v roku 1986, je podľa stupnice INES udalosťou 7. úrovne. Havária mala rozsiahle zdravotné a environmentálne následky. Pri vytváraní klasifikačných kritérií stupnice INES bolo dôležitou podmienkou, aby bolo možné jednoznačne odlíšiť udalosti s menej závažnými a menej rozšírenými následkami od tejto veľmi vážnej havárie. Havária z roku 1979, ku ktorej došlo v jadrovej elektrárni Three Mile Island (TMI), bola v dôsledku toho klasifikovaná na 5. úroveň stupnice INES.

Udalosť patriacu ku ktorejkoľvek úrovni stupnice je potrebné hlásiť Štátnemu úradu pre atómovú energiu (OAH) a viedenskej centrále Medzinárodnej agentúry pre atómovú energiu (MAAE), ako aj iným orgánom určeným na základe miestnych a medzinárodných dohovorov v rámci lehoty predpísanej pre jednotlivé stupne.

Klasifikáciu jednotlivých udalostí vykonáva v Maďarsku operatívny technický personál jadrovej elektrárne Paks v súlade s pokynmi OAH č. 1.48, respektíve na základe Predpisov jadrovej bezpečnosti (NBSz), ktoré konzultuje s OAH. O udalostiach v rámci stupnice sformuluje Informačné a návštevnícke centrum Jadrovej elektrárne Paks všeobecne zrozumiteľné oznámenie, ktoré doručí Maďarskému telegrafickému úradu.

Tabuľka č. všeobecné kritériá Klasifikácie jadrových udalostí a tabuľka č. príklady ilustrujúce kritériá INES použité na klasifikáciu udalostí, ku ktorým došlo v jadrových zariadeniach.

Popis a stupeň INES	Ľudia a životné prostredie	Rádiologické bariéry a riadenie zariadení	Ochrana do hĺbky
Stupeň 7 **Veľmi vážna havária**	Únik veľkého množstva rádioaktívnych látok s ďalekosiahlymi dôsledkami na zdravie a životné prostredie vyžadujúce zavedenie plánovaných alebo rozšírených ochranných opatrení		
Stupeň 6 **Vážna havária**	Značný únik rádioaktívnych látok, ktorý si pravdepodobne vyžiada zavedenie plánovaných ochranných opatrení		
Stupeň 5 **Havária s účinkami na okolie**	- Obmedzený únik rádioaktívnych látok, ktorý si pravdepodobne vyžiada zavedenie plánovaných ochranných opatrení. - Viacero úmrtí v dôsledku ožiarenia.	- Vážne poškodenie aktívnej zóny reaktora. - Únik veľkého množstva rádioaktívnych látok vo vnútorných priestoroch zariadenia, s vysokou pravdepodobnosťou značného ožiarenia obyvateľstva. Toto môže nastať v dôsledku vážnej udalosti s kritičnosťou alebo v dôsledku požiaru.	
Stupeň 4 **Havária s lokálnymi následkami**	- Malý únik rádioaktívnych látok, ktorý si pravdepodobne nevyžiada zavedenie plánovaných ochranných opatrení okrem lokálnej kontroly potravín. - Najmenej jedno úmrtie v dôsledku radiácie.	- Tavenie paliva alebo jeho poškodenie a následný únik inventára aktívnej zóny nie väčší ako 0,1 %. - Únik značného množstva rádioaktívnych látok vo vnútorných priestoroch zariadenia, s vysokou pravdepodobnosťou značného ožiarenia obyvateľstva.	
Stupeň 3 **Vážna nehoda**	- Ožiarenie desaťnásobne prevyšujúce zákonom stanovený ročný limit pre zamestnancov. - Iné ako smrteľné deterministické účinky v dôsledku ožiarenia, napr. popáleniny	- Expozičné dávkové príkony v prevádzkových priestoroch nie sú väčšie než 1 Sv/hod. - Závažné zamorenie priestorov ktoré na to nie sú určené projektom, avšak s nízkou pravdepodobnosťou ožiarenia obyvateľstva.	- Takmer havária na jadrovom zariadení, bez zvyšných opatrení na jej zvládnutie. - Stratený alebo ukradnutý vysokoaktívny uzavretý žiarič. Nesprávne doručený vysoko rádioaktívny uzavretý žiarič bez primeraných opatrení na zamedzenie ožiarenia.
Stupeň 2 **Nehoda**	- Ožiarenie jednotlivca z obyvateľstva dávkou presahujúcou 10 mSv. - Ožiarenie zamestnanca presahujúce zákonom stanovený ročný limit.	- Úroveň žiarenia v prevádzkových priestoroch presahujúca dávkový príkon 50 mSv / hod. - Zamorenie priestorov ktoré na to nie sú určené projektom.	- Vážne zlyhanie bezpečnostných opatrení, avšak bez skutočných následkov. - Objavený opustený vysokoaktívny uzavretý žiarič, pričom zariadenie alebo prepravná schránka, v ktorom sa nachádza nie sú porušené. - Neprimeraná schránka pre vysokoaktívny uzavretý žiarič.
Stupeň 1 **Porucha**			- Ožiarenie jednotlivca z obyvateľstva dávkou presahujúcou zákonom stanovený limit. - Menšie problémy s bezpečnostnými prvkami, pričom zostáva dostatočná rezerva ochrany do hĺbky. - Stratené alebo ukradnuté nízko aktívne rádioaktívne žiariče, zariadenia alebo prepravné schránky
Bez vplyvu na bezpečnosť (Mimo stupnice/stupeň 0)			

6. tabuľka: Všeobecné kritérium klasifikácie jadrovej udalosti [12]

	Ľudia a životné prostredie	Rádiologické bariéry a riadenie zariadení	Ochrana do hĺbky
Stupeň 7 **Veľmi vážna havária**	Černobyľ, 1986. Rozsiahle účinky na zdravie a životné prostredie. Únik značnej časti inventára aktívnej zóny do okolia		
Stupeň 6 **Vážna havária**	Kyštym, Rusko, 1957. Značný únik rádioaktívneho materiálu do životného prostredia v dôsledku výbuchu nádrže s vysokoaktívnym odpadom.		
Stupeň 5 **Havária účinkami na okolie**	Windscale Pile, VB, 1957. Únik rádioaktívneho materiálu do životného prostredia v dôsledku požiaru aktívnej zóny reaktora.	Three Mile Island, USA, 1979. Vážne poškodenie aktívnej zóny reaktora.	
Stupeň 4 **Havária s lokálnymi následkami**	Tokaimura, Japonsko, 1999. Smrteľné ožiarenia pracovníka v dôsledku kritickosti na jadrovom zariadení.	Saint Laurent des Eaux, Francúzsko, 1980. Roztavenie jedného palivového kanála v reaktore bez úniku mimo lokality.	
Stupeň 3 **Vážna nehoda**	Nie sú k dispozícii žiadne príklady	Sellafield, VB, 2005. Únik značného množstva rádioaktívneho materiálu do priestorov jadrového zariadenia.	Vandellos, Španielsko, 1989. Skoroudalosť, spôsobená požiarom. Strata bezpečnostných systémov v jadrovej elektrárni.
Stupeň 2 **Nehoda**	Atucha, Argentína, 2005. Nadmerné ožiarenie pracovníka pri jadrovom reaktore, presahujúce povolený ročný limit.	Cadarache, Francúzsko, 1993. Rozšírenie kontaminácie do priestorov, ktoré na to neboli určené projektom.	Forsmark, Švédsko, 2006. Zhoršenie bezpečnostných funkcií s prídavnými faktormi z dôvodu chyby so spoločnou príčinou v havarijnom napájaní v jadrovej elektrárni.
Stupeň 1 **Porucha**			Porušenie limit a podmienok v jadrovej elektrárni

7. tabuľka: Príklady ilustrujúce kritériá INES používané na klasifikáciu udalostí jadrových zariadení [12]

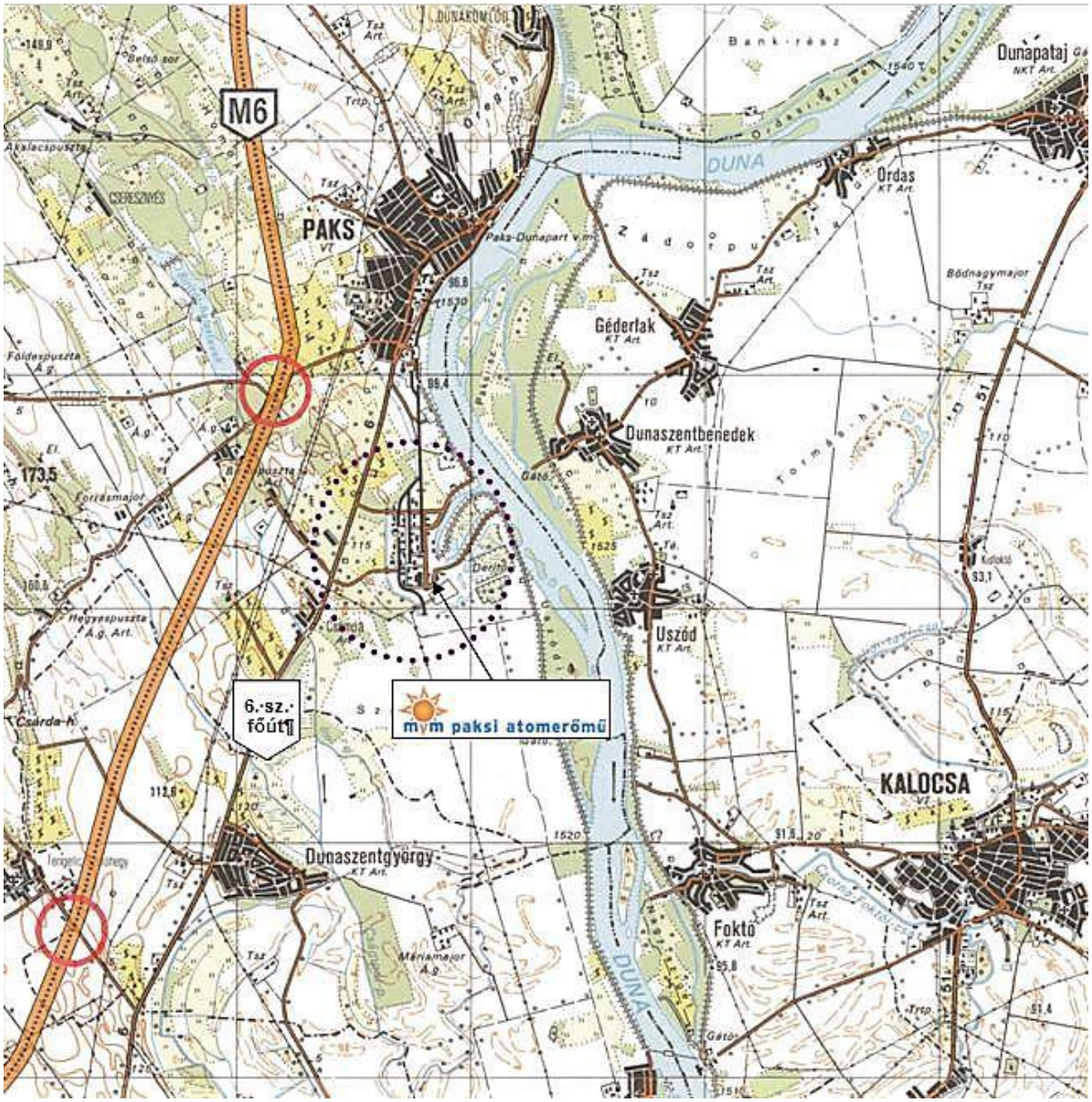
Vyššie uvedená tabuľka neobsahuje vážnu prevádzkovú poruchu 3. stupňa bloku č. 2 jadrovej elektrárne Paks z 10. apríla 2003, ako ani udalosti klasifikované ako veľmi vážna havária 7. stupňa, ku ktorým došlo 11. marca 2011 v blokoch č. 1, 2 a 3 japonskej elektrárne Fukushima Daiichi.

5 CHARAKTERISTIKA PLÁNOVANÉHO MIESTA VÝSTAVBY

Plánované miesto výstavby nových jadrových blokov Paks II. sa nachádza v rámci závodu jadrovej elektrárne Paks.

Závod jadrovej elektrárne Paks leží v Tolnianskej župe, 118 km južne od Budapešti.

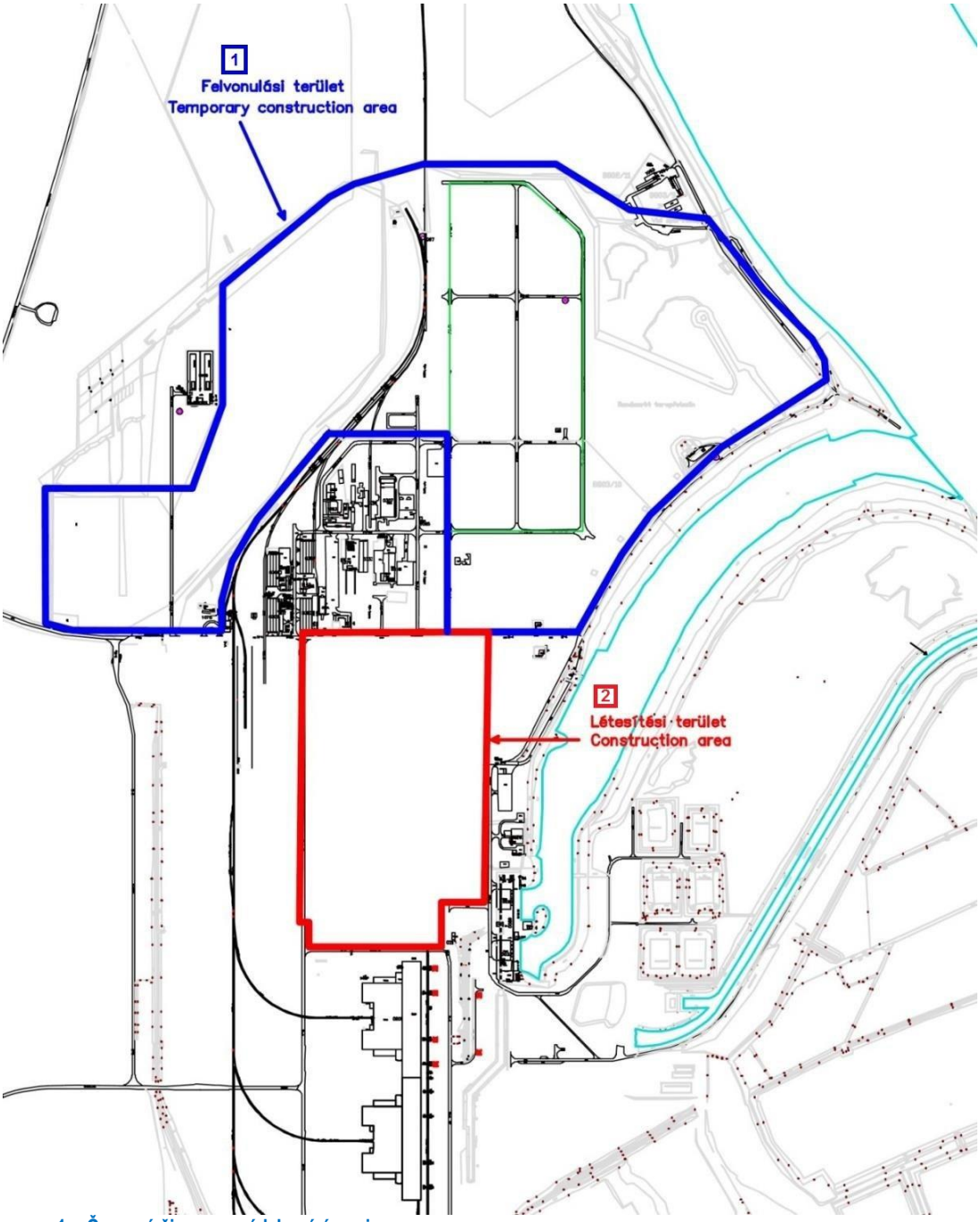
Závod je vzdialený 5 km južne od centra mesta Paks, 1 km západne od Dunaja a 1,5 km východne od hlavnej cesty číslo 6. Polohu závodu a jeho bezprostredného okolia znázorňuje nasledovný obrázok.



13. obrázok: Prehľadová mapa závodu v Paksi [13]

5.1 MIESTO VÝSTAVBY PAKS II. V RÁMCI ZÁVODU JADROVEJ ELEKTRÁRNE PAKS

Pre umiestnenie nových jadrových blokov možno brať do úvahy územia ležiace severne od súčasných blokov jadrovej elektrárne Paks, v ich bezprostrednej blízkosti. Červenou čiarou ohraničená plocha znázorňuje prevádzkové územie nových blokov, modrou čiarou je ohraničené stavenisko.



1. - Červená čiara: prevádzkové územie
2. - Modrá čiara: stavenisko

14. obrázok: Závod v Paksi s vyznačením miesta plánovanej novej jadrovej elektrárne

Celková rozloha územia je 105,8 ha, z ktorého 29,5 ha zaberú prevádzkové zariadenia a 76,3 ha stavenisko. Na prevádzkovom území sa budú nachádzať bloky elektrárne, obslužné pomocné zariadenia, systémy a iné budovy, pracovné územie zaistí počas fázy realizácie dostatočnú plochu na stavbu.

15. obrázok: Umiestnenie plánovaných blokov [14]

5.2 INFRAŠTRUKTURÁLNE PREPOJENIA MIESTA VÝSTAVBY

Zdroj: Analýza Položiek presahujúcich rozsah hlavného dodávateľa nových jadrových blokov plánovaných v závode v Paksi, 2013, MVM ERBE Zrt.

Úlohou prioritného významu v prípravnej fáze projektu je prieskum prístupnosti vymedzeného projektového územia a možností dodávok ťažkých zariadení. Územie vymedzené pre výstavbu nových blokov je prístupné tak po ceste, ako aj po železnici, respektíve vodnou dopravou, zároveň však súčasný stav infraštruktúry neumožňuje alebo umožňuje len v obmedzenej miere každodennú hustú premávku predpokladanú vo fáze realizácie (dochádzanie) a dodávku ťažkých zariadení.

Stavebné a prevádzkové plochy novej jadrovej elektrárne sú prístupné z diaľnice M6 (Paks - južný výjazd), ako aj z hlavnej cesty č. 6. V súčasnosti vedie k severnému a južnému vchodu elektrárne samostatná prístupová cesta. Z hľadiska rozvoja súčasnej infraštruktúry boli predbežne skúmané viaceré verzie:

- jednou z verzií bolo vytvorenie novej prístupovej cesty z výjazdu diaľnice M6;
- druhou bola rekonštrukcia cestnej siete medzi okolitými obcami (Tengelic, Kölesd, Nagydorog, Németkér, Bölcske) a cestou č. 6 (2 x 1 pruh štandardnej šírky);
- respektíve rozšírenie a prestavba poľnej cesty nachádzajúcej sa v smere na obec Gerjen.

Prostredníctvom trasy Gerjen - jadrová elektráreň Paks, respektíve prípadným prevádzkovaním kompy/lode na Dunaji bude možné zapojiť do stavebných prác počas fázy realizácie aj mesto Kalocsa a jeho spádovú oblasť.

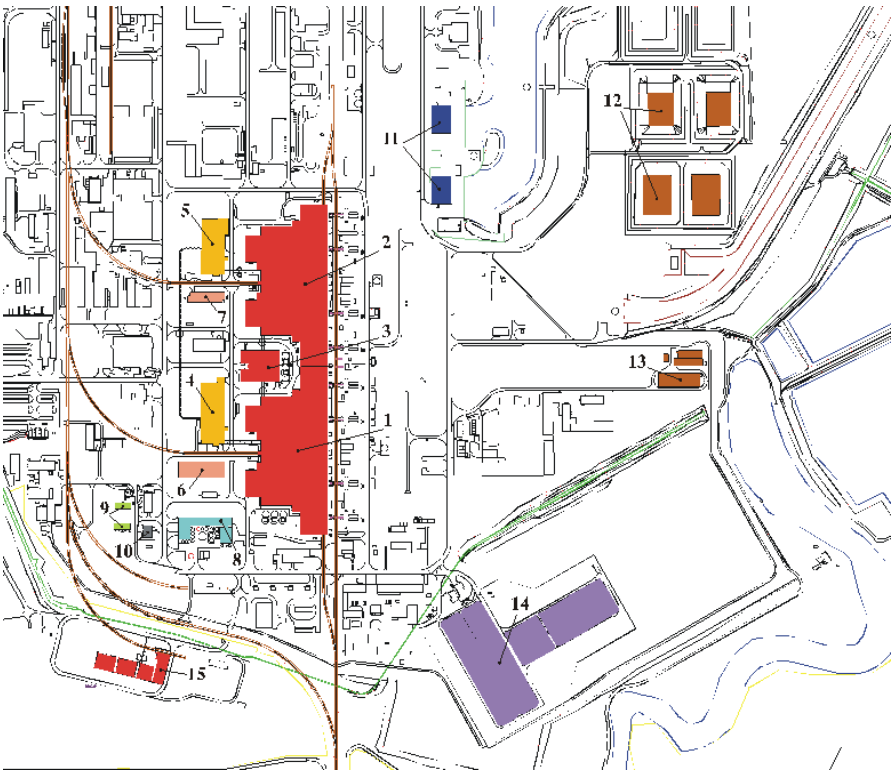
Železničná trať vedie neďaleko spomínaného územia, v smere na Pusztaszabolcs (Pusztaszabolcs- Dunaújváros-Paks, 79 km dlhá, MÁV č. 42, jednokoľajová, sčasti elektrifikovaná železničná trať). Pôvodný úsek bol počas výstavby jadrovej elektrárne Paks zrekonštruovaný, v súčasnosti môžu na tejto trati premávať rušne so zaťažením nápravy 20 t, nezávisle od toho je však potrebná rekonštrukcia daného úseku a/alebo výstavba novej trasy.

Z hľadiska prístupu po vode má jadrová elektráreň Paks aj v súčasnosti k dispozícii prístav, vyžaduje sa však jeho rekonštrukcia (portálový žeriav), prípadne rozšírenie.

Priame **zásobovanie vodou** a **odvádzanie odpadovej vody** nie je na stavebných a prevádzkových územiach novej jadrovej elektrárne v súčasnosti zabezpečené, bude potrebná výstavba týchto zariadení.

5.3 JADROVÁ ELEKTRÁREŇ PAKS A SÚVISIACE OBJEKTY

16. obrázok: Pohľad na dva bloky jadrovej elektrárne Paks [13]



Legenda:
1. I. Prevádzková hlavná budova
2. II. Prevádzková hlavná budova
3. Zdravotnícka a laboratórna budova
4. I. Pomocná budova
5. II. Pomocná budova
6. I. Dieselová strojovňa
7. II. Dieselová strojovňa
8. Chemická prípravovňa vody
9. Nádrže pre vodík a dusík
10. Vodíková stanica
11.I-II. Objekty na odčerpávanie vody
12. Odkaliská
13. Čistiareň odpadových vôd
14. Transformátor
15. Medzisklad vyhoreného jadrového paliva (MSVP)

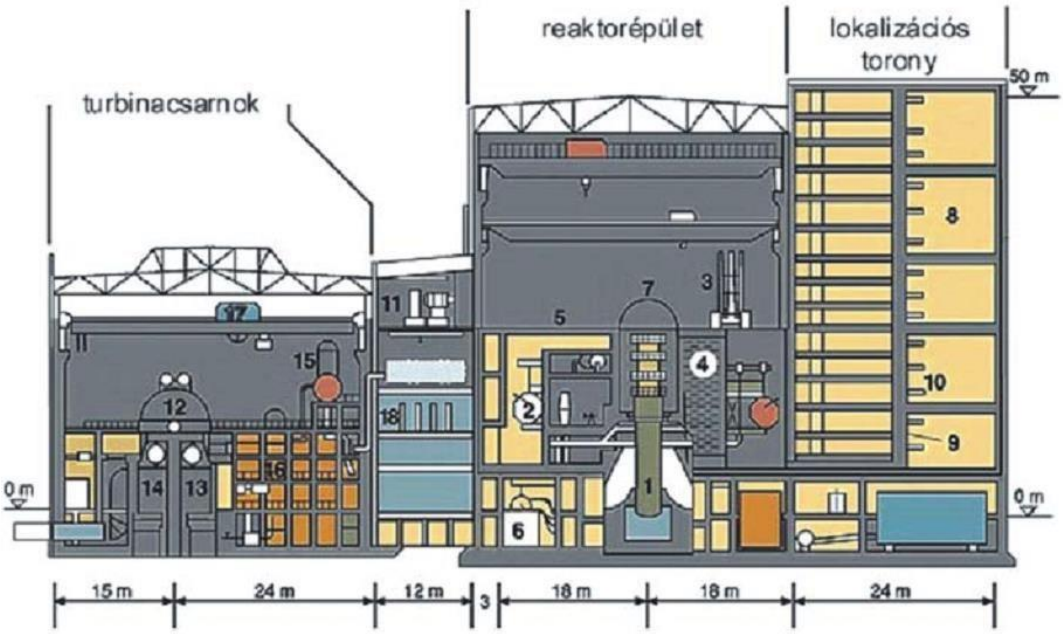
17. obrázok: Jadrová elektráreň Paks a súvisiace objekty v závode v Paksi [15]

5.3.1 JADROVÁ ELEKTRÁREŇ PAKS

Jadrová elektráreň Paks je v Maďarsku rozhodujúcim účastníkom v oblasti dodávky elektrickej energie, jej 4 bloky boli uvedené do prevádzky v rokoch 1982 až 1987 s 1 ks tlakovodného reaktora typu VVER-440 V-213 v každom bloku - spolu 4 ks, so systémom chladenia a moderovania vodou. Pôvodný nominálny elektrický výkon blokov bol 440 MW_e, ktorý bol vďaka programu zvýšenia výkonu zvýšený na 500 MW_e, v dôsledku čoho je hodnota celkového nominálneho elektrického výkonu 2 000 MW_e. Tepelný príkon jednotlivých blokov je 1 485 MW_{th}, súhrnný tepelný výkon 5 940 MW_{th}.

Jadrová elektráreň Paks je prevádzkovaná ako základná elektráreň podľa možností s rovnomerným zaťažením. V roku 2013 bolo v elektrárni vyrobených 15 369,6 GWh elektrickej energie, čo predstavovalo 50,7 % celkovej hrubej výroby elektrickej energie v Maďarsku.

Technológiu jadrovej elektrárne možno rozdeliť na primárny a sekundárny okruh. V primárnom okruhu sa nachádza jadrová technológia s hlavným vodným okruhom, súvisiacimi najdôležitejšími systémami primárneho okruhu a inými pomocnými zariadeniami. Hlavným zariadením primárneho okruhu je vertikálna valcová nádrž reaktora, v ktorej sa nachádza aktívna zóna. Palivo reaktora tvorí 42 ton oxidu uránu. Moderátorom a chladiacim médiom tlakovodného jadrového reaktora je ľahká voda (H_2O). Voda primárneho okruhu s vysokým tlakom a teplotou odovzdáva tepelnú energiu odvádzanú z reaktora do sekundárneho okruhu cez potrubia parného generátora. V sekundárnom okruhu sa teplo produkované v reaktore premieňa na mechanickú a následne elektrickú energiu. Voda sa v parných generátoroch odparí a následne sa cez hlavný parný systém dostáva do turbín. Para vystupujúca z turbín sa kondenzuje na plochách kondenzátorov chladených vodou z Dunaja a následne sa dostáva späť do parných generátorov. Jadrová elektráreň Paks odčerpáva chladiacu vodu z Dunaja, ktorú po zohriatí vypúšťa späť do Dunaja. Hlavné transformátory (2 ks/blok) premieňajú produkovanú elektrickú energiu na úroveň napätia 400 kV.



Turbinacsarnok	Hala turbíny
Reaktorépület	Budova reaktora
Lokalizációs torony	Lokalizačná veža

18. obrázok: V-Z prierez jadrovej elektrárne Paks [16]

Manipulácia s palivovými článkami, skladovanie

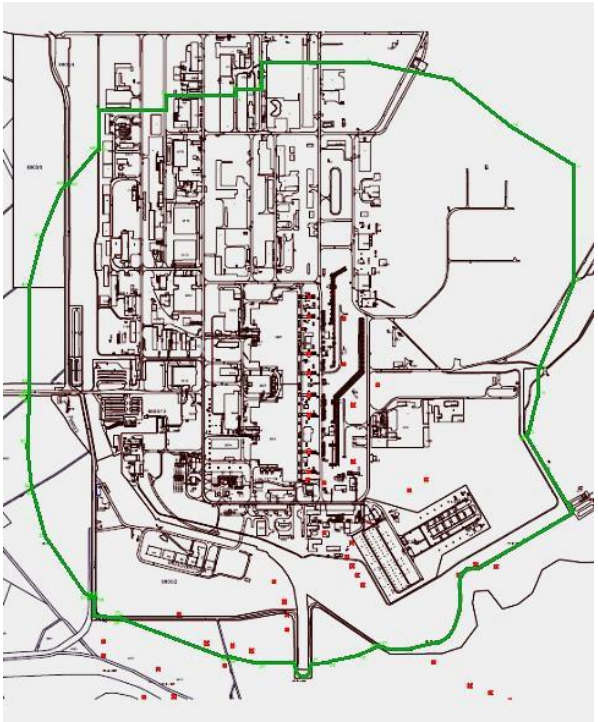
V prípade ožiarených, respektíve vyhorených palivových článkov použitých v jadrovej elektrárni, t. j. kaziet, ktoré už nemôžu byť v jadrovej elektrárni ďalej použité, je potrebné zabezpečiť zachovanie subkritického stavu, ochranu proti radiácii tienením a odvedenie zostatkového tepla vznikajúceho v kazetách a to počas manipulácie, ako aj skladovania. Dočasné skladovanie vyhorených palivových článkov vznikajúcich počas prevádzkovania jadrovej elektrárne je zabezpečené v nádržiach nachádzajúcich sa v priamej blízkosti štyroch reaktorov, ktoré sú vybavené nezávislým chladiacim okruhom.

Po 3-5 ročnom skladovaní v týchto nádržiach sú vyhorené palivové kazety prepravené do Medziskladu vyhoreného jadrového paliva (MSVP), v dôsledku čoho sú zabezpečené skladovacie kapacity nádrže potrebné k nepretržitému prevádzkovaniu reaktorov.

Bezpečnostná zóna jadrovej elektrárne Paks

Minimálna vzdialenosť bezpečnostnej zóny jadrovej elektrárne je 500 m počítaných od nasledovných prvkov a stavebných konštrukcií:

- od stien priestorov prečerpávacích staníc, v ktorých sú umiestnené bezpečnostné chladiace čerpadlá,
- od stien kanálov bezpečnostných chladiacich potrubí a od samotných potrubí, ak sú uložené v zemi,
- od stien turbínovej strojovne,
- od stien čerpadiel odsolenej vody,
- od stien elektrických priečnych galérií,
- od stien reaktorových hál – vrátane stien lokalizačných veží,
- od krajných bodov podzemných palivových nádrží dieselgenerátorov,
- od stien dieselových strojovní,
- od stien pomocných budov a
- od stien železobetónového mosta spájajúceho dve pomocné budovy.



19. obrázok: Bezpečnostná zóna jadrovej elektrárne Paks [15]

5.3.2 STROJOVŇA S NAPÄTÍM 400 KV

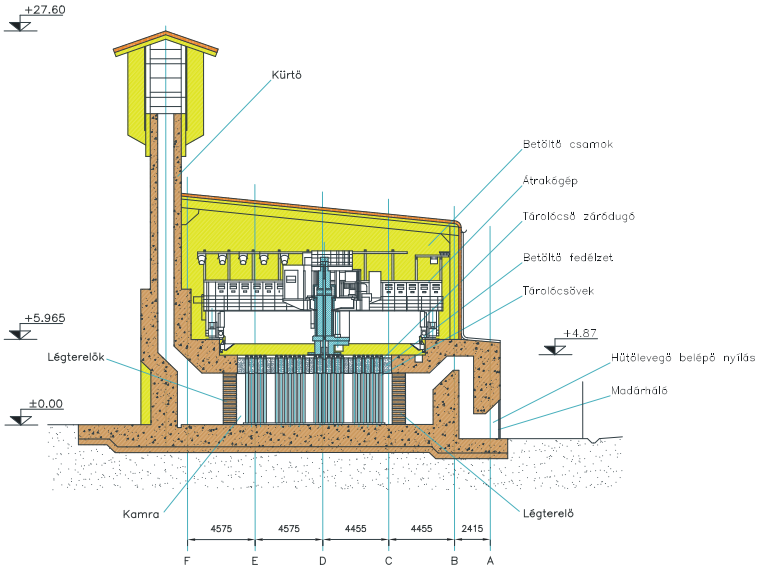
Hlavné transformátory premieňajú elektrickú energiu produkovanú v turbogenerátoroch jadrovej elektrárne Paks na úroveň napätia 400 kV. Hlavné transformátory sa k 400/120 kV rozvodni umiestnenej v juhovýchodnej časti závodu v Paksi, tvoriacej súčasť celoštátnej základnej siete pripájajú cez 400 kV vzdušné vedenie. 400 kV diaľkové vedenia vychádzajúce z rozvodne zabezpečujú hlavné trasy dodávky vyrobenej elektrickej energie. 400 kV stanica sa k 120 kV rozvodni pripája cez dva transformátory Booster 400 / 120 / 18 kV, 250 / 250/ 75 MVA a prostredníctvom toho k 120 kV diaľkovým vedeniam, ktoré vychádzajú z tohto bodu. 400 kV rozvodňa je zapuzdrená, s izoláciou SF6, s ističmi, kým 120 kV rozvodňa je tradičného typu, s pomocnými lištami (2 zberné lišty + pomocná lišta).[13]

5.3.3 MEDZISKLAD VYHORENÉHO JADROVÉHO PALIVA (MSVP)

Vyhorené jadrové palivo vznikajúce počas prevádzkovania jadrovej elektrárne je pred prípadným ďalším použitím alebo konečným umiestnením bez ďalšieho spracovania potrebné dočasne uskladniť. Po 3-5 ročnom skladovaní v nádržiach sú vyhorené palivové kazety prepravené do Medziskladu vyhoreného jadrového paliva (MSVP) vytvoreného pri jadrovej elektrárni Paks.

MSVP predstavuje modulárny dočasný sklad, ktorého voľnú skladovaciu kapacitu možno zvyšovať postupným rozširovaním skladovacích modulov. V zmysle zákona č. CXVI z roku 1996 o atómovej energii je dočasné skladovanie vyhorených palivových článkov úlohou spoločnosti Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Nonprofit Kft. MSVP bol vytvorený v susedstve jadrovej elektrárne Paks ako jadrové zariadenie nezávislé od prevádzkovateľa elektrárne, ktoré zostavuje vlastnú Záverečnú bezpečnostnú správu a disponuje samostatným prevádzkovým povolením.

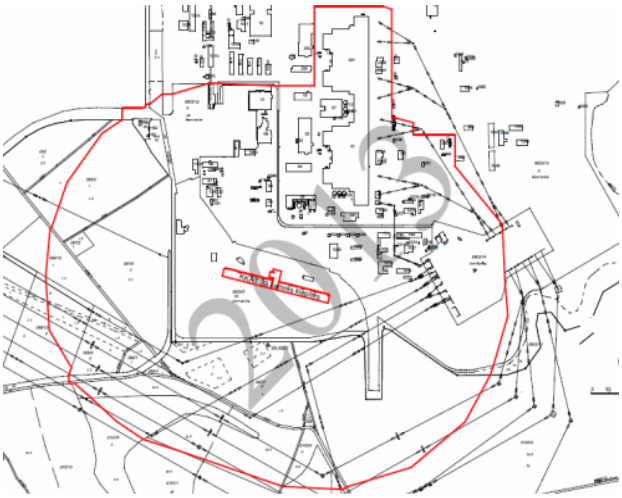
Nasledovný obrázok znázorňuje prierez skladovacej komory obsahujúcej skladovacie potrubia a zabezpečujúcej prirodzený prietok vzduchu.



kürtő	komín
légterelők	vzduchové prepážky
betöltő csarnok	plniaca komora
átrakodógép	prekladacie zariadenie
tárolócső záródugó	uzáver skladovacej rúry
betöltő fedélzet	nakladacia platforma
tárloócsövek	skladovacie rúry
hűtőlevegő belépő nyílás	vstupný otvor chladiaceho vzduchu
madárháló	ochranná sieťka
kamra	komora

20. obrázok: Prierez MSVP [15]

Bezpečnostná zóna MSVP



21. obrázok: Bezpečnostná zóna MSVP [15]

5.4 SYSTÉMY MONITORINGU V OKOLÍ JADROVEJ ELEKTRÁRNE PAKS

Jadrová elektráreň Paks podobne ako ostatné zariadenia vyrábajúce energiu neustále monitoruje výpuste (emisie) do prostredia vyplývajúce z technológie elektrárne, ako aj ich pôsobenie na životné prostredie (imisie), o čom vyhotovuje ročnú správu - viď Správa spoločnosti MVM Paksi Atomerőmű Zrt. o ochrane životného prostredia z roku 2013.

5.4.1 KONTROLA TRADIČNÝCH ZNAKOV STAVU ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA

5.4.1.1 Kontrola vypúšťania odpadových a použitých vôd

Kontrola vypúšťania odpadových a použitých vôd sa vykonáva podľa Kontrolného plánu schváleného DdKTVF.

- Diaľková meracia a odberná stanica V1: odber vzoriek z kanála studenej vody
- Diaľková meracia a odberná stanica V2: odber vzoriek z kanála teplej vody
- Odberná stanica V4 (vzorka odobratá z kazety zariadenia na štiepenie energie): odber vzoriek z použitej vody vypúšťanej do Dunaja a čistenej odpadovej vody, tradičné limity vypúšťania sa vzťahujú na tento bod
- Prečerpávacia šachta rozšíreného územia: Kvalita odpadovej vody odovzdanej do čistiarne odpadových vôd mesta Paks (predpísaný limit)
- Ostatné miesta odberu vzoriek: pred a za čistiarňou komunálnych vôd, nádrž priemyselného vápna, nádrž pre odpadovú vodu s obsahom chemikálií

5.4.1.2 Tepelné zaťaženie Dunaja

Kontrola predpisov týkajúcich sa limitu tepelného zaťaženia Dunaja sa vykonáva podľa Kontrolného plánu schváleného DdKTVF. V zmysle tohto plánu vykonávajú nepretržité merania teploty odvádzanej a vypúšťanej vody z Dunaja, v prípade teploty privádzanej vody z Dunaja nad 25 °C teplotu Dunajav 500 m úseku pod bodom prívodu kanála teplej vody.

5.4.1.3 Sledovanie podzemných vôd

Pre monitorovanie potenciálnych zdrojov znečistenia životného prostredia je v jadrovej elektrárni Paks prevádzkovaný na základe prevádzkových povolení týkajúcich sa ochrany životného prostredia systém monitorovania podzemných vôd. V monitorovacom systéme tradičných emisií sú na nižšie uvedených odberných

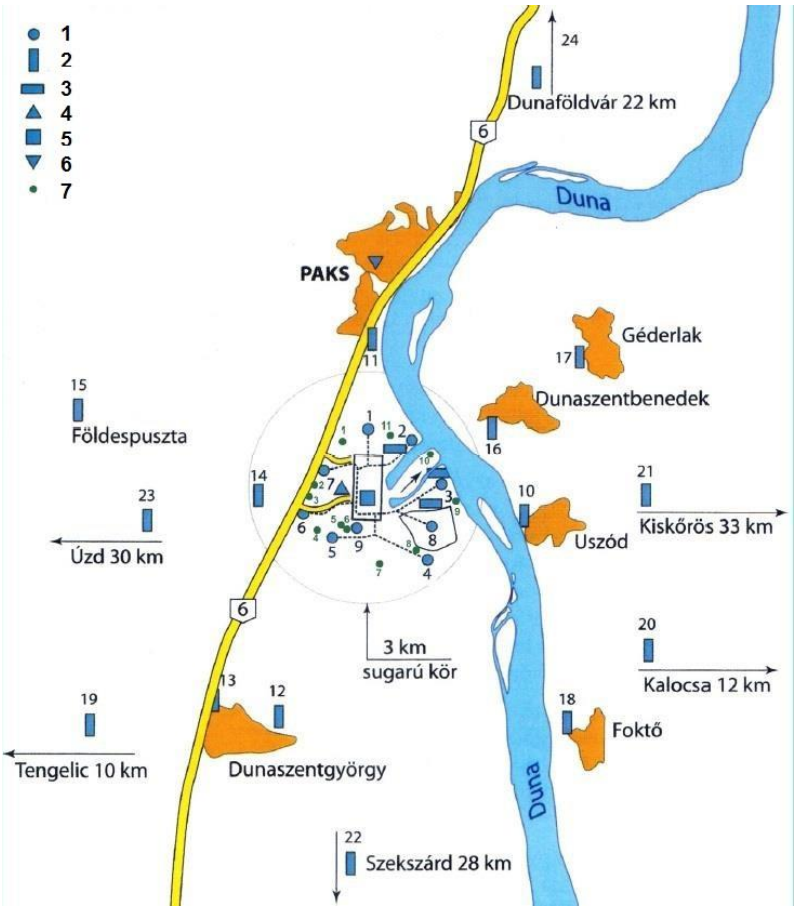
miestach kontrolované nasledovné parametre:

- Z monitorovacích studní nachádzajúcich sa pri zberniach nebezpečného prevádzkového odpadu:
  pH, celková soľ, celkový olej, KOI_{ps}, Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, Cr, Ni,
- Z monitorovacích studní pri odkaliskách:
  pH, vodivosť, celková tvrdosť, celkový obsah soli, amoniak, celkový olej, KOI_{ps}, NO_3 , Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, Cr, Ni, Cl,
- Z monitorovacích studní pri olejových nádržiach:
  pH, obsah oleja, NO_3, amoniak, hodnoty Cl,
- Z monitorovacích studní vyznačených na prevádzkovom území:
  pH, amoniak, nitrát, KOI_{ps}.

5.5 PREVÁDZKOVÝ SYSTÉM KONTROLY RADIAČNEJ OCHRANYPROSTREDIA (PSKRO)

Kontrolovanie prostredia jadrovej elektrárne Paks spolu s meraním rádioaktivity vzoriek zo životného prostredia pokračuje od roku 1978, počnúc zisťovaním základnej (nulovej) úrovne až po priebežné merania počas prevádzky.

Umiestnenie systému jadrovej elektrárne Paks na monitorovanie emisií a ochrany životného prostredia proti radiácii znázorňuje nasledovný obrázok



1	Diaľková meracia a odberná stanica (typ A)	5	Centrála PSKRO
2	Odberná stanica (typ B a C)	6	Laboratórium na kontrolu životného prostredia
3	Stanica na meranie a odber vzoriek vody	7	Odberná stanica (typ G)
4	Meteorologická meracia veža		

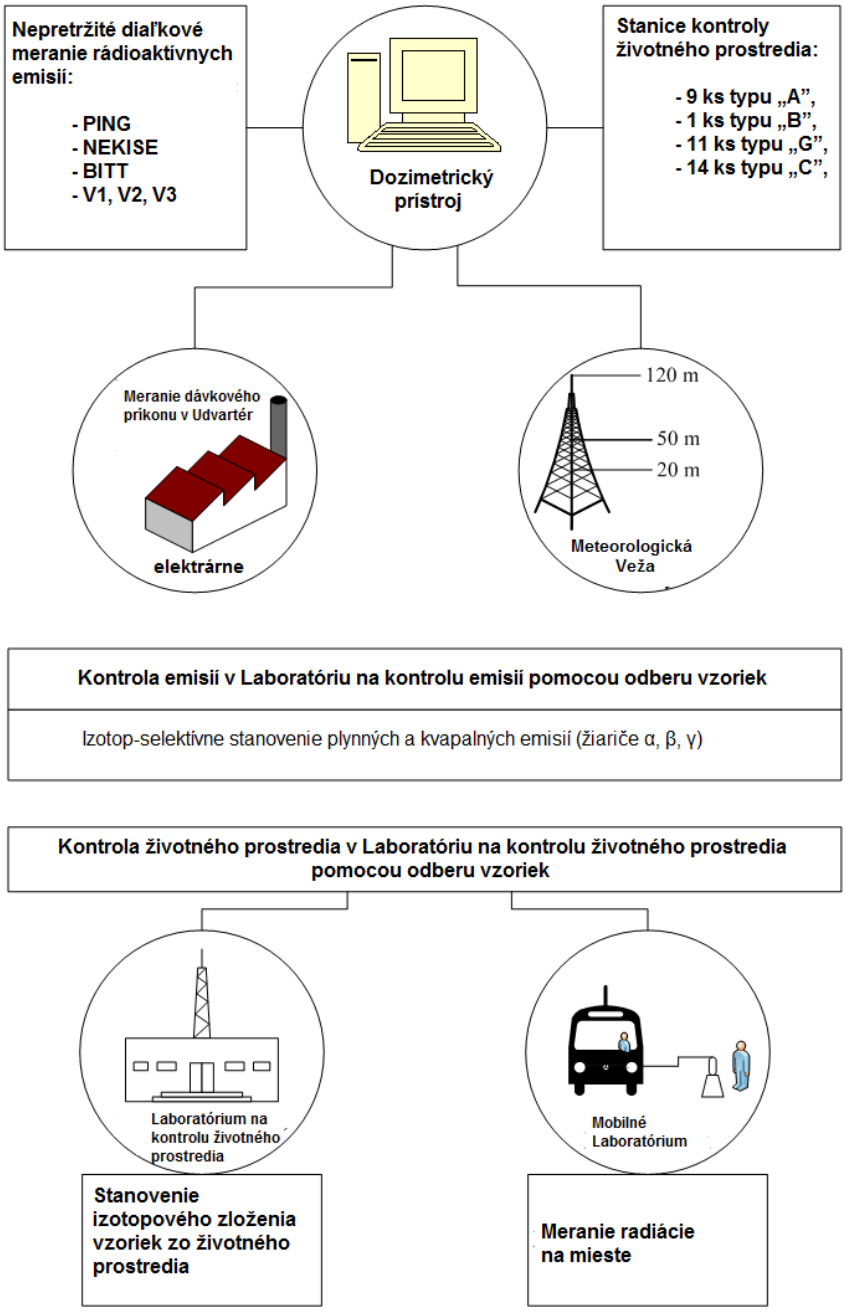
22. obrázok: Umiestnenie systému jadrovej elektrárne Paks na monitorovanie emisií a ochrany životného prostredia proti ožarovaniu [17]

Merania vykonávalo a aj v súčasnosti vykonáva jadrová elektráreň Paks, úrady a ďalšie inštitúcie.

Základnou úlohou kontroly životného prostredia je zisťovanie úrovne vypúšťania rádioaktívnych látok z elektrárne, ich výskytu v životnom prostredí a radiácie životného prostredia.

Nepretržité monitorovanie radiačnej ochrany v okolí jadrovej elektrárne Paks je úlohou Prevádzkového systému kontroly radiačnej ochrany prostredia (PSKRO). Výsledky merania radiácie životného prostredia a rádioaktívnej koncentrácie jednotlivých zložiek životného prostredia založené na odbere vzoriek sú každoročne zhrnuté pod názvom *Radiačná ochrana v jadrovej elektrárni Paks*.

Štruktúra dvojstupňového systému jadrovej elektrárne Paks na monitorovanie emisií a radiačnej ochrany životného prostredia je znázornená na nasledovnom obrázku.



23. obrázok: Štruktúra systému jadrovej elektrárne Paks na monitorovanie emisií a ochrany životného prostredia proti ožarovaniu [18]

Kontrola emisií a stavu životného prostredia sa vykonáva na dvoch stupňoch:

- Nepretržité meranie
  - *Diaľkové online meracie siete nepretržite merajú najdôležitejšie rádioaktívne emisie (plynné a kvapalné), ako aj množstvá radiácie životného prostredia.*

- Odber vzoriek
  - *Laboratórium pre kontrolu emisií spresňuje výsledky diaľkového merania pomocou veľmi presných laboratórnych skúšok a selektívneho merania izotopov zo vzoriek odobratých z vypustených zložiek.*
  - *Laboratórium na kontrolu životného prostredia vykonáva merania vzoriek odobratých z 30 km okruhu elektrárne, počas ktorých zisťuje selektívnu rádioaktívnu koncentráciu izotopov, dávku gama žiarenia a dávkového príkonu životného prostredia.*

Obidve laboratóriá boli akreditované Štátnym akreditačným orgánom.

5.5.1.1 Rádioaktívne emisie a ich kontrola

V roku 2004 nadobudol platnosť systém emisných obmedzení predpísaný Nariadením KöM č. 15/2001 (VI.8.) , ktorý plynné, ako aj kvapalné emisie porovnáva s emisnými limitmi izotopov odvodenými z dávkových obmedzení stanovených pre jadrovú elektráreň Paks (90 µSv/rok).

Jadrová elektráreň Paks v roku 2013 využila emisné obmedzenie v miere 0,26 %, iným slovom vypustila 0,26 % povolených hodnôt, čiže oveľa menej ako jednu stotinu limitu.

Využitie obmedzenia pre kvapalné emisie bolo 1,77 10^{-3} , čiže 0,18 % a využitie emisného limitu vyplývajúceho z plynných emisií bolo 7,77 10^{-4} , čiže 0,08 %.

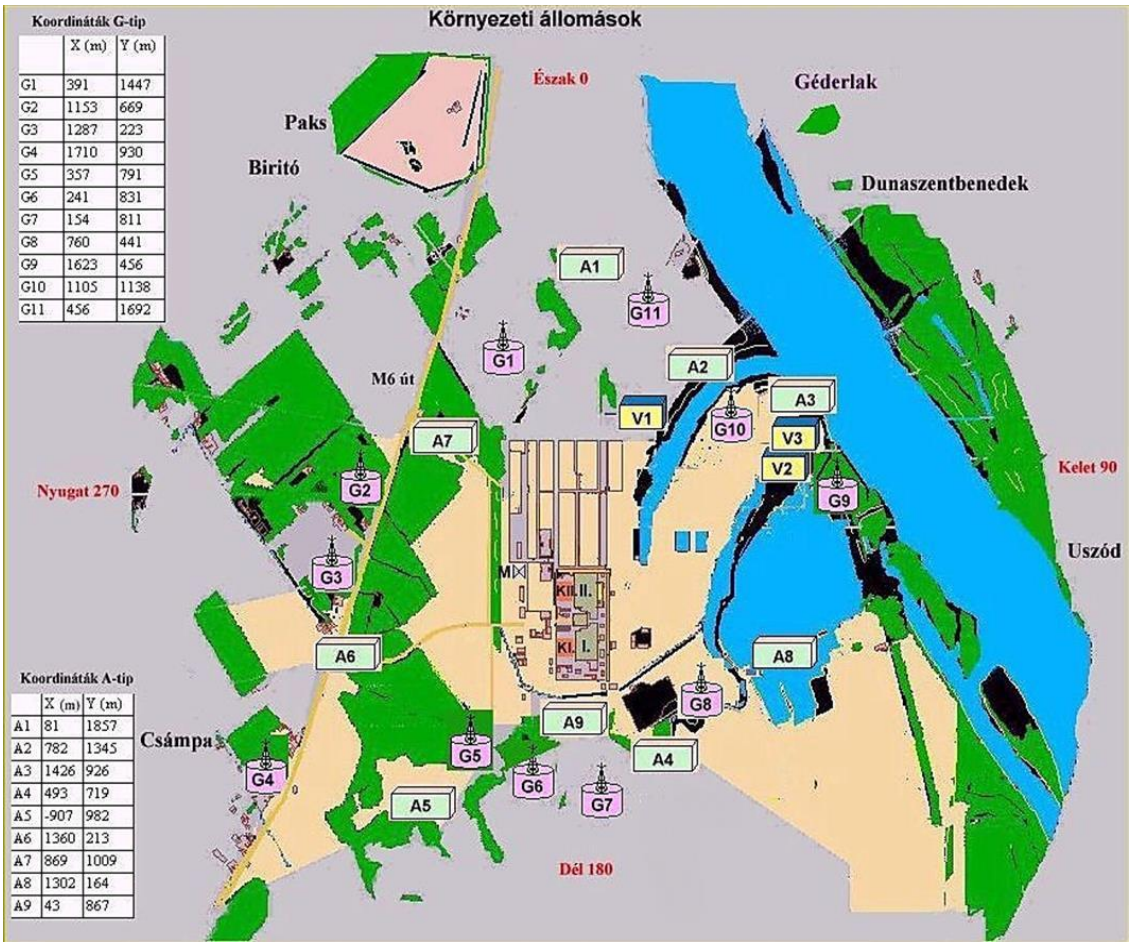
Využitie bolo podobné aj v predchádzajúcich rokoch - v roku 2012 predstavovala táto hodnota 0,26 %, v roku 2011 0,20 %, v roku 2010 0,25 % a v roku 2009 0,22 %.

5.5.1.2 Kontrola stavu životného prostredia

Kontrola stavu životného prostredia je zabezpečená analýzou nasledovných meraní:

- meranie rádioaktívnej koncentrácie vzduchu, spadu, pôdy, podzemných vôd a prirodzenej vegetácie (trávy),
- meranie aktivity povrchových vôd (Dunaj, rybníky, kanál), vzoriek vody, kalu a rýb,
- meranie koncentrácie aktivity vzoriek jednotlivých potravín (mlieka),
- meranie dávky a dávkového príkonu gama žiarenia prostredia.

Umiestnenie diaľkových meracích staníc kontrolujúcich stav životného prostredia v okolí jadrovej elektrárne Paks znázorňuje nasledovný obrázok.



Környezeti Állomások	=	Environmentálne stanice
Koordináták G-típ	=	Koordináty typu G
Koordináták A-típ	=	Koordináty typu A
Észak	=	Sever
Kelet	=	Východ
Dél	=	Juh
Nyugat	=	Západ

24. obrázok: Diaľkové meracie stanice typu „A" a „G" kontrolujúce stav prostredia v okolí jadrovej elektrárne Paks [19]

5.5.1.2.1 Systémy diaľkového merania

Systémy diaľkového merania v 1,5 km okruhu jadrovej elektrárne Paks

- 9 ks staníc typu „A" na meranie aodber vzoriek (A1-A9)
    - meranie dávkového príkonu gama žiarenia (on-line)
    - meranie celkovej koncentrácie aktivity beta aerosólov (on-line)
    - meranie elementárnej a organickej fázy rádiojódu (on-line)
    - odber vzoriek aerosólov a jódu pre laboratórne merania (týždenné, mesačné)
    - Spad[3] (fall-out, wash-out) - odber vzoriek (mesačne)
    - Odber vzoriek T/^{14}C (T: vodná para a vodík), ^{14}C: CO_2, respektíve CO_2 + C_nH_m); (mesačne)
- 11 ks staníc typu „G" (G1-G11)
    - meranie dávkového príkonu gama žiarenia (on-line)

[3] *Spad rádioaktívnych izotopov nachádzajúcich sa vo vzduchu môže mať formu suchého usadzovania (gravitačným usadzovaním) alebo v dôsledku vymývania zrážkami (dážď, sneh). Tieto procesy nazývame spoločne fall-out (spad).*

Systémy diaľkového merania v 30 km okruhu jadrovej elektrárne Paks

- 1 ks meracej a odbernej stanice typu „B" (B24) - **Referenčná (kontrolná) stanica v Dunaföldvár**

  Pre účely stanovenia referenčnej úrovne alebo úrovne pozadia sú vykonávané rovnaké merania ako na staniciach typu „A".

- 15 ks stanice typu „C"
  - merania dávok pomocou termoluminiscenčného detektora (TLD) (mesačne)
  - odber vzoriek a analýzy spad (fall-out) (pravidelne)

5.5.1.2.2 Laboratórne analýzy vzoriek

- vzorky vody z odberných miest V1, V2 a V3 (každodenný odber vzoriek na meranie celkového gama a beta žiarenia, respektíve mesačný a štvrťročný odber vzoriek na selektívne meranie izotopov)
- vzorky vody a kalu
  - Dunaj, rybníky, kanál, vápenný kal (štvrťročne)
  - Faddi-Holt-Duna (mesačne)
- vzorky pôdy a trávy z okolia diaľkových meracích staníc (periodicky)
- vzorky mlieka od chovateľov kráv v obciach Dunaszentgyörgy a Gerjen (mesačne)
- vzorky rýb z rybníkov (štvrťročne)

5.5.1.2.3 Prieskum koncentrácie tríciovej aktivity podzemných vôd

Na kontrolu tríciového zaťaženia podzemných vôd nachádzajúcich sa pod hlavnou budovou je v jadrovej elektrárni Paks prevádzkovaný monitorovací systém v súlade s bodom 13-2. písm. a) rozhodnutia OAH č. HA-4797 (úlohy IBJ).

Prieskumy sú založené na sieti studní moniturujúcich podzemné vody obklopujúce jadrovú elektráreň, do ktorej patrí približne 140 ks studní, z ktorých 52 ks studní monitorovalo s mesačnou alebo ročnou pravidelnosťou aj Hlavné oddelenie radiačnej ochrany a ochrany životného prostredia. Merania koncentrácie tríciovej aktivity vzoriek boli doplnené spektrometrickými meraniami celkového beta a gama žiarenia, ak hodnota koncentrácie tríciovej aktivity presiahla 500 Bq/dm^3. V rámci monitorovania životného prostredia boli do 25 ks studní nainštalované zariadenia na nepretržitý odber vzoriek vody, ktorých hlavnou úlohou je okrem monitorovania trícia aj zistenie prípadného výskytu iných rádioaktívnych látok (gamma spektrometria 2-mesačná, ^{14}C 4-mesačná, ^{89,90}Sr 4-mesačná, Pu-TRU (transuránový prvok) 8-mesačná veľkoobjemová (20 litrov/mesiac), z priemernej vzorky).

Hodnota dodatočného ročného radiačného zaťaženia pochádzajúceho z trícia v podzemných vodách je okolo 0,01 nSv/rok, čo je popri radiačnom zaťažení z radiačného pozadia, ktoré je v Maďarsku približne o 20 % vyššie ako svetový priemer (2,4 mSv/rok) - v priemere 3, miestami 4 mSv/rok, prakticky zanedbateľná hodnota.

5.5.1.3 Dodatočné radiačné zaťaženie obyvateľstva

Nasledovná tabuľka uvádza na základe emisných a meteorologických údajov z roku 2013 dodatočné radiačné zaťaženie obyvateľstva pri bežnej prevádzke:

Dávkové obmedzenie	µSv/rok	90
Dávka obyvateľstva	µSv/rok	4,83 10^{-2}
Využitie limitu	%	5,37 10^{-2}

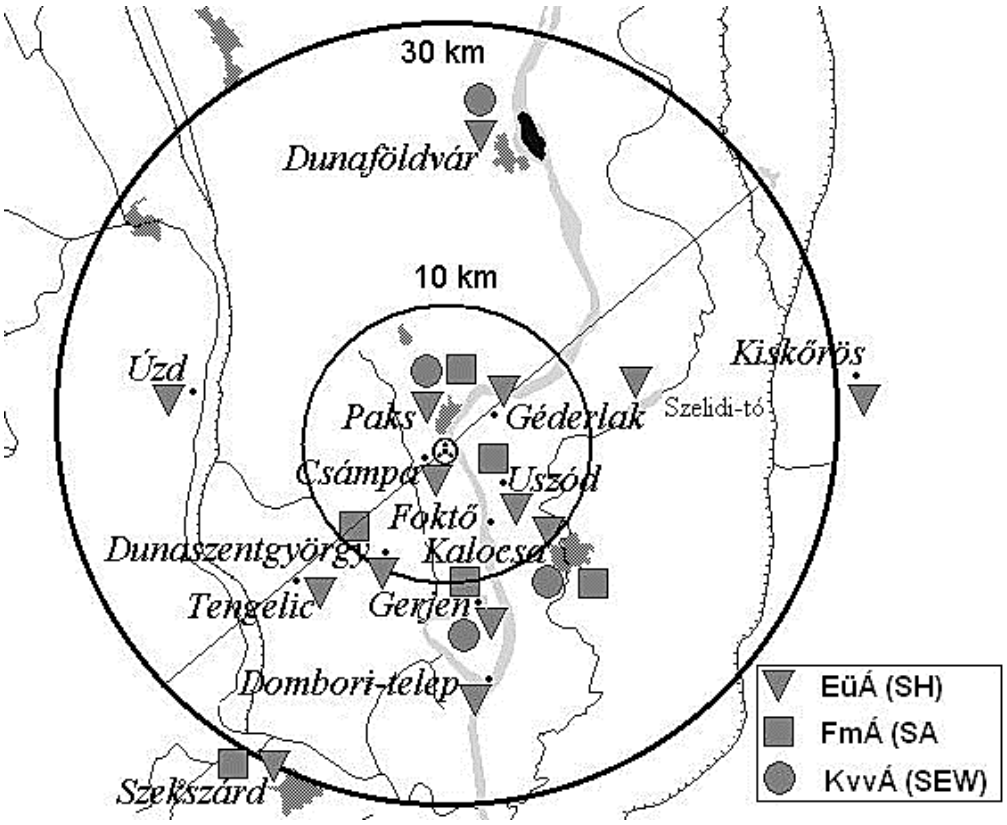
8. tabuľka: Využívanie dávkového obmedzenia vzťahujúceho sa na závod jadrovej elektrárne Paks – 2013 [19]

Podľa výpočtov bola miera dodatočného radiačného zaťaženia obyvateľstva pri bežnej prevádzke jadrovej elektrárne Paks v roku 2013 48,3 nSv, čo predstavuje 0,0537 % povoleného ročného dávkového obmedzenia (90 µSv).

Toto radiačné zaťaženie je rovnocenné s efektívnou dávkou získanou počas ½ hodiny pobytu pod holým nebom, takže prakticky nepredstavuje žiadne zdravotné riziko, obyvateľstvo bolo zasiahnuté zanedbateľnou dávkou dodatočnej radiácie.

5.6 ÚRADNÝ SYSTÉM KONTROLY RADIAČNEJ OCHRANY PROSTREDIA (ÚSKRO)

Súbežne s meraniami jadrovej elektrárne Paks funguje Úradný systém kontroly radiačnej ochrany prostredia (ÚSKRO) vykonávajúci merania radiačnej ochrany okolia elektrárne na základe poverenia príslušných úradných orgánov.



Poznámka:
EüÁ - odvetvie zdravotníctva
FmÁ - odvetvie poľnohospodárstva
KvVÁ - odvetvie ochrany životného prostredia a vôd

25. obrázok: Úradné body merania v 30 km okruhu jadrovej elektrárne Paks [20]

Členom ÚSKRO sú nasledovné ministerstvá:

Ministerstvo ľudských zdrojov (EMMI) Odvetvie zdravotníctva (EüÁ)
Ministerstvo poľnohospodárstva (FM)
Odvetvie poľnohospodárstva (FmÁ)
Odvetvie ochrany životného prostredia a vôd (KvVÁ)

V rámci úradnej kontroly sú okrem sledovania emisií do ovzdušia a vôd vykonané aj odbery a laboratórne analýzy vzoriek z vody Dunaja, kalu, pôdy, vegetácie a mlieka.

Popri dávkovom príkone radiácie životného prostredia boli od roku 2001 vykonané nasledovné úradné merania aktivity:

- atmosférické aerosóly,
- atmosférický spad (fallout, dry-out),
- povrchové vody (riek, prírodné a umelé jazerá, kanály),
- pitná voda (studne, hĺbkové),
- sediment (riek, prírodné a umelé jazerá),
- vzorky pôdy a trávy (zavlažované a nezavlažované orné pôdy, záhrady, lúky a pozdĺž ciest),
- listová zelenina (záhradné indikačné rastliny, surové záhradné potraviny, ovocie),

- mäso (bravčové, hovädzie, jahňacie, hydina, divina, ryby),
- surové mlieko.

Počas posudzovania vplyvov elektrárne Paks II. na životné prostredie boli údaje namerané v ÚSKRO podrobne analyzované v kapitole Rádioaktivita životného prostredia.

ÚSKRO o svojej činnosti vykonávanej v rámci úradnej kontroly prostredia jadrovej elektrárne Paks zverejňuje ročné správy s názvom *Správa systému úradnej kontroly radiačnej ochrany životného prostredia*. Správy obsahujúce výsledky rokov 1999 až 2012 sú verejné dostupné na stránke HAKSERu.

http://www.hakser.hu/eredmenyek/eredmenyek.html).

5.7 ŠTÁTNY SYSTÉM KONTROLY RADIAČNEJ OCHRANY PROSTREDIA (ŠSKRO)

V zmysle Nariadenia vlády č. 275/2002 (XII.21.) základnou úlohou Štátneho systému kontroly radiačnej ochrany prostredia (ŠSKRO) je zber výsledkov štátnej kontroly radiačných podmienok určujúcich radiačné zaťaženie obyvateľstva z prírodných a umelých zdrojov a koncentrácií rádioaktívnych látok v prostredí.

Merania zahŕňajú nasledovné ukazovatele:

- dávkový príkon žiarenia prostredia,
- koncentrácia aktivity rádioaktívnych izotopov,
  - v prvkoch životného prostredia (vzduch, pôda, povrchové vody, prirodzená a poľnohospodárska vegetácia, divá zver a hospodárske zvieratá),
  - v rastlinných a živočíšnych potravinách konzumovaných obyvateľstvom a v ich surovinách,
  - v pitnej vode,
  - v stavebných materiáloch a surovinách,
- koncentrácia aktivity radónu a jeho produktov rozpadu pod holým nebom a vo vnútri budov,
- vnútorné rádioaktívne znečistenie ľudského organizmu.

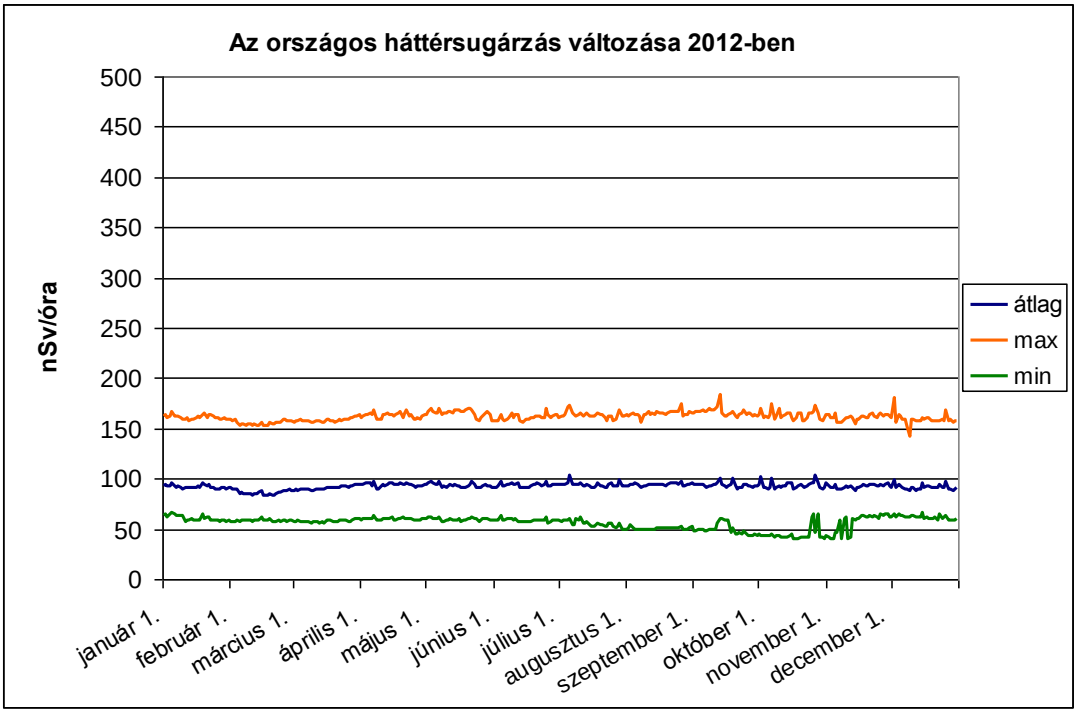
Záver Správy ŠSKRO z roku 2012

Zdroj: Správa Štátneho systému kontroly radiačnej ochrany prostredia (ŠSKRO) z roku 2012 (27. 12. 2013) [4-15]

Správa Štátneho systému kontroly radiačnej ochrany prostredia (ŠSKRO) z roku 2012 uvádza výsledky meraní realizovaných v Maďarsku nasledovne:

> *„Je potrebné zdôrazniť, že kým podľa nariadenia Európskej únie {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)} najvyššia povolená úroveň rádionuklidov ^{134}Cs a ^{137}Cs v potravinách je 600 Bq/kg (v mlieku, mliečnych výrobkoch a potravinách určených pre deti 370 Bq/kg), v potravinách distribuovaných a spracovávaných na území Maďarska sa aj najvyššie hodnoty namerané v roku 2012 pohybovali pod 40 Bq/kg.*
>
> *„Na záver by sme chceli spomenúť, že radiačné zaťaženie obyvateľstva pochádzajúce z umelých zdrojov – okrem aplikácií medicínskeho účelu – sa v Maďarsku v uplynulých rokoch pohybuje okolo 3-6 µSv, kým radiačné zaťaženie prírodného pôvodu je takmer o tri rády vyššie."*
>
> *„Môžeme konštatovať, že podľa výsledkov celoštátnych kontrol a kontrol životného prostredia v okolí plánovaného zariadenia je vplyv činností podliehajúcich povoleniu na životné prostredie a obyvateľstvo zanedbateľný, hodnoty koncentrácie rádioaktívnych izotopov sa v prípade viacerých druhov vzoriek väčšinou pohybovali pod úrovňou vykazovania. [21]*

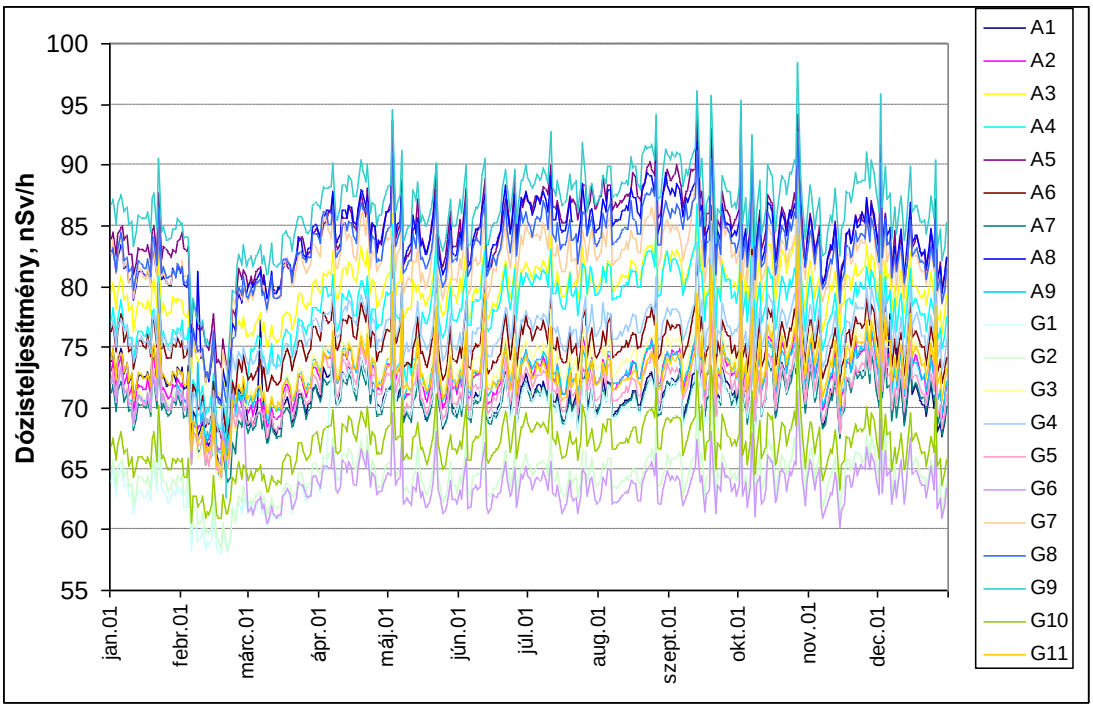
Nasledovný obrázok znázorňuje zmeny národných priemerov, maximálnych a minimálnych hodnôt dávkového príkonu denné gama žiarenia pre účely opisu podmienok v Maďarsku.



Az országos háttérsugárzás változása 2012-ben	Zmeny radiačného pozadia v roku 2012
nSv/óra	nSv/h
átlag	priemer

26. obrázok: Vývoj celonárodných priemerov, respektíve minimálnych a maximálnych hodnôt výkonov dávky gama žiarenia v roku 2012 [22]

Podľa denných dávkových príkonov nameraných v roku 2012pomocou sond určených na meranie dávkového príkonu(stanice kontroly životného prostredia typu „A" a „G") tvoriacich súčasť systému jadrovej elektrárne Paks na kontrolu životného prostredia sa dávkový príkon v okolí jadrovej elektrárne Paks pohyboval od 58 do 98 nSv/h čo spadá do spodného rozsahu hodnôt nameraných v Maďarsku. Nasledovný obrázok znázorňuje zmenu meraných hodnôt v čase.



Dózisteljesítmény, nSv/h	Dávkový príkon, nSv/h

27. obrázok: Denné dávkové príkony namerané na staniciach jadrovej elektrárne Paks na kontrolu prostredia v roku 2012

5.8 ZHRNUTIE DANOSTÍ A CHARAKTERISTÍKZÁVODU V PAKSI

Závod v Paksi má z hľadiska zriadenia nových jadrových blokov mnoho priaznivých daností:

- jadrová elektráreň v Paksi funguje už viac ako 30 rokov,
- v okruhu okolitého obyvateľstva sú existencia a fungovanie jadrovej elektrárne Paks prijaté,
- závod a prostredie jadrovej elektrárne Paks je mimoriadne dôsledne preskúmané územie,
- na vplyvy prevádzkovania jadrovej elektrárne Paks v závode a v okolí dohliadajú nepretržite fungujúce monitorovacie systémy,
- závod má priame spojenie s Dunajom,
- Dunaj je k dispozícii ako zdroj chladiacej vody,
- v okolí závodu je vybudovaná a dostupná infraštruktúra,
- závod je ľahko dostupný po ceste aj železnici,
- časť stavebných materiálov a veľkých zariadení je možné dopraviť aj po Dunaji,
- v oblasti je v dôsledku špeciálnej úpravy úrovne terénu zabezpečená ochrana proti povodniam,
- meteorologické vlastnosti sú priaznivé,
- v 30 km okruhu od elektrárne - okrem mesta Paks - je hustota obyvateľstva nižšia od celonárodného priemeru,
- k vedeniam štátnej elektrizačnej sústavy sa dá pripojiť za priaznivých podmienok,
- v oblasti je zabezpečená pracovná sila so skúsenosťami v oblasti jadrovej energetiky,
- Mesto Paks poskytuje vďaka svojim prírodným a infraštrukturálnym danostiam dobré možnosti pre stavbárov a neskôr aj pre prevádzkovateľov.

Súlad závodu s geologickými požiadavkami a požiadavkami týkajúcimi sa jadrovej bezpečnosti bude posúdený a podrobne zdokumentovaný v rámci povoľovacieho konania výstavby, ktoré bude viesť OAH v súlade s Predpismi jadrovej bezpečnosti, ktoré tvoria prílohu Nariadenia vlády č. 118/2011. (VII. 11.) o požiadavkách týkajúcich sa jadrovej bezpečnosti jadrových zariadení a súvisiacich úradných činnostiach.

6 MOŽNÉ SPÔSOBY CHLADENIA KONDENZÁTOROV NOVÝCH BLOKOV JADROVEJ ELEKTRÁRNE

6.1 NÁROKY NA CHLADENIE KONDENZAČNÝCH ELEKTRÁRNÍ SLÚŽIACICH NA VÝROBU ELEKTRICKEJ ENERGIE, MOŽNOSTI CHLADENIA

V prípade kondenzačných elektrární slúžiacich na výrobu elektrickej energie sa väčšina tepla uvoľňujúceho sa z paliva podľa zákonov fyziky a v prípade jadrových elektrární z paliva, ktoré nemožno použiť na výrobu elektrickej energie, odvádza do prírodného prostredia ako konečného pohlcovača tepla. Dôvodom toho je, že kondenzátor nemožno schladiť pod aktuálnu teplotu okolia. To zároveň určuje aj efektívnosť cyklu.

V prípade moderných jadrových elektrární spĺňajúcich súčasnú úroveň technologického rozvoja sa napokon cca 65-67 % tepla uvoľneného v reaktore odvádza do prostredia s teplotou približujúcou sa aktuálnej teplote okolia.

Popri výrobe elektrickej energie v atómovej elektrárni sa tak v primárnom, ako aj v sekundárnom okruhu tvorí teplo, ktoré však nie je možné zužitkovať pri výrobe elektrickej energie a ktorého odvádzanie zabezpečujú chladiace systémy. Na odvádzanie nezužitkovateľného tepla vznikajúceho v primárnom okruhu jadrových elektrární slúži tzv. bezpečnostný chladiaci systém, na odvádzanie kondenzačného tepla z kondenzátora sekundárneho okruhu chladiaci systém kondenzátora a na odvádzanie tepla vznikajúceho v technologických systémoch sekundárneho okruhu technologický chladiaci systém.

V jadrovej elektrárni zabezpečuje viac ako 95 % chladiacich potrieb chladenie kondenzátora.

Za konečný pohlcovať tepla, ktoré má byť odvedené, sú v závislosti od vlastností daného závodu zohľadňované nasledovné možnosti:

- rieka s veľkým prietokom;
- väčšie jazero;
- more.

V prípadoch, kedy je v blízkosti elektrárne k dispozícii dostatočné množstvo vody, chladenie je riešené priamym prúdením dostupnej chladiacej vody cez kondenzátor, čiže tzv. chladením čerstvou vodou. Zohriata chladiaca voda sa bez výraznejšej kvantitatívnej straty privádza späť do mora alebo rieky.

V závodoch, v ktorých nie je k dispozícii dostatok zdrojov „čerstvej vody" pre potreby chladenia, použijú sa - suché alebo mokré - chladiace systémy s chladiacimi vežami. Chladiaca voda v prípade chladiacich veží cirkuluje medzi chladiacou vežou a kondenzátorom. V tomto prípade značnú časť odvádzaného tepla absorbuje teplo vyparovania vody, zvyšnú časť absorbuje vzduch prostredníctvom prenosu tepla.

Takmer 3/4 jadrových elektrární prevádzkovaných v súčasnosti používa chladenie čerstvou vodou, ostatné sú vybavené chladiacimi vežami. [23]

Hlavná technológia plánovaných nových jadrových blokov a väčšina podporných systémov a objektov závisí od prostredia výstavby iba v relatívne malej miere, chladiaci systém je však potrebné zvoliť podľa daného projektu s ohľadom na charakteristiky daného prostredia. Spôsob chladenia ovplyvňuje technické a ekonomické charakteristiky plánovaných nových jadrových blokov, ako aj ich vplyv na životné prostredie.

6.2 LEGISLATÍVNE RÁMCE A LIMITY VZŤAHUJÚCE SA NA TEPELNÉ ZAŤAŽENIE VODNÉHO PROSTREDIA

Zohriata voda vypustená do vodného prostredia (emisia tepla) môže ovplyvniť vodný život, ryby a iné vodné organizmy. Nepriaznivé vplyvy na vodnú faunu a flóru možno zmierniť znížením teploty privádzanej vody pred jej vypustením, respektíve zvýšením miery zmiešavania a tepelnej straty. Vplyvy možno regulovať limitnými hodnotami vypúšťaného tepla a kritériami vzťahujúcimi sa na zónu zmiešavania.

6.2.1 VŠEOBECNÉ PRAVIDLÁ TEPELNÉHO ZAŤAŽENIA VODNÉHO PROSTREDIA

6.2.1.1 Európska únia

Limity pre termické vypúšťanie stanovuje Príloha I Smernice Európskeho parlamentu a Rady 2006/44/ES:

- teplota meraná po prúde od bodu termického vypúšťania (na okraji zmiešavacej zóny) nesmie v prípade kaprových vôd prekročiť neovplyvnenú teplotu o viac ako 3 °C
- termické vypúšťanie nesmie v prípade kaprových vôd spôsobiť po prúde od bodu termického vypúšťania (na okraji zmiešavacej zóny) prekročenie teploty na hodnoty vyššie ako 28 °C

Z dôvodu nerovnomerného zmiešavania vypustenej vody sa môžu v rámci zmiešavacej zóny vytvoriť aj vyššie teplotné zóny. Hlavné faktory ovplyvňujúce zmiešavaciu zónu: teplota, rýchlosť a množstvo vypúšťanej vody.

6.2.1.2 Maďarsko

Všeobecné pravidlá upravuje Nariadenie vlády č. 220/2004. (VII. 21.) o pravidlách ochrany kvality povrchových vôd a Nariadenie KvVM č. 28/2004. (XII. 25.) o emisných limitoch látok znečisťujúcich vodu a pravidlách ich aplikácie. Limity tepelného zaťaženia vodného prostredia je potrebné vymedziť na základe samostatnej analýzy berúc do úvahy citlivosť a únosnosť prijímajúceho média a zachovanie dobrého chemického a ekologického stavu. Ani Nariadenie VM č. 10/2010. (VIII. 18.) o limitoch znečistenia povrchových vôd a pravidlách ich aplikácie nestanovuje limitné hodnoty pre termické vypúšťanie a tepelné zaťaženie.

Podľa Tabuľky č. 1 Prílohy č. 4 Nariadenia KvVM č. 6/2002. (XI. 5.) o limitných hodnotách znečistenia povrchových vôd používaných ako pitná voda, vyznačených ako zdroj pitnej vody alebo vyznačených pre zabezpečenie životných

podmienok rýb a o kontrole týchto hodnôt sú limitné hodnoty znečistenia vôd s rybami nasledovné:

Kvalitatívne		Pstruhové vody	Mrenové vody	Pleskáčové
Teplota*	°C	18	25	30
Zmena teploty**	°C	1,5	3	5

Poznámka:
* dočasné odchýlky od limitných hodnôt znečistenia vôd sú prípustné. (§ 12 ods. 1)
**: teplota meraná po prúde od bodu termického vypúšťania (na okraji zmiešavacej zóny) môže prekročiť neovplyvnenú teplotu najviac v uvedenej miere

9. tabuľka: Limity znečistenia pre vody s rybami

Do dnešného dňa prebehla kategorizácia iba v prípade niektorých povrchových vôd, ktoré sú vymenované v Prílohe č. 7 Nariadenia KvVM č. 6/2002. (XI. 5.) , Dunaj v tomto zozname nie je uvedený *(stav k 7. júnu 2014)*, preto sa nepovažuje za vodu s rybami. Zaradenie Dunaja, respektíve jednotlivých úsekov Dunaja môžu odôvodniť hodnotenia ekologických vplyvov.

Povoľovacia prax

Inšpektoráty počas povoľovacích konaní tradičných elektrární stanovia povolený rozdiel medzi teplotou odčerpanej a vypúšťanej vody (ΔT_{max}), maximálnu povolenú teplotu vypúšťanej vody (T_{max}), prírastok teploty po zmiešavaní (ΔT) a miesto kontroly teploty.

6.2.2 REGULÁCIA TÝKAJÚCA SA TEPELNÉHO ZAŤAŽENIA JADROVÝCH ELEKTRÁRNÍ

6.2.2.1 Členské krajiny Európskej únie

V prípade vybraných členských štátov sa môžeme stretnúť s nižšie uvedenými predpismi. [24]

Fínsko

Vo Fínsku neexistuje samostatný predpis upravujúci termické vypúšťanie jadrových elektrární, limity stanovujú príslušné úrady v závislosti od lokálnych špecifík daného projektu.

Vo Fínsku v súčasnosti fungujú dve jadrové elektrárne - Olkiluotoaa Loviisa, ktoré používajúchladenie morskou vodou. V prípade Olkiluoto je limit vypúšťania 30 °C (týždenný variabilný priemer), vo vzdialenosti 500 metrov od kanálu vypúšťania.

Loviisa je limit v bode vypúšťania 34 °C (hodinový priemer).

Nemecko

V Nemecku nemôže byť rozdiel medzi teplotou odčerpanej a vypúšťanej vody viac ako 10 C. Maximálna teplota vypúšťanej vody závisí od spôsobu chladenia, pri chladení čerstvou vodou je limit 30 °C, chladiacou vežou s otvoreným systémom 33 °C, chladiacou vežou s uzavretýmsystémom 35 °C.

Množstvo odčerpanej vody nemôže presiahnuť 1/3 najmenšieho prietoku.

Švédsko

Vo Švédsku neexistuje samostatná regulácia týkajúca sa prietoku vody, množstvo odčerpávanej vody a termické vypúšťanie, limity stanovujú príslušné úrady v závislosti od lokálnych špecifík daného projektu.

Množstvo vody odčerpávanej jadrovými elektrárňami sa spravidla pohybuje okolo 200 m^3/s (na jeden závod), povolený prírastok teploty je 10 °C.

6.2.2.2 Maďarsko

Právny predpis upravujúci tepelné zaťaženie systému chladenia čerstvou vodou

Predpisy týkajúce sa ochrany povrchových vôd a vodných útvarov proti tepelnému znečisteniu sú definované v § 10 ods. (1) Nariadenia KöM č. 15/2001. (VI. 6.) ovypúšťaní rádioaktívnych látok do ovzdušia a vôd počas používania jadrovej energie a ich kontrole.

10. § (1) V prípade prioritných zariadení nesmie byť rozdiel

a) medzi teplotou vypúšťanej a prijímajúcej vody kvôli ochrane povrchových vôd a vodných útvarov proti tepelnému znečisteniu viac ako 11 °C, respektíve ak je teplota prijímajúcej vody menej ako +4 °C, nemôže byť viac ako 14 °C;

b.) teplota prijímajúcej vody v ktoromkoľvek bode 500 metrového úseku od bodu vypúšťania v smere toku nemôže presiahnuť 30 °C.

Ostatné obmedzenia tepelného zaťaženia z hľadiska ochrany kvality vôd stanovuje inšpektorát na základe § 66 ods. (1) zákona číslo LIII z roku 1995 o všeobecných pravidlách ochrany životného prostredia v povoľovacom konaní týkajúcom sa využívania životného prostredia.

Právny predpis upravujúci tepelné zaťaženie systému chladenia chladiacimi vežami

Neexistuje žiadny právny predpis obmedzujúci tepelné zaťaženie vzduchu, ako ani ukazovateľ pre ochranu čistoty ovzdušia alebo limit pre hodnotenie vplyvov tvorby a kondenzácie pary.

6.3 POTENCIÁLNE SPÔSOBY CHLADENIA V ZÁVODE V PAKSI

Analýzy potenciálnych spôsobov chladenia použiteľných v nových jadrových blokoch plánovaných v závode v Paksi boli vykonané v rámci samostatných prieskumov. Cieľom analýz bol výber spôsobu chladenia, ktorý možno za daných okolností a podmienok životného prostredia ekonomicky zrealizovať a prevádzkovať s najlepším možným technickým riešením a účinnosťou a ktorý bude počas celej doby plánovanej prevádzky spĺňať predpisy týkajúce sa ochrany životného prostredia.

Potenciálne spôsoby chladenia v závode v Paksi môžeme v zásade rozdeliť na chladenie čerstvou vodou a chladenie pomocou chladiacich veží. V analýzach boli podrobne posudzované dve alternatívy, a to ***systém chladenia čerstvou vodou*** s použitím vody z Dunaja a ***systém chladenia pomocou mokrých chladiacich veží***, ktoré sú od Dunaja nezávislé.

6.3.1 CHLADENIE ČERSTVOU VODOU

V prípade chladenia čerstvou vodou – podobne ako v prípade momentálne používaného spôsobu v štyroch blokoch jadrovej elektrárne Paks – sa potrebné teplo odvádza prevedením vody odčerpanej z Dunaja cez kondenzátor. Voda z rieky Dunaj sa v prípade tohto spôsobu chladenia odčerpáva čerpadlami prečerpávacej stanice, následne sa cez príslušné filtre a potrubia privádza až k turbínovej strojovni bloku. Chladiaca voda prúdi cez kondenzátor, následne sa zohriata chladiaca voda cez kanálteplej vody a príslušného zariadenia dostáva späť do Dunaja.

Systém chladenia čerstvou vodou bol posudzovaný z hľadiska technických, ekonomických a environmentálnych kritérií vo viacerých prieskumoch. Tieto prieskumy sa v podstate zaoberali možnosťami odčerpávania chladiacej vody z Dunaja, jej prívodu k blokom a spätného odvádzania zohriatej chladiacej vody do Dunaja, ďalej technickými riešeniami súvisiacimi s vypúšťaním zohriatej chladiacej vody späť do Dunaja.

6.3.1.1 Verzie dodávky chladiacej vody

Z technického hľadiska je cieľom zabezpečiť dostatočné množstvo chladiacej vody berúc pri tom do úvahy špecifiká Dunaja, rôzne hladiny, prietok a teplotu vody. Potenciálnymi miestami odčerpávania vody sú breh Dunaja alebo záliv existujúceho kanála studenej vody v jadrovej elektrárni Paks. Keďže závod jadrovej elektrárne Paks bol zvolený tak, aby bolo možné postaviť ďalšie jadrové bloky, aj z hľadiska hospodárnej dodávky chladiacej vody je cieľom, aby sme v najväčšej možnej miere využili danosti závodu a existujúce objekty.

Aj kvôli environmentálnym aspektom je po nevyhnutnej prestavbe účelné použiť existujúce zariadenia. V záujme toho, aby boli územia Natura 2000 zasiahnuté novými trasami a výstavbou iba v riadne odôvodnených prípadoch, pri vyznačovaní verzií sa musíme usilovať o to, aby bola dotknutosť území Natura 2000 minimálna.

Najdôležitejšie alternatívy odčerpávania a dodávky chladiacej vody sú nasledovné:

- Zásobovanie chladiacou vodou prostredníctvom prečerpávacej stanice na brehu Dunaja
- Zásobovanie chladiacou vodou prostredníctvom prečerpávacej stanice v zálive (zvolená verzia)

Hodnotenie

Dodávka chladiacej vody zo zálivu je z hľadiska výstavby, ako aj prevádzkovania priaznivejšia ako dvojstupňový systém chladenia čerstvou vodou.

Z environmentálneho hľadiska je najpriaznivejšia alternatíva s najnižšou vlastnou spotrebou elektrickej energie, keďže každú jednotku elektrickej energie spotrebovanú na vlastnú spotrebu je potrebné v nejakej inej elektrárni vyrobiť. Najpriaznivejšia zvažovaná alternatíva je zásobovanie chladiacou vodou zo zálivu.

Z hľadiska vplyvov na prírodu je v prípade dvojstupňovej dodávky chladiacej vody dotknutý kvôli odčerpávaniu vody z brehu Dunaja aj úzky pás územia Natura 2000, čo v porovnaní s dodávkou chladiacej vody zo zálivu predstavuje ďalšiu nevýhodu.

Na základe vykonaných prieskumov bol s ohľadom na technické, ekonomické a environmentálne aspekty, ako aj aspekty ochrany životného prostredia zvolený systém odčerpávania a dodávky chladiacej vody zo zálivu.

6.3.1.2 Alternatívy odvádzania zohriatej chladiacej vody a jej prívodu do Dunaja

Počas analýzy možností odvádzania zohriatej vody (ďalej len: teplá voda) z blokov k hrádzi s regulovaním hladiny, odtiaľ k Dunaju a následne jej vypustenia do Dunaja a porovnania jednotlivých alternatív bolo dôležitým kritériom obídenie bezpečnostných systémov blokov prevádzkovaných v jadrovej elektrárni Paks.

V spojitosti s prívodom teplej vody od hrádze k Dunaju bolo posúdené aj využitie existujúceho teplovodného kanála. Bolo zistené, že by bolo účelné použiť tento existujúci teplovodný kanál.

Hlavné alternatívy prívodu teplej vody do Dunaja sú nasledovné:

- prívod na ľavom brehu Dunaja,
- prívod za plavebnou trasou Dunaja na úrovni dna koryta,
- prívod na pravom brehu Dunaja (zvolená verzia).

Alternatíva prívodu na ľavom brehu Dunaja bola kvôli nepriaznivým podmienkam zmiešavania a v porovnaní s ostatnými alternatívami vysokým investičným nákladom vyradená.

Prívod za plavebnou trasou Dunaja je zrealizovateľný, podmienky zmiešavania sú v prípade prívodu teplej vody priaznivé, ale takýto prívod si vyžaduje niekoľko významnejších a nákladných technických riešení na vytvorenie diela na reguláciu prehlbovania koryta Dunaja. Za súčasných podmienok môže byť prívod teplej vody za plavebnou trasou popri prívode na pravom brehu Dunaja iba doplňujúcim riešením.

Z podrobne skúmaných potenciálnych alternatív prívodu teplej vody na pravom brehu Dunaja sú dôležitejšie nasledovné:

- prívod cez existujúce zariadenie na štiepenie energie a nový južný bočný kanál odbočujúci z teplovodného kanála,
- prívod cez existujúce zariadenie na štiepenie energie a severným odbočením teplovodného kanála, cez novovybudované dielo na prívod vody do Dunaja (zvolená alternatíva)

Hodnotenie

Na prívod teplej vody nových jadrových blokov do Dunaja je tak z hľadiska výstavby, ako aj prevádzkovania priaznivejšie severné odvetvenie z existujúceho teplovodného kanála ako prívod južným bočným kanálom.

Z environmentálneho hľadiska je priaznivejšia alternatíva so zmiešavaním vypúšťanej teplej vody na pravej strane Dunaja. Z tohto hľadiska je alternatíva severného odvetvenia podstatne lepšia, keďže na tomto úseku sú lepšie podmienky zmiešavania.

Z hľadiska vplyvov na prírodu je taktiež priaznivejšie severné odvetvenie, keďže územia Natura 2000 sa dotýka iba v jednom úzkom páse, čo v porovnaní s južným bočným kanálom predstavuje významnú výhodu.

Na základe vykonaných prieskumov bola s ohľadom na technické, ekonomické a environmentálne aspekty, ako aj aspekty ochrany životného prostredia zvolená na prívod teplej vody do Dunaja alternatíva severného odvetvenia z existujúceho teplovodného kanála.

Takýmto spôsobom možno pomocou severného odvetvenia vytvoreného na území ohraničenom existujúcim studenovodným a teplovodným kanálom, respektíve inštaláciou nového zariadenia na prívod teplej vody (napr. rekuperačnej elektrárne) popri minimálnej dotknutosti území Natura 2000 zlepšiť zmiešavanie vypúšťanej teplej vody v Dunaji.

6.3.1.3 Prívod zohriatej chladiacej vody v letnom období

V lete, keď teplota vody Dunajaje vyššia ako 25 °Ca zároveň je prietok Dunaja na úrovni stredného prietoku, k dodržaniu teplotného limitu predpísaného pre 500 metrový úsek za miestom vypúšťania teplej vody T_{max}=30 °C môže byť potrebné použitie doplnkového riešenia, so zvláštnym zreteľom na časom stúpajúcu teplotu pozadia vody Dunajav dôsledku klimatických zmien.

Možnosti skúmané v záujme dodržania predpisov ochrany životného prostredia boli nasledovné:

- Obmedzenie elektrického výkonu bloku,
- Primiešanie studenej chladiacej vody,
- Použitie doplnkového chladenia.

Základom analýz je schladenie 500 metrového úseku Dunaja za miestom prívodu teplej vody (pochádzajúce zo zmiešavania) o 3 °C, v dôsledku čoho bude maximálne povolená teplota teplej vody v mieste prívodu 33 °C.

Obmedzenie elektrického výkonu bloku

V prípade použitia tohto riešenia bude maximálne povolená teplota zohriatej chladiacej vody udržiavaná prostredníctvom obmedzovania elektrického výkonu jadrového bloku. Znížením elektrického výkonu sa znižuje aj množstvo tepla odvádzaného z kondenzátora, v dôsledku čoho sa v prípade rovnakého hmotnostného prietoku znižuje aj miera otepľovania chladiacej vody.

Primiešanie studenej chladiacej vody

Pri tejto alternatíve chladenia je maximálna povolená teplota zohriatej chladiacej vody udržiavaná primiešaním dodatočnej vody z Dunaja zo studenovodného do teplovodného kanála, obchádzajúcej kondenzátory turbín. Dodatočnú chladiacu vodu potrebnú na primiešanie k studenej vode zabezpečuje čerpadlo umiestnené v prečerpávacej stanici, ktoré po odstavení momentálne prevádzkovaných blokov možno nahradiť aj čerpadlami existujúcej prečerpávacej stanice. Chladiaca voda zohriata v kondenzátore a studená voda primiešaná v potrebnej miere sa do Dunaja vracia cez existujúci teplovodný kanál a príslušné zariadenie zlepšujúce zmiešavanie v mieste prívodu do Dunaja.

Použitie doplnkového chladenia

Pri použití doplnkového chladenia sa maximálna povolená teplota zohriatej chladiacej vody udržiava schladzovaním zohriatej chladiacej vody opúšťajúcej kondenzátory turbín prostredníctvom chladiacej veže s umelým ťahom. Množstvo prevedené cez doplnkové chladiace zariadenie je možné optimalizovať. Chladiaca voda prevedená cez kondenzátor a schladená pomocou doplnkového chladenia sa do Dunaja vracia cez existujúci teplovodný kanál a príslušné zariadenie zlepšujúce zmiešavanie v mieste prívodu do Dunaja.

Hodnotenie

Všetky skúmané doplnkové riešenia sú vhodné na to, aby mohla byť teplota zohriatej chladiacej vody privádzanej späť do Dunaja udržaná do žiadaných 33 °C.

Obmedzujúcim faktorom spätného zaťaženia elektrárne Paks II. je minimálne prípustné čiastkové zaťaženie blokov v miere 50 %, odčerpávanie chladiacej vody pri minimálnom prietoku Dunaja súbežne pre jadrovú elektráreň Paks a Paks II., možnosť rozšírenia spoločných zariadení a za obmedzenie dodatočného chladenia možno považovať hluk. Tieto obmedzujúce faktory však z technického hľadiska neznemožňujú žiadnu z uvedených alternatív.

Prieskumy poukázali na to, že opísané tri riešenia majú z technického, ekonomického aj environmentálneho hľadiska viacero výhod, ale podľa súčasných znalostí a na základe výsledkov nákladových kalkulácií, ako aj z

environmentálneho hľadiska predstavuje optimálne riešenie dočasné zníženie elektrického výkonu bloku, keďže nie je spojené s dodatočnými emisiami a obsadením dodatočného územia. [25]

6.3.2 CHLADIACI SYSTÉM S CHLADIACIMI VEŽAMI

V prípade použitia chladiaceho systému s mokrými chladiacimi vežami inštalovanými v blízkosti existujúceho teplovodného kanála elektrárne sa teplo v rozhodujúcej miere vypúšťa do ovzdušia. Chemicky ošetrenou vodou odčerpávanou z Dunaja a je potrebné zabezpečiť iba náhradu strát dôsledku odparovania, unášania kvapiek a odkalovania.

V prípade systému s mokrými chladiacimi vežami je chladiaca voda prúdiaca cez kondenzátor nachádzajúci sa nad parnou turbínou privádzaná späť do chladiacej veže a pomocou postrekovacieho systému sa rovnomerne rozkladá na chladiacich vložkách. Vodná vrstva, ktorá sa vytvorí na chladiacej vložke, sa vplyvom vyparovania z vodnej vrstvy do okolitého vzduchu prúdiaceho v chladiacej vložke, opätovne ochladí. Na drastické zníženie miery unášania kvapiek, ku ktorému dochádza počas prúdenia vo vlhkej chladiacej vložke, sa v každom modernom mokrom chladiacom systéme používa zachytávač kvapiek nachádzajúci sa nad chladiacimi vložkami, respektíve nad dýzami. Schladená chladiaca voda sa z chladiacej vložky dostáva späť do nádrže chladiacej vody, odkiaľ ju obehové čerpadlá odvádzajú späť ku kondenzátorom. V dôsledku odparovania sa v chladiacej vode zvyšuje obsah soli. Aby sa nevytvorila nadmerná koncentrácia, časť chladiacej vody sa odkaluje a nahradzuje ošetrenou čerstvou vodou. Zároveň je potrebné nahradiť aj stratu vody vznikajúcu v dôsledku unášania kvapiek. Proti usadzovaniu solí a rias na vlhkých povrchoch je chladiaca voda používaná v systéme chladenia chemicky ošetrovaná a pre zabránenie usadzovania rias a mäkkýšov sú do nej pridávané biocídy.

6.3.2.1 Analýza alternatív chladenia prostredníctvom chladiacich veží

Na analýzu potenciálnych spôsobov chladenia pomocou chladiacich veží použiteľných v nových jadrových blokoch plánovaných v závode v Paksi boli vykonané samostatné prieskumy, [26], [27], [28]. Alternatívy boli podrobne posúdené podľa technických, ekonomických a environmentálnych kritérií, ako aj z hľadiska ich spoločenskej prijateľnosti. Počas toho boli v rámci systémov chladiacich veží podrobne analyzované nasledovné technické alternatívy:

- Mokrá chladiaca veža s prirodzeným ťahom (~186 m vysoká),
- Chladenie pomocou mokrej chladiacej veže s prirodzeným ťahom a s výškou obmedzenou na 100 m,
- Chladenie pomocou mokrej ventilátorovej chladiacej veže s prirodzeným ťahom,
- Hybridné (mokré/suché) chladenie chladiacimi vežami.

Najdôležitejšie technické parametre skúmaných alternatív pre výkon 2 x 1 200 MW_e sú uvedené v nasledovnej tabuľke.

pre blok s elektrickým výkonom 2 x 1200 MW	**S prirodzeným ťahom**	**S prirodzeným ťahom a obmedzenou výškou**	**S prirodzeným ťahom a ventilátorom**	**Hybridné (mokré/suché) chladenie chladiacimi vežami**
Počet chladiacich veží [ks]	2x1	2x5	2x1	2x1
Výška chladiacej veže [m]	186	100	70	60
Priemer základne chladiacej veže [m]	136,5	88	150	160
Priemer hrdla chladiacej veže [m]	77,5	60	95	74
Čistá základná plocha chladiacich veží (dva bloky) [m^2]	30 000	61 000	36 000	40 000
Cirkulačný objemový prietok chladiacej vody [m^3/h]	2 x 136 820	2 x 5 x 27 364	2 x 136 820	2 x 136 820
Náhradná chladiaca voda [m^3/h]	≈ 2 x 2 900	≈ 2 x 2 900	≈ 2 x 2 900	≈ 2 x 2 600

10. tabuľka: Technické údaje mokrých chladiacich systémov s chladiacimi vežami

6.3.2.1.1 Emisie odpadového tepla

Na základe odbornej literatúry možno pravdepodobnosť vplyvu vypúšťania odpadového tepla a vlhkosti z chladiacich veží na ovzdušie určiť predovšetkým na lokálnej úrovni, za určitých poveternostných podmienok sa môže zvýšiť pravdepodobnosť výskytu niektorých meteorologických javov (zvýšenie relatívnej vlhkosti, zníženie viditeľnosti, hmla, dážď, námraza), môžu mať vplyv na tvorbu oblačnosti a zrážok (napr. sneženie), môžu zmeniť miesto vzniku prehánok a čas výskytu zrážok. V dlhodobejšom horizonte by mohli mierne ovplyvniť mikroklímu prostredia vypúšťania. Chladiace veže podľa našich súčasných poznatkov nemajú žiadny globálny vplyv.

Ochranný les vytvorený v blízkosti priemyselnej oblasti a zelená plocha so zvýšenou biologickou aktivitou sčasti kompenzujú vplyv tepelného ostrova. Tieto riešenia sa odporúčajú nielen z klimatického hľadiska, ale sú vhodné aj na zníženie iných zaťažení životného prostredia (znečistenie ovzdušia, hluk) a čiastočné odkrytie vizuálnych efektov. V zimnom období môže operatívne použitie preventívneho posýpania a varovných meteorologických predpovedí znížiť škody spojené so zvýšenou námrazou.

Vypúšťanie odpadových vôd zo systémov chladiacich veží môže pochádzať z kontinuálneho odkalovania nádrže chladiacej veže a z odpadových vôd prípravných technológií náhradnej chladiacej vody. Vypúšťané odpadové vody obsahujú soli z chemikálií použitých na ošetrenie chladiacej vody prúdiacej v systéme chladiacich veží, respektíve chemikálie a regeneráty používané na prípravu náhradnej chladiacej vody.

6.3.2.1.2 Analýza skúmaných riešení chladenia z hľadiska ochrany krajinného obrazu

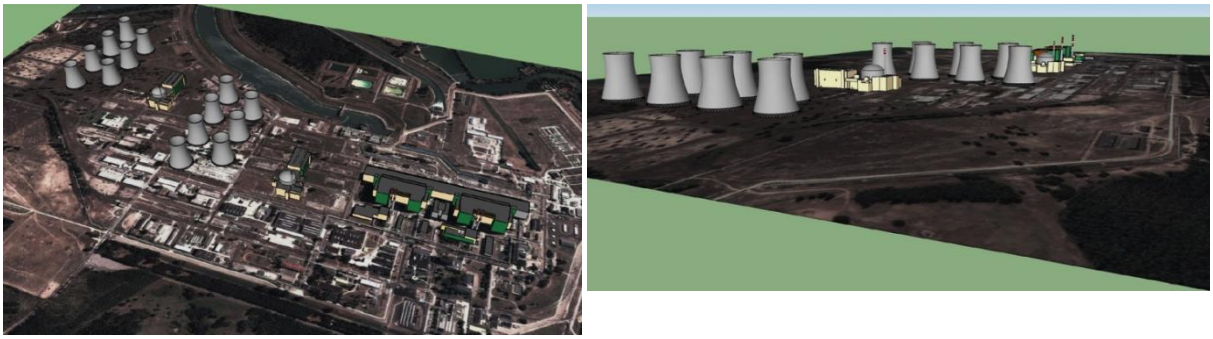
Analýza skúmaných riešení chladenia z hľadiska ochrany krajinného obrazu a ich prispôsobenia krajinnému obrazu bola uskutočnená v prvom polroku 2012, na najnepriaznivejšiu alternatívu 2 x 1 600 MW. Výsledky tejto analýzy sú platné aj pre momentálne skúmanú alternatívu 2 x 1 200 MW s tým rozdielom, že k 2 x 1 600 MW by bolo potrebné inštalovať 2x7 ks, k 2 x 1 200 MW 2 x 5 ks mokrých chladiacich veží s prirodzeným ťahom.

Chladenie pomocou mokrej chladiacej veže s prirodzeným ťahom

Z hľadiska vplyvov na krajinný obraz a prispôsobenia ku krajinnému obrazu sú 2 ks 186 m vysokých mokrých chladiacich veží s prirodzeným ťahom kvôli ich významnému vplyvu na krajinný obraz mimoriadne problémové, čo platí aj v prípade mokrých chladiacich veží s prirodzeným ťahom s výškou obmedzenou na 100 m.

Prispôsobenie mokrej chladiacej veže s prirodzeným ťahom krajinnému obrazu je prakticky nemožné, jej vizuálny efekt je mimoriadne výrazný, doma ani v Európe sme nenašli žiadny príklad, ktorého množstvo a rozmery by sa podobali tomuto systému.

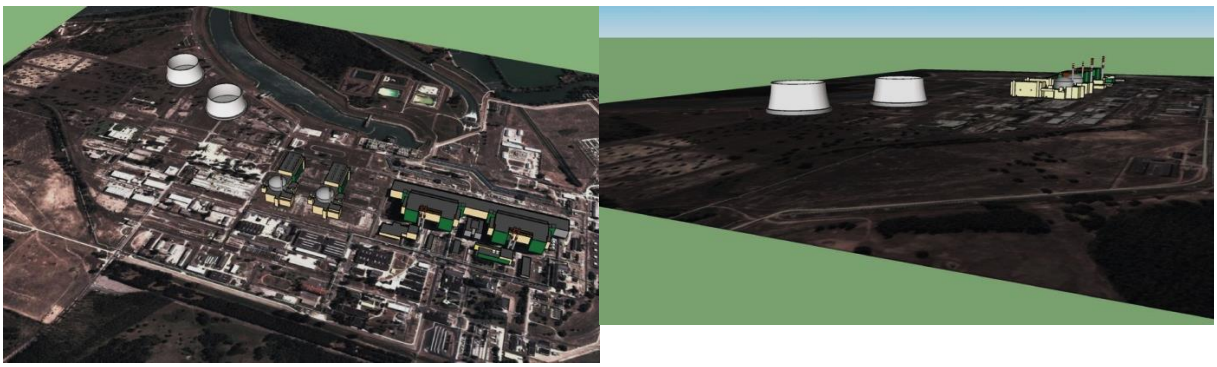
Chladenie pomocou mokrej chladiacej veže s prirodzeným ťahom a s výškou obmedzenou na 100 m



28. obrázok: Mokrá chladiaca veža s prirodzeným ťahom, s výškou obmedzenou na 100 m - vizuálny plán (letecká snímka a bočný pohľad)

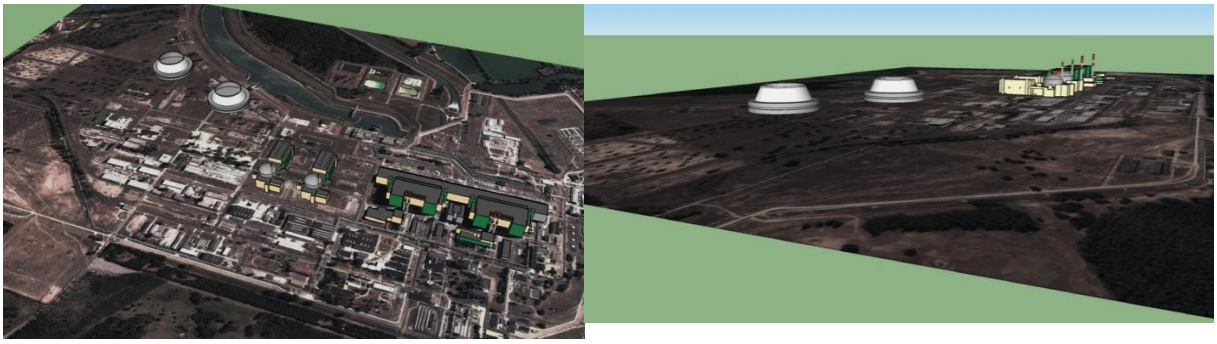
2 ks mokrých ventilátorových chladiacich veží s prirodzeným ťahom a 2 ks hybridných mokrých ventilátorových chladiacich veží je možné prispôsobiť krajinnému obrazu, nevykazujú značné rozdiely. V prípade o niečo nižšej hybridnej chladiacej veže je obmedzenejšia viditeľnosť oblaku pary o niečo výhodnejšia, veža by však obsadila väčšiu plochu.

Chladenie pomocou mokrej ventilátorovej chladiacej veže s prirodzeným ťahom



29. obrázok: Mokrá ventilátorová chladiaca veža s prirodzeným ťahom - vizuálny plán (letecká snímka a bočný pohľad)

Hybridné (mokré/suché) chladenie chladiacimi vežami



30. obrázok: Hybridná ventilátorová chladiaca veža - vizuálny plán (letecká snímka a bočný pohľad)

6.3.3 ANALÝZA NÁKLADOV A VÝNOSOV CHLADENIA ČERSTVOU VODOU A CHLADIACIMI VEŽAMI

Investičné a prevádzkové náklady dvoch alternatív môžeme odhadnúť, ale predpovedanie ich spoločensko-ekonomických a environmentálnych vplyvov je komplikovaný, presné prínosy je ťažké vyčísliť. Z tohto dôvodu boli pri obidvoch alternatívach zvolené také technické riešenia, s ktorými majú riziká podľa možností rovnakú mieru a platné environmentálne predpisy sú rovnako dodržateľné. Hoci ich vplyvy na životné prostredie sú odlišnej povahy, ale podľa súčasných poznatkov môžeme spoločenské vplyvy považovať za rovnaké. Na základe uvedeného možno pri podobnej úrovni rizík a dodržateľných predpisov zvoliť z dvoch alternatív menej nákladné riešenie.

Na základe vykonaných prieskumov môžeme konštatovať, že systém mokrých chladiacich veží, ako aj systém chladenia čerstvou vodou je zrealizovateľný, pomocou príslušných technických podmienok možno dodržať všetky platné environmentálne predpisy, riziká zohľadnené v prípade jednotlivých alternatív sú riešiteľné a jednotlivé riešenia možno z ekonomického hľadiska príslušne zaradiť.

Z technického hľadiska sú účinnosť plánovaných nových jadrových blokov a množstvo vyrobenej elektrickej energie vyššie pri systéme chladenia čerstvou vodou ako v prípade chladenia pomocou chladiacich veží. Ďalšou výhodou použitia systému chladenia čerstvou vodou podobného systému chladenia existujúcich blokov sú aj doteraz získané skúsenosti s prevádzkou takéhoto systému.

Mrznutie pary vypúšťanej z chladiacej veže v zimnom období môže spôsobiť škody na zastavanom prostredí a je nebezpečný aj pre životné prostredie.

Z hľadiska realizácie sa systém chladenia čerstvou vodou skladá v podstate zo zariadení, v prípade ktorých sú k dispozícii domáce stavebné a realizačné skúsenosti. V Maďarsku ešte nebol realizovaný podobný systém s mokrými chladiacimi vežami s prirodzeným ťahom.

Z environmentálneho hľadiska je použitie chemikálií v prípade systému chladenia čerstvou vodou minimálne respektíve žiadne, v prípade systému chladiacich veží však značné z dôvodu prípravy náhradnej chladiacej vody a chemické kondicionovanie chladiacej vody prúdiacej v systéme chladenia.

Z hľadiska vplyvov na životné prostredie je prispôsobenie chladiacich veží krajinnému obrazu aj v prípade obmedzenej výšky menej priaznivé kvôli vyššiemu počtu kusov. Zaťaženie hlukom, ako aj investičné a prevádzkové náklady ventilátorových chladiacich veží sú podstatne vyššie.

Z ekonomického hľadiska môžeme konštatovať, že náklady systému chladiacich veží sú počas celkovej životnosti vyššie ako v prípade chladenia čerstvou vodou.

Na základe vykonaných prieskumov bol podobne ako v prípade súčasných štyroch blokov zvolený systém chladenia čerstvou vodou. [28]

7 CHARAKTERISTIKY A ZÁKLADNÉ ÚDAJE JADROVEJ ELEKTRÁRNE PAKS II. PLÁNOVANEJ V ZÁVODE V PAKSI

7.1 VÝVOJ RUSKÝCH BLOKOV VVER

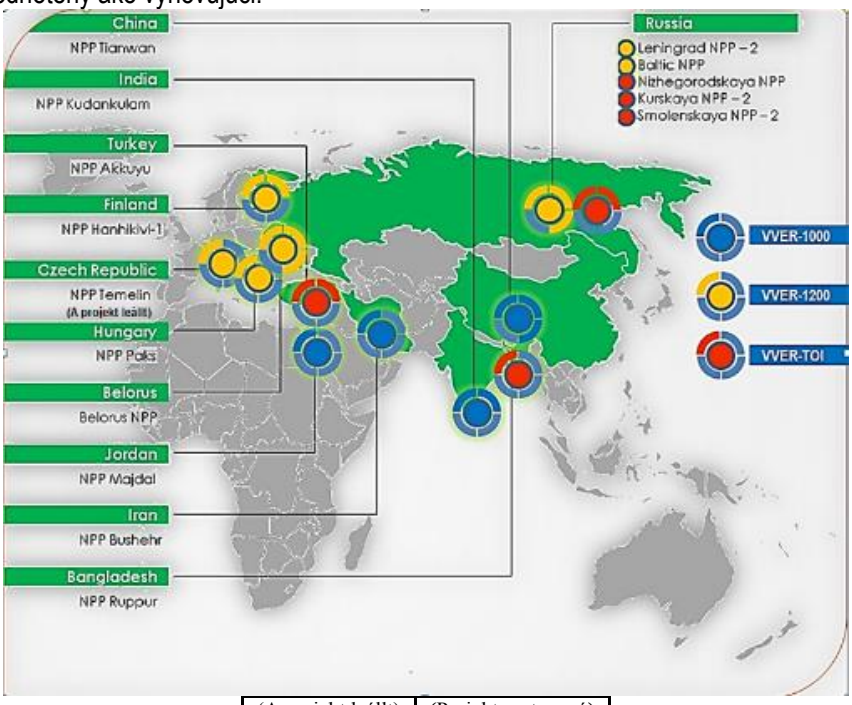
U ruského výrobcu je v súčasnosti dostupný typ bloku III.+ generácie VVER-1200.

Termický výkon bloku je 3200 MW, hrubý elektrický výkon 1200 MW, okrem toho disponuje kapacitou diaľkového tepla 300 MW.

K dispozícii je viacero alternatív bloku, rozdiely medzi jednotlivými typmi sú výsledkom rozličných bezpečnostných systémov navrhnutých rôznymi hlavnými projektantmi na základe odlišnej filozofie (MIR-1200 – petrohradský projekt, AES-2006 – moskovský projekt).

V prípade bloku VVER-1200 boli vykonané zlepšenia z ekonomického hľadiska (jednotkový výkon, účinnosť) a z hľadiska disponibility (napr. 92 %-ný faktor využitia výkonu, dosiahnutie 60-ročnej životnosti). Popri bezpečnostných zmenách došlo aj k vylepšeniu činnosti hlavných cirkulačných čerpadiel (vylúčením olejového mazania), zavedenie nového paliva obsahujúceho vyhoretý jed[4], zlepšenie spoľahlivosti parných generátorov. V novopostavených blokoch používajú integrovanú riadiacu techniku fungujúcu na digitálnej báze.

V dôsledku dôsledného uplatnenia medzinárodne prijatých bezpečnostných noriem a odporúčaní EUR bol blok VVER-1200 vyhodnotený ako vyhovujúci.



(A projekt leállt)	(Projekt zastavený)

31. obrázok: Rozostavané a plánované ruské bloky VVER [7]

[4] Reaktorové prvky sú jedy pohlcujúce neutróny (znižujúc tým faktor násobenia) bez toho, aby prispeli k reťazovej reakcii.

V ruskej federácii v súčasnosti prebieha výstavba blokov typu VVER-1200, a to dvoch kusov v Leningradskej elektrárni (Sosnovyj Bor) a dvoch kusov v Novovoronežskej elektrárni, ich uvedenie do prevádzky sa predpokladá v rokoch 2018 a 2019.

V Ruskej federácii by sa mala pomocou blokov VVER-1200 významne rozšíriť jadrová kapacita, podľa plánov bude do roku 2020 zriadená kapacita 20 000 MWe (17 ks blokov). [29]

7.2 CHARAKTERISTIKA RUSKÝCH BLOKOV PLÁNOVANÝCH V ZÁVODE V PAKSI

7.2.1 HLAVNÉ TECHNICKÉ PARAMETRE

Hlavné technické parametre blokov VVER-1200 sú uvedené v nasledovnej tabuľke:

Tepelný výkon reaktora	3 200 MW_{th}
Potenciálny čistý výkon (závisí od zvolených technológií sekundárneho okruhu)	1113 MW_e
Prevádzková doba	60 rokov
Faktor využitia plánovaného výkonu	>90 %
Plánovaný ročný výpadok kvôli generálnej oprave	20 dní
Vlastná spotreba	7,1 %
Typ použiteľného paliva	UO_2
Palivový cyklus, čas strávený jednou kazetou v reaktore	54 mesiacov (3 x 18 mesiacov)
Trvanie kampane	18 mesiacov
Spotreba paliva	40,58 t UO_2 / 18 mesiacov
Spotreba palivových článkov (palivo + kazeta)	56,4 t / 18 mesiacov
Počet čerstvých kaziet pri prekladaní (rovnovážny)	76 ks
Priemerné obohacovanie čerstvých kaziet	4,95 % (^{235}U)
Priemerné vyhorenie v palive	47,5 MWdeň / kgU
Regulovateľnosť	od 50 % do 100 %, ročne max. 250 ks
Počet slučiek a hlavných obehových čerpadiel (HOČ)	4, 4 HOČ
Tlak v primárnom okruhu	162 barov
Vstupná/výstupná teplota reaktora	298,2 / 328,9 °C
Parný generátor	4 ks, horizontálne
Výstupný tlak generátora pary	62,7 barov
Celkový prietok chladiacej kvapaliny v primárnom okruhu	86 000 m^3/h

11. tabuľka: Hlavné technické charakteristiky bloku VVER-1200 [13], [30], [31]

7.2.2 BEZPEČNOSTNÉ CIELE A PROJEKTOVÉ RIEŠENIA

Bezpečnostný cieľ	**Projektové riešenia alebo postupy na zmiernenie následkov použité za účelom dosiahnutia cieľa**
Riešenie prevádzkových porúch patriacich do rozšíreného projektového základu	– Dvojvrstvový kontajnment – Chladiaci systém – Chladiaci systém kontajnmentu – Rekombinátory vodíka – Pasca na roztavenú zónu
Prevencia vysokotlakových procesov spôsobujúcich predčasnú poruchu kontajnmentu	– Tlakové redukčné ventily –Chladiaci systém
Spracovanie vytvoreného vodíka	– Rekombinátory
Stabilizácia a chladenie roztavenia zóny	– Pasca na roztavenú zónu
Redukcia tlaku v kontajnmente	– Veľké chladiče (0 až 24 hodín) – Mobilné zariadenia (24 až 72 hodín)

12. tabuľka: Projektové riešenia alebo postupy na zmiernenie následkov použité za účelom dosiahnutia cieľa [13], [30]

Jadrové systémy bloku sa nachádzajú v dvojvrstvovom kontajnmente. Vnútorná stena zabezpečuje hermetické uzavretie kontajnmentu, kým vonkajšia stena chráni hermetický priestor proti vonkajším vplyvom (napr. náraz lietadla). Spodná časť kontajnmentu funguje ako pasca na roztavenú zónu.

Bezpečnostné systémy - každý s kapacitou 100 % - boli umiestnené do štyroch nezávislých kanálov. Príkon každého kanálu je zabezpečovaný samostatným 7,5 MW dieselovým generátorom.

V prípade prevádzkových porúch sú popri systémoch zabezpečujúcich chladenie reaktora a primárneho okruhu k dispozícii aj 4 ks vysokotlakových hydroakumulátorov, ktorých úlohou je udržiavanie vodou zakrytého stavu aktívnej zóny aj bez zásahu operátora v počiatočných fázach prevádzkových porúch s vysokými stratami tepelných nosičov primárneho okruhu dovtedy, kým aktívne systémy havarijných chladiacich systémov zóny (HCcSZ) nevykonajú svoju úlohu.

7.3 PALIVO

Plánované palivo súvisiace s blokmi jadrovej elektrárne, ktorých výstavba je naplánovaná v obci Paka, predstavuje obohatený urán-dioxid.

Preprava paliva sa bude v súlade s príslušnými právnymi predpismi realizovať v kontajneroch, predovšetkým železničnou prepravou.

Prvá časť paliva bude na príslušné miesto prepravená približne 1-1,5 roka pred spustením komerčnej prevádzky. Čerstvé palivo potrebné na doplnenie toho vyhoreného (prekládka) bude prepravované každých 18 mesiacov po dobu 60 rokov trvajúcej prevádzky. V podobe strategických zásob bude na prevádzke uskladnené množstvo čerstvého paliva, ktoré zodpovedá dvom prekládkam na každý blok.

Kazety s vyhoreným palivom sa po ich odstránení z reaktora dostanú **do nádrže určenej pre vyhorené palivo, kde je zabezpečené odstránenie**zvyškového tepla, kým jeho teplota neklesne na takú hodnotu, aby bol palivový článok vhodný na prechodné uskladnenie v suchu. V tejto nádrži môže byť palivová kazeta uložená maximálne 10 rokov.

Po uskladnení v nádrži budú vyhorené palivové články ďalej dočasne uskladnené. Nato sú v súčasnosti k dispozícii dve možnosti:

- použité palivové kazety budú prepravené na územie Ruskej federácie za účelom dočasného uskladnenia technológií alebo uskladnenia technológií a reprocesovania. Použité palivové kazety alebo v prípade reprocesovania bude jadrový odpad uskladnený na území Ruskej federácie po dobu, aká je stanovená v dohode (zmluve) v 1. odseku 7. článku v súvislosti s manipuláciou s jadrovým palivom (20 rokov) a následne bude prepravený späť do Maďarska
- prechodné uskladnenie použitých palivových kaziet v Maďarsku.

V súvislosti s plánovanou prevádzkou nových blokov a s lehotami uvedenými v zmluve uzatvorenej medzi oboma štátmi berieme vzhľadom na prechodné uskladnenie palivových kaziet do úvahy ich **prechodné uskladnenie v Maďarsku**, ako aj ich uskladnenie v prevádzke samotných blokov alebo v ich bezprostrednej blízkosti. Toto prechodné uskladnenie bude trvať dovtedy, kým nebude zabezpečené bezprostredné a konečné umiestnenie kaziet, respektíve konečné umiestnenie vysoko aktívneho odpadu pochádzajúceho z procesu reprocesovania v Maďarsku.

Po prechodnom uskladnení počítame s **bezprostredným konečným umiestnením** vyhorených palivových kaziet v Maďarsku, vzhľadom na nasledovné skutočnosti:

- podľa ústavy je v prípade konečného umiestnenia odpadu v zahraničí, ktorý bol vyprodukovaný v Maďarsku, jednou zo základných predpísaných podmienok – keďže ide o rádioaktívny odpad- prevádzkovanie zásobníkov určených na rádioaktívny odpad, pričom tieto zásobníky sa prevádzkovali už pred samotnou prepravou - momentálne táto podmienka nie je splnená
- z dôvodu plánovaného prevádzkového obdobia je dlhodobá realizácia ostatných možností otázna, sú s ňou totiž spojené výrazné riziká

7.4 PRIMÁRNY OKRUH

Plánované nové bloky jadrovej elektrárne je možné na základe výroby energie v princípe rozdeliť na dve hlavné časti, na primárny a sekundárny okruh.

Primárny okruh dostane teplo tvoriace sa v aktívnej zóne reaktora do parného generátora, následne teplo, ktoré sa vytvorilo v parnom generátore, splní svoju úlohu počas procesu transformácie prebiehajúceho v turbíne sekundárneho okruhu a tak sa v generátore, ktorý je pripojený k turbíne, vyrobí elektrická energia.

7.5 SEKUNDÁRNY OKRUH

Úlohou sekundárneho okruhu je transformácia tepelnej energie, ktorá sa vytvorila v reaktore, na kinetickú energiu a neskôr -na elektrickú energiu. Úžitkovú vodu prúdiacu na sekundárnej stranezohreje a privedie k varu voda zo sekundárnehookruhu cirkulujúcav teploodovzdávajúcich rúrach parného generátora, ktorej teplota–je 300 - 320 ºC.

Para vychádzajúca z parných generátorov sa dostane na turbínu, kde využívajúc svoju kinetickú energiu uvedie do činnosti otáčaciu časť turbíny. V turbíne sa na tej istej osi uchytí otáčacia časť telies s nízkym a vysokým napätím,respektíve otáčacia časť generátora. V telese turbíny s vysokým napätím teplota pary klesne, obsah vlhkosti pary však výrazne stúpne. Z tohto dôvodu sa pred vstupom do telesa s nízkym tlakom para dostane do tzv. zariadenia pre zachytávanie kvapiek a do prehrievača pary, kde z neho odstránia kvapky vody, ktoré poškodzujú lopatky turbíny.

Para, ktorá už splnila svoju úlohu (odpadová para), sa potom dostane do kondenzátora, kde v niekoľkých tisícoch tenkých rúrok prúdi chladiaca voda. V chladiacich rúrkach para kondenzuje približne pri teplote 25 ºC, potom sa cez viacstupňový predhrievač prostredníctvom napájacích čerpadiel dostane späť do parného generátora, pričom tento viacstupňový predhrievač sa používa za účelom zefektívnenia celkových účinkov.

Efektivita parného cyklu je ~37 %.

7.6 CHLADIACE ZARIADENIA

Popri výrobe elektrickej energie v nových plánovaných blokoch jadrovej elektrárne sa tak v primárnom, ako aj v sekundárnom okruhu tvorí teplo, ktoré však nie je možné zužitkovať pri výrobe elektrickej energie a odvádzanie ktorého zabezpečujú chladiace zariadenia.

Chladiace zariadenia nových plánovaných blokov jadrovej elektrárne môžeme rozdeliť na tri hlavné časti.

Úlohou ***systému chladenej vody kondenzátora*** je odvádzanie kondenzačného tepla tepelného cyklu, ktoré sa ukladá v kondenzátoroch sekundárneho okruhu blokov jadrovej elektrárne, prostredníctvom mechanicky filtrovanej vody z rieky Dunaj, ktorá prúdi cez povrchové kondenzátory.

Úlohou ***systému technologickej chladiacej vody****je* odvádzanie tepla, ktoré sa tvorí v pomocných zariadeniach sekundárneho okruhu. V technickom riešení systému technologickej chladiacej vody nových plánovaných blokov jadrovej elektrárne odvádza generátor turbíny prostredníctvom uzavretého prostredného chladiaceho okruhu odpadové teplo z agregátu, napájacieho čerpadla, ako aj z vysokovýkonných elektrických motorov. Systém technologickej chladiacej vody sa rozvetvuje z chladiacej vody kondenzátora do strojovne turbíny, respektíve zohriata technologická voda sa spolu s chladiacou vodou zohriatou v kondenzátore odvedie do Dunaja.

Úlohou bezpečnostného***zariadenia chladiacej vody*** je zásobovanie tých odberateľov primárneho okruhu novej jadrovej elektrárne chladiacou vodou,respektíve zásobovanie ich zariadení touto vodou, ktoré si popri normálnej prevádzke primárneho okruhu vyžadujú neustále chladenie. Úlohou bezpečnostného systémuchladiacej vody je ďalej ajochladenie v prípade normálnej prevádzky a poruchovej prevádzky primárneho okruhu blokov a potom okrem ochladeného primárneho okruhu zabezpečenie odvádzanie zvyškového tepla palivazreaktorov, z prekladacích zariadení a z nádrže pre vyhorené palivo. Bezpečnostné zariadenie chladiacej vody má dva možné prevádzkové režimy. Zatiaľ čo v jednom režime sa odovzdáva teplo do okolitého vzduchu prostredníctvom chladiacich článkov s nútenýmvzduchom, odvádza sa teplo v druhom možnom prevádzkovom režime za pomoci chladenia čerstvou vodou, kedy je konečným pohlcovačom tepla rieka Dunaj. Bezpečnostné zariadeniechladiacej vody je v princípe prevádzkované v prevádzkovom režime založenom na odčerpávaní čerstvej vody z Dunaja, ak však systém bezpečnostnej chladiacej vody z akýchkoľvek dôvodov (napr. výnimočné meteorologické podmienky, výnimočná hladina rieky Dunaj, poškodenie spôsobujúce stratu bezpečnostnej funkcie vodných zariadení) nedokáže plniť svoju bezpečnostnú funkciu v prevádzkovom režime založenom na odčerpávaní čerstvej vody,

prepne na prevádzkový režim založený na chladiacich článkoch. Bezpečnostné zariadenie chladiacej vody nových plánovaných blokov jadrovej elektrárne - v závislosti od plánovania založenom na miere zohľadnenia daností danej prevádzky - je vo významnej časti prevádzkového obdobia prevádzkovaný v prevádzkovom režime založenom na odčerpávaní čerstvej vody.

7.6.1 ODČERPÁVANIE VODY Z RIEKY DUNAJ

V závislosti od dvoch prevádzkových režimov bezpečnostného zariadenia chladiacej vody predstavuje množstvo odčerpanej vody z rieky Dunaj v prípade jedného bloku 64,15 m^3/s a 66,01 m^3/s, pričom v prípade dvoch blokov je to 128,3 m^3/s a 132,02 m^3/s. Z hľadiska vplyvov spôsobených odčerpávaním vody z rieky Dunaj a jej spätným privádzaním sme do úvahy vzali vyššie hodnoty.

V prípade prevádzkového režimu bezpečnostného zariadenia chladiacej vody založenom na ochladzovaní za pomoci čerstvej vody znázorňuje celkové množstvo surovej vody nižšie uvedená tabuľka (chladiaca voda kondenzátora, technologická chladiaca voda, bezpečnostná chladiaca voda a prípravovňa prídavnej vody).

Názov	Jednotka	1 x 1 200 MW_e	2 x 1 200 MW_e
Chladiaca voda kondenzátora*	m^3/s	61,5	123
Technologická chladiaca voda (voda sekundárneho okruhu) [31]	m^3/s	2,6	5,2
Bezpečnostná chladiaca voda (voda primárneho okruhu) [31]	m^3/s	1,9	3,8
Surová voda prípravovne dodatkovej vody (na prípravu odsolenej vody)	m^3/s	0,01	0,02
Celková odčerpaná voda z Dunaja	m^3/s	66,01	132,02
Maximálne potrebné množstvo chladiacej vody ročne (8760 h)	miliárd m^3/ročne	2,08	4,16

13. tabuľka: Množstvo vody odčerpané z rieky Dunaj v prípade prevádzkového režimu bezpečnostného zariadenia chladiacej vody založenom na ochladzovaní za pomoci čerstvej vody

7.6.2 SYSTÉM CHLADIACEJ VODY KONDENZÁTORA

Systém chladiacej vody kondenzátora -podobne ako je tomu v prípade v súčasnosti využívaného spôsobu uplatňovaného vo zvyšných štyroch blokoch prevádzkovanej jadrovej elektrárne - odvádza potrebné teplo za pomoci prúdenia odčerpanej vody z rieky Dunaj cez kondenzátor . Vodu z rieky Dunaj odčerpávajú čerpadlá určené na umelé odčerpávania vody, potom ju odvedú cez príslušné filtre a potrubia do kondenzátora, ktorý sa nachádzav strojovni turbíny daného bloku.

Na základe skúmaných verzií systému chladiacej vody kondenzátora nových blokov jadrovej elektrárne bolo s ohľadom na technické a ekonomické aspekty, ako aj aspekty ochrany životného prostredia a prírody zvolené odčerpávanie a dodávka chladiacej vody zo zálivu a na odvádzanie teplej vody skríženie existujúceho kanála studenej vody a rozšírenie existujúceho kanála teplej vody.

Objem prúdenia systému chladiacej vody potrebný pre kondenzátor Δt = 8 °C predstavuje na jeden teplotný stupeň kondenzátora a jeden blok ≈2 075 MW_{th} - popri zvyškovom teple v kondenzátoroch -, v prípade jedného bloku,v normálnej prevádzke podľa očakávaní , 61,5 m3/s, v prípade dvoch blokov v normálnej prevádzke, podľa očakávaní123 m3/s.

Výkon bloku	Jednotka	1 x 1 200 MW_e	2 x 1 200 MW_e
Prietokový objem chladiacej vody [31]	m^3/s	61,5	123
Prietokový objem chladiacej vody	m^3/h	221 400	442 800
Zohriatie chladiacej vody v kondenzátore [31]	°C	8	8
Maximálne potrebné množstvo chladiacej vody ročne (8760 h)	miliárd m^3/ročne	1,94	3,88

14. tabuľka: Množstvá systému chladiacej vody kondenzátora

7.6.3 SYSTÉM TECHNOLOGICKEJ CHLADIACEJ VODY (V SEKUNDÁRNOM OKRUHU)

Potreby chladenia sekundárneho okruhu jadrovej elektrárne, ktoré nezahŕňajú ochladzovanie kondenzátora, zabezpečuje systém technologickej chladiacej vody. Chladiacu vodu potrebnú pre systém technologickej chladiacej vody dopraví po strojovňu turbíny systém chladiacej vody kondenzátora a tam ju spotrebiteľom systému technologickej chladiacej vody dopraví za pomoci rozvetvenia posilňovacie čerpadlo, ktoré je príslušne a za týmto účelom vytvorené. Chladiaca voda, ktorá sa zohreje v systéme technologickej chladiacej vody, sa dostane späť do vetvy teplej vody systému chladiacej vody kondenzátora. Technologická chladiaca voda sa spolu s chladiacou vodou kondenzátora dostane späť do rieky Dunaj. Chladiacim médiom systému technologickej chladiacej vody je voda z rieky Dunaj, ktorú je okrem filtrovania odohrávajúceho sa v systéme chladiacej vody kondenzátora odvádzaná cez ďalšie, jemnejšie mechanické filtre prostredníctvom výmenníkov tepla v záujme udržania prevádzkovej bezpečnosti. Na strane chladiaceho média výmenníkov tepla systému technologickej chladiacej vody cirkuluje v systéme uzavretej chladiacej vody strojovne turbíny odsolená voda.

Riešenie systému technologickej chladiacej vody je 2x100 %, z najdôležitejších prvkov systému budú vybudované 2 paralelné jednotky s príslušnými priečnymi spojeniami.

Množstvo chladiacej vody potrebné pre systém technologickej chladiacej vody predstavuje v prípade jedného bloku v normálnej prevádzke podľa očakávaní 9 360 m^3/h, v prípade dvoch blokov v normálnej prevádzke podľa očakávaní 18 720 m^3/h. Množstvo technologickej chladiacej vodypotrebné v prípade prechodných prevádzkových stavov (napr. spustenie, zastavenie) sa v princípe neodlišuje od množstva technologickej chladiacej vody potrebnej v prípade normálnej prevádzky. Stanovenie množstva technologickej chladiacej vody sa uskutočnilo pri zohľadnení tepelného výkonu ≈86,6 MW na jeden blok, ako aj pri zohľadnení zohriatia , ktoré je rovnaké ako chladiaca voda kondenzátora a má teda 8°C.

Výkon bloku	Jednotka	1 x 1 200 MW_e	2 x 1 200 MW_e
Prietokový objem technologickej chladiacej vody v normálnej prevádzke	m^3/s	2,6	5,2
Prietokový objem technologickej chladiacej vody v normálnej prevádzke	m^3/h	9 360	18 720
Zohriatie chladiacej vody v systéme technologickej chladiacej vody	°C	8	8
Maximálne množstvo technologickej chladiacej vody ročne	milión m^3/ročne	82	164

15. tabuľka: Množstvo technologickej chladiacej vody [32]

7.6.4 BEZPEČNOSTNÉ ZARIADENIE CHLADIACEJ VODY

Ochladzovanie pomocných systémov primárneho okruhu novej jadrovej elektrárne zabezpečuje tzv. bezpečnostné zariadenie chladiacej vody vybudované na každom bloku. K jednému bloku patria štyri navzájom nezávislé systémy, ktoré však plnia úplne rovnakú funkciu a spomedzi ktorých je v prevádzke vždy jeden redundantný systém v prípade normálnej prevádzky, v prípade prechodného prevádzkového stavu sú v prevádzke dva systémy.

Tento systém je nezávislý od chladiacej vody kondenzátora sekundárneho okruhu, ako aj od systému technologickej chladiacej vody, spoločné zariadenia môžeme očakávať v oblasti zásobovania chladiacou vodou a v oblasti odvádzania.

Množstvo chladiacej vody potrebné pre systém technologickej chladiacej vody predstavuje v prípade jedného bloku v normálnej prevádzke podľa očakávaní 6 840 m^3/h, v prípade dvoch blokov 13 680 m^3/h. V prípade prechodných prevádzkových stavov (napr. spustenie, zastavenie) to bude na jeden blok podľa očakávaní 13 680 m^3/h. Keďže z prevádzkových dôvodov nie je možné očakávať, že dva bloky budú súčasne v prechodnom prevádzkovom stave, neprekročí podľa očakávaní súčasná potreba oboch blokov prietokový objem 20 520 m^3/h. Stanovenie množstva chladiacej vody pre bezpečnostné zariadenie chladiacej vody - sa uskutočnilo pri zohľadnení zohriatia, ktoré je rovnaké ako chladiaca voda kondenzátora a má teda 8 °C.

Výkon bloku	Jednotka	1 x 1 200 MW_e	2 x 1 200 MW_e
Prietokový objem bezpečnostnej chladiacej vody v prípade normálnej prevádzky	m^3/s	1,9	3,8
Prietokový objem bezpečnostnej chladiacej vody v prípade normálnej prevádzky	m^3/h	6 840	13 680
Prietokový objem chladiacej vody v prípade prechodných prevádzkových stavov	m^3/h	13 680	20 520
Zohriatie chladiacej vody v systéme bezpečnostnej chladiacej vody	°C	8	8

16. tabuľka: Množstvá bezpečnostnej chladiacej vody

Ochladzovanie za pomoci chladiacich článkov s núteným vzduchom

Podľa jedného z možných prevádzkových režimov systému bezpečnostnej chladiacej vody sa prostredníctvom chladiacich článkov s núteným vzduchom odovzdáva teplo do okolitého vzduchu, pričom konečným pohlcovačom tepla je vzduch. V takomto prípade neodvádza bezpečnostné zariadenie chladiacej vody teplo za pomoci cirkulácie vody v rieke Dunaj a tak sa ani odobraté teplo do Dunaja nedostane. V takomto prípade je možné bezpečnostné zariadenie chladiacej vody považovať za kvázi uzavretý systém, prietokový objem chladiacej vody predstavuje chladiaca voda, ktorá cirkuluje medzi bezpečnostnými chladiacimi článkami a medzi výmenníkmi tepla systému bezpečnostnej chladiacej vody. Po naplnení zariadenia je pri jeho spustení potrebné len doplnenie straty vody z dôvodu odparovania, naplavovania a zanášania bahnom, čo zabezpečí technológia prípravovne dodatkovej vody jadrovej elektrárne. Množstvo dodatkovej chladiacej vody za rok je minimálne, keďže v súvislosti s bezpečnostnými chladiacimi vežami je ročne možné predpokladať maximálne prevádzkové obdobie jedného mesiaca, preto je množstvo vody z Dunaja potrebné za týmto účelom zanedbateľné v porovnaní s odčerpávaním za vyššie uvedeným chladiacim účelom.

Výkon bloku	Jednotka	1 x 1 200 MW_e	2 x 1 200 MW_e
Množstvo dodatkovej chladiacej vody	m^3/s	0,04	0,08
Maximálna spotreba dodatkovej chladiacej vody ročne (spotreba vody z Dunaja za účelom bezpečnostného chladenia)	milión m^3/ročne	≈0,1	≈0,2

17. tabuľka: Množstvo dodatkovej chladiacej vody bezpečnostnej chladiacej vody v prípade chladiacich veží

Chladiaca veža s chladiacimi článkami s núteným vzduchom, ktorá odovzdáva teplo bezpečnostnému zariadeniu chladiacej vody disponuje nasadením 4x100 % na jeden blok. (Mieru zásob v súvislosti s danou prevádzkou je možné definitívne stanoviť na základe výsledkov bezpečnostných analýz). V prípade normálnej prevádzky je v prevádzke jedna bezpečnostná chladiaca veža na jeden blok, pričom pri ochladení, ktoré nastáva po spustení, zastavení a zastavení blokov sú v prevádzke dve bezpečnostné chladiace veže na jeden blok.

Bezpečnostné chladiace články, ktoré sú štyri na každom bloku, sa nachádzajú vedľa bezpečnostného obalu. Veľkosť bezpečnostných chladiacich článkov je približne 17 x 35 m, pričom celková výška chladiacich článkov je približne 15 metrov, z čoho výška článkov predstavuje približne 13 m a výška komínov vypínajúcich sa nad článkami je približne 2 m. Vedľa chladiacich článkov sa nachádza akumulátor čerpadla bezpečnostných článkov, ktorý podnecuje cirkuláciu chladiacej vody medzi bezpečnostnými zariadeniami a chladiacimi článkami. Bezpečnostné zariadenia majú dvojčlánky, pričom v každom chladiacom článku sa nachádzajú dva systémy na rozvod vody a dva ventilátory.

Chladiacu vodu, ktorá sa zohriala v bezpečnostných zariadeniach primárneho okruhu, odvedú do bezpečnostných chladiacich článkov a za pomoci dýz ju rovno rozptýlia vo vlhkých chladiacich vložkách. Vodný film, ktorý sa vytvorí na chladiacej vložke, sa opätovne ochladí vplyvom okolitého vzduchu, ktorý prúdi v chladiacej vložke v protismernom prúde. Na zníženie miery unášania kvapiek, ku ktorému dochádza počas prúdenia vo vlhkej chladiacej vložke, sa používa zachytávač kvapiek nachádzajúci sa nad chladiacimi vložkami, respektíve nad dýzami. Ochladená chladiaca voda sa z chladiacej vložky dostane do nádrže s chladiacou vodou a odtiaľ sa pomocou čerpadiel podnecujúcich cirkuláciu chladiacej vody dostane do bezpečnostných zariadení primárneho okruhu. Doplnenie odpareného a odkaleného množstva vody zabezpečuje systém dodatkovej chladiacej vody, kde zároveň dochádza aj k dávkovaniu chemikálií potrebných k bezpečnému fungovaniu systému.

Chladenie čerstvou vodou

Na základe druhého možného prevádzkového režimu bezpečnostného zariadenia chladiacej vody odvádzasystém bezpečnostnej chladiacej vody teplo vďaka cirkulácii vody v rieke Dunaj a tak sa odobraté teplo dostane do Dunaja prostredníctvom -teplovodného kanála. V takomto prípade je možné bezpečnostné zariadenie chladiacej vody považovať za otvorené , prietokový objem chladiacej vody predstavuje voda, ktorá bola odčerpaná z rieky Dunaj v podobe odčerpania bezpečnostnej chladiacej vody, ako aj voda, ktorá cirkuluje cez výmenníky tepla systému bezpečnostnej chladiacejvody -. Maximálne potrebné množstvo chladiacej vody na rok sa vzťahuje na 8760 hodín prevádzkového obdobia, keďže môžu nastať aj také roky prevádzky, kedy bude bezpečnostné zariadenie chladiacej vodypočas celého roka v prevádzkovom režime „chladenia čerstvou vodou.

Výkon bloku	Jednotka	1 x 1 200 MW_e	2 x 1 200 MW_e
Prietokový objem bezpečnostnej chladiacej vody v prípade normálnej prevádzky (cirkulujúca chladiaca voda alebo voda z Dunaja)	m^3/s	1,9	3,8
Maximálne potrebné množstvo bezpečnostnej chladiacej vody ročne (v prípade odčerpávania vody z Dunaja)	milión m^3/ročne	59,9	119,8

18. tabuľka: Množstvo bezpečnostnej chladiacej vody v prípade chladenia čerstvou vodou

Spôsob chladenia bude možné definitívne stanoviť podľa výsledkov uskutočnených technických a bezpečnostných analýz vzťahujúcich sa na danú prevádzku, v prípade potreby je možné zrealizovať ochladzovanie bezpečnostných zariadení aj zásobovaním chladiacou vodou, ktoré sa bude uskutočňovať vo forme odčerpávania vody z prečerpávacej stanice nezávislého od systému chladiacej vody kondenzátora alebo vo forme nádrže na chladiacu vodu.

Bezpečnostné zariadenie chladiacej vody musí spĺňať aj požiadavky Medzinárodnej agentúry pre jadrovú energiu a predpisy týkajúce sa jadrovej bezpečnosti, podľa ktorých je aj v prípade straty pohlcovania tepla potrebné sa postarať o odstránenie zvyškového tepla z reaktora, a to aj v tom prípade, ak k tejto situácii došlo v dôsledku vonkajších vplyvov (zemetrasenie; extrémne poveternostné podmienky (extrémny mráz, extrémna sila vetra, sneženie, náraz lietadla, požiar, atď).[32]

7.6.5 VODNÉ ZARIADENIA SYSTÉMOV CHLADIACEJ VODY

Existujúci, rozšírený studenovodný kanál

Existujúci studenovodný kanál využívajú spoločne bloky Jadrovej elektrárne v obci Paks, ako aj bloky Jadrovej elektrárne Paks II. V záujme toho, aby v roku 2030, kedy sa začne spoločná prevádzka existujúcich 4 blokov a plánovaných 2 nových blokov, bolo možné splniť tento cieľ, bude potrebné rozšírenie studenovodného kanála za účelom prívodu príslušného množstva chladiacej vody a to v celkovej dĺžke 1300 m.

Prečerpávacia stanica

Najvhodnejším miestom pre výstavbu nového závodu na odčerpávanie vody v riečnej kotline pre nové bloky jadrovej elektrárne je voľný priestor nachádzajúci sa na strane studenovodného kanála existujúcej Jadrovej elektrárne v obci Paks, severne od existujúcej prečerpávacej stanice, približne vo vzdialenosti 150 m. Prečerpávacia stanica v sebe zahŕňa na každý blok čerpadlo chladiacej vody kondenzátora s riešením 3 x 33 % alebo 4 x 25 %, ako aj filtračný systém (na dva bloky 6-8 paralelných systémov). V prečerpávacej stanici sa nachádza česačka, ktorá sa čistí za pomoci prístrojov, pásový filter a žalúziové dosky príslušnej formy.

V prípade prevádzkového režimu bezpečnostného zariadenia chladiacej vodyzaloženom na chladení za pomoci čerstvej vodyodčerpávajúvoduz rieky Dunaj 4 čerpadlá bezpečnostnej chladiacej vody na jeden blok, ktoré sa nachádzajú v budove prečerpávacej stanice. Prečerpávacia stanica bezpečnostného zariadenia chladiacej vody – v závislosti od plánovania založenom na zohľadnení daností danej prevádzky - bude podľa očakávaní v prevádzke dlhšie v rámci celkového prevádzkového obdobia.

Potrubia na chladiacu vodu

Chladiaca voda zo zariadenia chladiacej vody kondenzátora (ktoráv sebe zahŕňa aj chladiacu vodu zo zariadení technologickej chladiacej vody)prúdi cez prečerpávaciu stanicu a strojovňou turbíny podzemným potrubím po trase dlhej približne 300- 400 m. Množstvu chladiacej vody, ktorá prúdi cez systém chladiacej vody, sa na jeden blok prispôsobili 3 potrubias priemerom 3,2 – 4 m.

Chladiaca voda bezpečnostného zariadenia chladiacej vody sa dostáva po strojovňu turbíny paralelne so zariadením chladiacej vody kondenzátora a potom odtiaľto sa dostáva samostatnou trasou do budovy, ktorá zahŕňa bezpečnostné zariadenie chladiacej vody. Množstvu chladiacej vody, ktorá prúdi cez systém chladiacej vody, sa na jeden blok prispôsobili 4 potrubia s priemerom 0,5-0,8 m.

Kondenzátory turbíny a výmenníky tepla chladiaceho zariadenia

Chladiaca voda, ktorá prúdi cez systém chladiacej vody kondenzátora, odvedie teplo,ktoréje potrebné odviesť počas koncentrácie pary prenikajúcej do kondenzátora, do turbín kondenzátora. Odvedené teplo zohreje chladiacu vodu, ktorá prúdi cez potrubia chladiacej vody a ktorá sa nachádza v kondenzátore. Ochladzovanie chladiacej vody, ku ktorému dochádza v kondenzátore, predstavuje v momente dimenzovania 8 °C.

V prípade bezpečnostného zariadenia chladiacej vody odvedie chladiaca voda, ktorá prúdi cez výmenníky tepla, teplo vytvárajúce sa pri ochladzovaní od uzavretého systému chladiacej vody, ktorý sa pripája k zariadeniu technologickej a bezpečnostnej chladiacej vody. Odvedené teplo zohreje chladiacu vodu (vodu z rieky Dunaj), ktorá prúdi cez potrubia výmenníkov tepla. Teplota zohriatej chladiacej vody bude v zariadení technologickej a bezpečnostnej chladiacej vody v momente dimenzovania – podobne, ako tomu je v zariadení chladiacej vody kondenzátora - podľa očakávaní 8 °C.

Uzavreté teplovodné kanály

Zohriata chladiaca voda prúdi od strojovne turbíny po studenovodný kanál, potom po moste postavenom nad potrubím na studenú vodu a za mostom po bezpečnostný priepad cez potrubie zo železobetónu na trase dlhej približne 500 m. Zohriata chladiaca voda v sebe zahŕňa zohriatu technologickú vodu, ktorá sa pripája v strojovni turbíny a tiež zohriatu bezpečnostnú chladiacu vodu, ktorá sa pripája mimo strojovne turbíny (v prevádzkovom režime bezpečnostného chladenia založenom na chladení za pomoci čerstvej vody). Množstvu chladiacej vody, ktorá prúdi cez systém chladiacej vody, sa na jeden blok prispôsobili 2 potrubia s priemerom 5 x 3 m.

Potrubný most

Nad už existujúcim studenovodným kanálom odvádza zohriatu chladiacu vodu do bezpečnostného prepadu potrubný most, ktorý je postavený v súlade s požiadavkami. Potrubný most sa postaví z prefabrikovaných železobetónových prvkov, pričom jeho piliere sa nachádzajú v koryte existujúceho studenovodného kanála. Šírka mosta je približne 25-30 m, jeho najväčšie rozpätie neprekročí 50 m.

Bezpečnostný prepad

Úlohou bezpečnostného prepadu je zabezpečenie bočného tlaku chladiacej vody kondenzátora, ktorý je potrebný k bezpečnej prevádzke zariadenia chladiacej vody kondenzátora, ako aj zabezpečenie možnosti opätovného zamiešania teplej vody do potrubia na studenú vodu.

Nový prieplav trapézového profilu s otvorenou plochou

Od bezpečnostného prepadu po existujúci teplovodný kanál je potrebné vytvoriť úsek nového teplovodného kanála trapézového profilu s otvorenou plochou, ktorý bude zo železobetónu spolu s novou nohavicovou tvarovkou, ktorá odvedie teplú vodu z nových blokov do existujúceho teplovodného kanála. V novom prieplave s otvorenou plochou prúdi voda vďaka gravitácii smerom k existujúcemu teplovodnému kanálu po trase dlhej približne 500 m. Plánovaná šírka dna nového prieplavu s otvorenou plochou je 16 m, šírka prieplavu 80 m (šírka koruny 50 m), sklon svahu 1:2, priemerná výška vodnej hladiny približne 2,5-3 m.

Existujúci rozšírený teplovodný kanál

Po novej nohavicovej tvarovke sa zohriata chladiaca voda dostane cez príslušne rozšírený profil existujúceho teplovodného kanála do technického objektu odvádzajúceho ju späť. Zohriata chladiaca voda sa cez teplovodný kanál, ktorý je príslušne rozšírený, dostane za pomoci gravitácie späť do Dunaja.

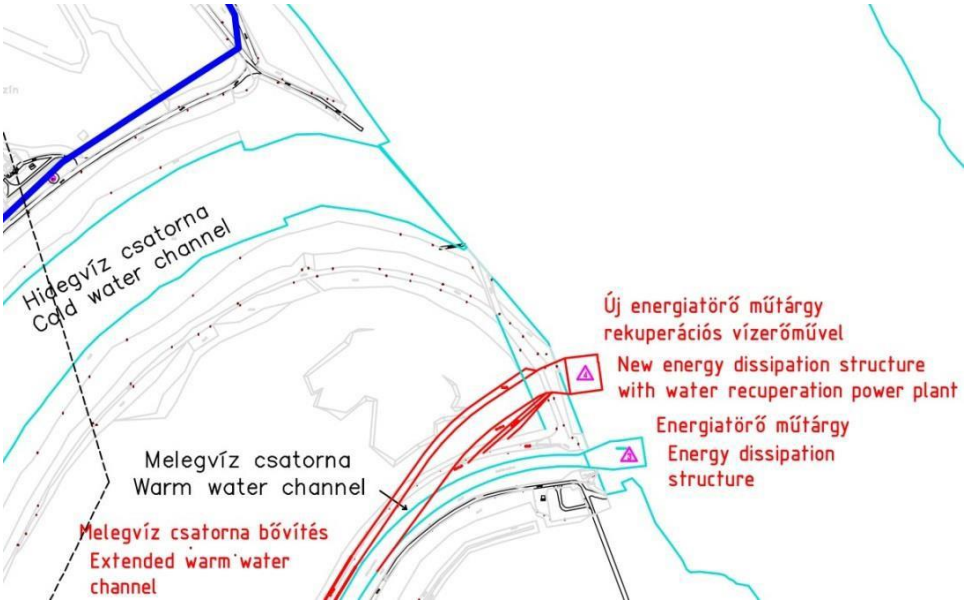
Existujúci teplovodný kanál sa vytvorili v čase zriadenia Jadrovej elektrárne v obci Paks takým spôsobom, aby bol vhodný aj pre Jadrovú elektráreň v obci Paks, ako aj na odvádzanie množstva teplej vody v súvislosti s vtedy plánovaným rozšírením na 2 x 1 000 MW. Na základe tohto bola projektovaná kapacita teplovodného kanála 220 m^3/s. V súvislosti s plánovaným blokom s výkonom 2 x 1200 MW sa uskutočnila kontrola vhodnosti teplovodného kanála, pričom sme vzali do úvahy očakávané hladiny rieky Dunaj, ako aj obmedzujúci účinok vzťahujúci sa na najvyššie úrovne hladiny, ktorý sa nachádza v teplovodnom potrubí existujúceho bezpečnostného prepadu Jadrovej elektrárne v obci Paks.

V záujme toho, aby v roku 2030, kedy budú v spoločnej prevádzke existujúce 4 bloky a plánované 2 nové bloky, dokázal teplovodný kanál odviesť teplú vodu zo 6 blokov, je potrebné rozšíriť teplovodný kanál, keďže množstvo vody blokov, ktoré tu budeme mať v roku 2025, by mohlo výrazne zvýšiť úroveň hladiny teplej vody a mohlo byť skomplikovať realizáciu prác zameraných na rozšírenie teplovodného kanála, preto je rozumné dokončiť rozšírenie kanála, ktorý sa stane nevyhnutným v roku 2030, v čase, kedy sa spustí prevádzka prvého bloku, teda v roku 2025.

Existujúci technický objekt na rozrážanie energie s druhým prívodným bodom

Vďaka novému technickému objektu na rozrážanie energie, ktorý je vytvorený v súlade s množstvom teplej vody existujúcich 4 blokov a plánovaných 2 nových blokov je možné zabezpečiť prívod teplej vody do rieky Dunaj.

Vytvorenie druhého prívodného bodu prináša so sebou niekoľko výhod v porovnaní s rozšírením existujúceho technického objektu na rozrážanie energie. Pomocou studenovodného kanála, ako aj technického objektu, ktorý bol vybudovaný v oblasti ohraničenej ústím teplovodného kanála pri druhom prívode, ako aj pomocou rekuperačnej elektrárne, ktorá tu je tiež umiestnená, je možné zlepšiť zamiešanie vypúšťanej teplej vody do rieky Dunaj a je tiež možné znovu nadobudnúť elektrickú energiu vo významnom množstve a to pri minimalizácii vplyvov týkajúcich sa dotknuteľnosti oblasti Natura 2000.



Hidegvíz csatorna	Studenovodný kanál
Új energiatörő műtárgy rekuperációs vízerőművel	Nový technický objekt na rozrážanie energie s rekuperačnou vodnou elektrárňou
Energiatörő műtárgy	Objekt na rozrážanie energie
Melegvíz csatorna	Teplovodný kanál
Melegvíz csatorna bővítés	Rozšírenie teplovodného kanála

32. obrázok: Situačný plán existujúceho technického objektu na rozrážanie energie a nového prívodného bodu

7.6.5.1 Rekuperačná vodná elektráreň

Vzdúvaním teplovodného kanála, ktorý vychádza z jadrovej elektrárne, je možné zabezpečiť taký spád teplovodného kanála pri ústí Dunaja, ktorý je vhodný na prevádzkovanie vodných turbín s celkovým menovitým inštalovaným výkonom ~7-8 MW. Pri zohľadnení vodného režimu rieky Dunaj, ako aj prevádzky blokov, predstavuje množstvo elektrickej energie, ktorú je možné ročne vyrobiť, takmer 35 GWh.

Vzdúvaná vodná hladina pri rekuperačnej elektrárni je spôsobená údolnou priehradou, ktorá je vybudovaná na konci teplovodného kanála a v ktorej majú svoje miesto aj bezprostredné podporné zariadenia a tiež vodné turbíny. Sem patria uzatváracie zariadenia určujúce smer prúdenia vody, ako aj prvky ich uvedenia do prevádzky, zdvíhacie zariadenia potrebné pre obsluhu a údržbu a pomocné zariadenia. V samostatných budovách s elektrickou energiou majú svoje miesto elektrické zariadenia a zariadenia automatizačnej techniky, skriňové rozvádzače a transformátor. Sem prídu káble zabezpečujúce kontakt elektrárne, ako aj elektrické vedenia slúžiace na prenos elektrickej energie. Dostanú tu miesto aj zariadenia zabezpečujúce pomocnú energiu, kompresor a olejová stanica.

Rekuperačná vodná elektráreň disponuje takým zariadením bezpečnostného priepadu, ktoré v prípade výpadku vodných turbín alebo pri ich údržbe dokáže maximálne množstvo chladiacej vody prichádzajúce z jadrovej elektrárne v danom momente bez spätného účinku odviesť a bezpečne ho dostať späť do rieky Dunaj.

Vodná elektráreň je samostatné zariadenie, ktoré je obkolesené plotom a ktoré si nevyžaduje neustálu prítomnosť správcu. Bezpečnosť majetku zabezpečuje fyzická prekážka a monitorovacie zariadenie.

7.7 POMOCNÉ SYSTÉMY, POMOCNÉ ZARIADENIA

7.7.1 ODSOLENÁ VODA

V súvislosti s rozšírením plánovaných blokov sa plánuje aj zriadenie novej úpravne vody na prípravu vody s kapacitou 3x100 %, čo zdôvodňuje zabezpečenie potrebných redundancií. Z najdôležitejších prvkov systému budú vybudované 3 paralelné jednotky, s príslušnými priečnymi spojeniami.

Technologický proces prípravy dodatkovej vody pozostáva z nasledujúcich čiastkových procesov: čistenie, multimediálna filtrácia, membránové znižovanie obsahu soli a v prípade potreby aj dodatočné znižovanie obsahu soli iónovou výmenou. Proces membránového znižovania obsahu soli pozostáva z ďalších troch podčastí a to: ultrafiltrácia, znižovanie obsahu soli založené na princípe rezervnej osmózy a elektrodeionizačné znižovanie obsahu soli. Podstatou procesu prípravy dodatkovej vody je membránové znižovanie obsahu soli, ktorého dôležitým charakteristickým znakom je to, že v porovnaní s procesom tradičného zmäkčovania vody vápnom a procesom znižovania obsahu soli na základe iónovej výmeny je spotreba chemikálií minimálne rádovo nižšia, tým pádom je vo veľkej miere možné znížiť množstvo chemikálií vypúšťaných spolu s tvoriacimi sa odpadovými vodami. Prípravovňa dodatkovej vody zabezpečí potrebnú dodatkovú chladiacu vodu pre chladiace veže bezpečnostného zariadenia chladiacej vody. Množstvo vody zodpovedajúce dodatkovej chladiacej vode je možné získať z prostredného procesu prípravy dodatkovej chladiacej vody, teda po procese membránového znižovania obsahu soli. Preto má proces pred prípravou dodatkovej vody väčšiu kapacitu (v závislosti od skladovania dodatkovej chladiacej vody a od požiadaviek chladiacich veží na množstvo vody), keďže procesom jemného znižovania obsahu soli prejde len množstvo vody vyhovujúce požiadavkám neslanej vody primárneho a sekundárneho okruhu.

V závislosti od dvoch možných prevádzkových režimov bezpečnostného zariadenia chladiacej vody má aj príprava dodatkovej vody dva možné prevádzkové režimy. Keďže prevádzkový režim chladiacich veží bezpečnostného systému chladiacej vody existuje len krátko (ročne niekoľko dní, podľa očakávaní maximálne mesiac), stanovujeme vodnú bilanciu prípravy dodatkovej vody na charakteristický prevádzkový režim, kedy bezpečnostné zariadenie chladiacej vody funguje na základe chladenia za pomoci čerstvej vody a nepotrebuje dodatkovú chladiaci vodu.

Potrebné množstvo pripravenej dodatkovej surovej vody je na základe vyššie uvedených skutočností podľa očakávaní v prípade jedného bloku v normálnej prevádzke 36 m^3/h, v prípade dvoch blokov v normálnej prevádzke podľa očakávaní 72 m^3/h. Množstvo surovej vody potrebnej ročne spoločne na dva bloky nepresiahne podľa očakávaní 640 tisíc m^3t.

Názov	Merná jednotka	1x1 200 MW	2x1 200 MW
Surová voda (voda z rieky Dunaj)	m^3/s	0,01	0,02
Surová voda (voda z rieky Dunaj)	m^3/h	36	72
Odpadová voda	m^3/h	12	24
Vyprodukovaná odsolená voda	m^3/h	24	48

19. tabuľka: Vodná bilancia prípravovne dodatkovej vody v normálnej prevádzke

Úlohou zariadenia na skladovanie a rozdeľovanie neslanej vody je skladovanie neslanej vody a jej prepravenie do primárneho okruhu, do strojovne turbíny, ako aj k spotrebiteľom príslušnej neslanej vody z pomocných zariadení. Prípravovňa dodatkovej vody a zariadenia na skladovanie neslanej vody musia spolu uspokojiť maximálne požiadavky neslanej vody, ktoré sa objavujú súčasne. Množstvo neslanej vody potrebné pre nové bloky jadrovej elektrárne je v prípade jedného bloku v normálnej prevádzke podľa očakávaní 24 m^3/h, v prípade dvoch blokov v normálnej prevádzke podľa predpokladov 48 m^3/h. Väčšie množstvá neslanej vody, ktoré môžu byť potrebné v prechodných prevádzkových stavoch, sú zabezpečované z nádrží uskladňujúcich neslanú vodu. Keďže doba prechodných prevádzkových stavov predstavuje niekoľko dní do roka, je smerodajným množstvo neslanej vody potrebné v normálnej prevádzke. Množstvo neslanej vody potrebnej ročne spoločne na dva bloky nepresiahne podľa predpokladov 420 tisíc m^3t.

Množstvo odpadovej vody prípravovne dodatkovej vody spoločne pre nové predstavuje v prípade jedného bloku v normálnej prevádzke podľa predpokladov 12 m^3/h, v prípade dvoch blokov v normálnej prevádzke podľa predpokladov 24 m^3/h. Množstvo odpadovej vody prípravovne dodatkovej vody potrebného ročne spoločne na plánované dva bloky nepresiahne podľa predpokladov 220 tisíc m^3t.

V prípravovni dodatkovej vody sa zozbiera počas jednotlivých čiastkových technologických procesov vzniknutá odpadová voda a uskladní sa v dočasnej nádrži určenej na zhromažďovanie odpadovej vody. Odpadová voda pochádzajúca z rozličných procesov sa zmieša a pred jej vypustením sa skontroluje, či táto zodpovedá požiadavkám týkajúcim sa vypúšťania. V prípade potreby sa uskutoční chemická neutralizácia. Odpadová voda bude odvedená do systému technologických odpadových vôd elektrárne. [32]

7.7.2 TECHNOLOGICKÁ ODPADOVÁ VODA

7.7.2.1 Systém starajúci sa o rádioaktívnu odpadovú vodu z primárneho okruhu

Systém odpadovej vody primárneho okruhu zhromažďuje rádioaktívnu odpadovú vodu, ktorá vznikne pri normálnej prevádzke, nakladá s ňou príslušným spôsobom a uskladňuje ju. Tento systém prijíma aj prípadnú rádioaktívnu odpadovú vodu zo zariadení strojovne turbíny (napr. odplavovanie napájacej vody parného generátora na stranu).

Jednou zo základných úloh nakladania s tekutými rádioaktívny odpadmi je selektívne zhromažďovanie rozličných druhov odpadových vôd a to na základe základných fyzikálnych a chemických vlastností odpadových vôd a stupňa ich znečistenia. Selektívne zhromažďovanie odpadových vôd podstatne znižuje za pomoci aktívneho a neaktívneho separovania odpadových vôd množstvo odpadov rôznych kategórií, ktoré sa v konečnom dôsledku uloží. Najväčšia časť rádioaktívnych odpadových vôd sa po nevyhnutných očisťujúcich úkonoch dostane späť do príslušného technologického procesu primárneho okruhu. Rádioaktívne odpadové vody, ktoré nie je možné odviesť späť do technologického procesu, prechádzajú technologickým procesom čistenia, ktorého konečným výsledkom je zhustenie oddelených aktívnych polutantov a ich uskladnenie v príslušnej forme. Očistená odpadová voda, ktorú dostaneme po spracovaní rádioaktívnych odpadových vôd a ich zneškodnení a ktorej koncentráciu rádionuklidu sme skontrolovali, sa zo zariadenia odpadových vôd primárneho okruhu dostane po ďalšej kontrole v kontrolnej nádrži cez kontrolovaný vyhadzovací teplovodný kanál.

Očakávané maximálne množstvo očistených odpadových vôd vypustené zo zariadenia na odpadové vody za deň a priemerne za jeden rok môžeme vidieť v nižšie uvedenej tabuľke.

Názov	Merná jednotka	1x1 200 MW	2x1 200 MW
V normálnej prevádzke	m^3/h	5	10
Množstvo odpadových vôd za rok	tisíc m^3/ročne	44	88

20. tabuľka: Množstvo tekutých rádioaktívnych odpadových vôd primárneho okruhu [32]

7.7.2.2 Systém spracovávania odpadových vôd strojovne turbíny

Systém spracovávania odpadových vôd strojovne turbíny zhromažďuje a spracúva odpadovú vodu strojovne turbíny a pomocných zariadení. Toto zariadenie spracúva výlučne len nerádioaktívne odpadové vody.

Systém spracovávania odpadových vôd strojovne turbíny je možné rozdeliť na tri hlavné podsystémy:

- uzavretý systém zhromažďujúci kondenzáty,
- systém zhromažďujúci priesakovú vodu,
- systém zhromažďujúci priemyselné odpadové vody.

Odpadová voda uzavretého systému strojovne turbíny zhromažďujúceho kondenzáty sa v normálnej prevádzke dostane späť do systému napájacej vody a nefiguruje ako odpadová voda. Odpadová voda zo systému zhromažďujúceho priesakovú vodu a zo systému zhromažďujúceho priemyselnú odpadovú vodu sa dostane von vo forme odpadovej vody po príslušnom očistení, neutralizácii alebo po odolejení. Množstvo odpadových vôd znázorňuje nižšie uvedená tabuľka.

Názov	Merná jednotka	1x1 200 MW	2x1 200 MW
V normálnej prevádzke	m^3/h	20	40
Množstvo odpadových vôd za rok	tisíc m^3/ročne	175	350

21. tabuľka: Množstvo tekutého odpadu strojovne turbíny

Celkové množstvo odpadových vôd ročne pre plánované dva bloky - strojovňa turbíny a pomocné zariadenia - by podľa predpokladov nemalo prekročiť 350 tisíc m^3t.

Po splnení hraničných hodnôt a príslušnej kontrole odpadových vôd, ktoré nazhromaždí systém odpadových vôd, ich systém odpadových vôd strojovne turbíny elektrárne odvedie do potrubia na teplú vodu. [32]

7.7.3 ODPADOVÁ VODA BEZPEČNOSTNÝCH CHLADIACICH VEŽÍ

V prípade prevádzkového režimu bezpečnostného zariadenia chladenej vody založenom na využívaní chladiacich veží je počas odovzdávania tepla z dôvodu vyparovania, ku ktorému dochádza v chladiacej veži a tiež z dôvodu nečistôt, ktoré sa do chladiacej veže dostávajú spolu so vzduchom, potrebné postupné odkaľovanie systému chladiacej vody z dôvodu koncentrácie chladiacej vody a udržania hladiny koncentrácie znečisťujúcich látok chladiacej vody. Odpadová voda pochádzajúca z nevyhnutného odkaľovania v prípade bezpečného prevádzkovania chladiacej veže sa spolu so zohriatou chladiacou vodou kondenzátora dostane cez potrubia odvádzajúce teplú vodu do rieky Dunaj. Jej množstvo je rádovo nižšie, ako množstvo chladiacej vody kondenzátora.

Odpadová voda, ktorá vzniká v prípade prevádzkového režimu bezpečnostného systému chladiacej vody založenom na chladiacich vežiach, pochádza z odkaľovania chladiacej veže. Odkalená voda je v podstate výsledkom koncentrácie, ktorá vzniká z dôvodu odparovania, ku ktorému dochádza v chladiacej veži za pomoci sčasti odsolenej vody v prípravovni dodatkovej vody. Nižšie uvedená tabuľka znázorňuje množstvo odpadových vôd chladiacich veží v predpokladanom rozložení na hodinovej a ročnej báze pri zohľadnení predpokladov týkajúcich sa prevádzky.

Názov	Merná jednotka	1x1 200 MW	2x1 200 MW
Odpadová voda bezpečnostných chladiacich veží pochádzajúca z odkaľovania	m^3/h	36	72
Maximálne množstvo odpadových vôd ročne (s maximálnym prevádzkovým obdobím predstavujúcim 1 mesiac)	tisíc m^3/ročne	26	52

22. tabuľka: Maximálne množstvo odpadových vôd bezpečnostných chladiacich veží, ktoré pochádza z odkaľovania

Množstvo odpadových vôd pochádzajúce z prevádzkového režimu bezpečnostného zariadenia chladiacej vody založenom na využívaní chladiacich veží neprekročí ročne podľa predpokladov 52 tisíc m^3t.

Po splnení hraničných hodnôt a príslušnej kontrole odpadových vôd, ktoré nazhromaždí systém odpadových vôd, ich systém odpadových vôd elektrárne odvedie do teplovodného kanála.

7.7.4 PITNÁ VODA - KOMUNÁLNA ODPADOVÁ VODA

Zdroj: Prípravná analýza spoločnosti MVM ERBE Zrt., 2013. [6-10] pre rozhodnutie v tematických okruhoch ako zásobovanie pitnou vodou v nových blokoch jadrovej elektrárne, ktorá bude vybudovaná na území obce Paks, ako aj v súvislosti s témou odvádzania odpadových vôd spoločnosť MVM ERBE Zrt., 2013. [6-10]

Na základe prieskumov sa v súvislosti s vybudovaním systému zásobovania pitnou vodou pre novú elektráreň tak z technického, ako aj z ekonomického hľadiska, ako najoptimálnejšie riešenie ukázalo využívanie pomocných zariadení vodnej elektrárne v obci Csámpa a v súvislosti s odvádzaním komunálnych odpadových vôd zase technický objekt a jeho pomocné zariadenia, ktoré sú v prevádzke na území Jadrovej elektrárne v obci Paks.

Maximálne potrebné množstvo pitnej vody sa ukazuje v období počiatočnej prevádzky prvého bloku, ako aj v období výstavby druhého bloku, ku ktorej dôjde v rovnakom čase, pričom toto predstavuje maximálne 646 m^3/denne, zatiaľčo maximálne množstvo vyprodukovaných odpadových vôd z toho predstavuje 95 %-a, čiže 614 m^3/denne.

Csámpai vízműtelep Vodáreň v obci Csámpa

33. obrázok číslo 33: Umiestnenie vodného diela v obci Csámpa [33]

7.7.5 ZRÁŽKOVÁ VODA

Zrážková voda, ktorá steká zo dvora a zo striech nových blokov jadrovej elektrárne, ako aj povrchová voda, ktorá sa nazbiera z ostatných oblastí a ktorá nie je znečistená, sa dostane bezprostredne do teplovodného kanála.

Na území prevádzky rozlišujeme sieť tak čistej, ako aj potenciálne olejom znečistenej zrážkovej vody. V záujme zhromaždenia potenciálne olejom znečistenej zrážkovej vody vytvoríme zberače oleja príslušnej veľkosti a to na mieste parkovacej plochy. Základy transformátorov budú vybudované spolu so šachtami s príslušnou kapacitou na uskladňovanie zrážkovej vody, v prípade presakovania oleja aj spolu so zariadeniami na zachytávanie oleja. Zrážková voda, ktorá sa nazbiera z prostredia olejovej nádrže, sa tiež odvedie cez zachytávač oleja. Zrážková voda očistená od oleja sa odvedie spolu s čistou zrážkovou vodou.

7.7.6 POŽIARNA VODA

Nové bloky jadrovej elektrárne disponujú spoločnou sieťou požiarnej vody, ktorá získava doplnenie vody zo systémov nových blokov na surovú vodu. Zo systému surovej vody sa maximálne 380 m^3/h surovej vody dostane cez kanál do nádrže systému požiarnej vody. Systém zabezpečujúci požiarnu vodu bude neskôr vybudovaný v súlade s pripravovaným protipožiarnym plánom.

7.7.7 ODČERPÁVANIE CHEMIKÁLIÍ A ICH USKLADŇOVANIE

Plánovaná nová jadrová elektráreň bude disponovať vlastnou stanicou na odčerpávanie a uskladňovanie chemikálií. V budove prípravovne vody bude zariadenie na odčerpávanie a uskladňovanie chemikálií, ktoré bude vybudované v osobitnej miestnosti, prijímať, odčerpávať, uskladňovať a nakladať so všetkými chemikáliami, ktoré bude elektráreň využívať. Z chemikálií - pri zohľadnení použitého množstva chemikálií potrebného na normálnu prevádzku elektrárne - je potrebné uskladnenie množstva nevyhnutného minimálne na 30 dní. V záujme toho, aby sa chemikálie nedostali do prostredia, budú vybudované príslušné záchranné nádrže. V budove, kde budú uskladňované chemikálie, budú okolo zásobníkov na chemikálie vybudované nádrže na zhromažďovanie chemikálií, ako aj podlahové žľaby, odkiaľ sa

prípadné odtekajúce chemikálie dostanú do zariadenia na nakladanie s odpadovou vodou obsahujúcou chemikálie, ktorá bude potom neutralizovaná. Pri nádržiach na uskladňovanie chemikálií budú vybudované príslušné čerpadlá, ktoré budú chemikálie posúvať ďalej. Na odsun chemikálií, ktorých skupenstvo nie je tekuté, bude vybudované príslušné pneumatické zariadenie. Odčerpané množstvo uskladnených chemikálií bude ďalej posunuté za pomoci vysokozdvižného vozíka alebo zdvíhadla.

Názov	Uskladnené množstvo
Zásobník na hydrazín a amoniak	
Hydroxid amónny	1 m^3
Hydrazín	3 t
Zásobník na hydrogén	13 m^3
Sklad chemikálií	
Kyselina dusičná	4 m^3
Kyselina sírová	7 m^3
Úpravňa vody	
Kyselina chlorovodíková	53 m^3
Hydroxid sodný	40 m^3
Uskladňovanie bóru	2 x 3 t

23. tabuľka: Uskladňovanie chemikálií v období prevádzkovania

7.7.8 DIESELOVÉ GENERÁTORY

Zásobovanie bezpečnostných zariadení elektrickou energiou v prípade poruchy zabezpečujú 4 dieselové generátory, každý s výkonom ~7,5 MW na jeden blok, pričom teplo, ktoré produkujú samotné palivá a ktoré sa dostáva dovnútra, predstavuje na jednu jednotku 18,75 MW_{th}. Ktorýkoľvek z generátorov je schopný zabezpečiť potrebné zásobovanie elektrickou energiou pre prípad núdzového zastavenia. V záujme bezpečného zastavenia je potrebné na jeden blok zabezpečiť plynulú 168-hodinovú prevádzku dieselového generátora. Potrebná skladovacia kapacita tak spolu predstavuje (popri výhrevnosti 42 MJ/kg; špecifickej hmotnosti 0,83 kg/l a účinnosti 40 %) ~325 m^3 na prevádzku 1 dieselového generátora. V záujme zabezpečenia redundancie zásobovania bezpečným palivom bude každá jednotka dieselového generátora disponovať osobitným zásobníkom na palivo, z ktorých každý zabezpečí k 168-hodinovej prevádzkepotrebné množstvo dieselového paliva. Podľa tohto budú v budovách dieselových generátorov zriadené 3 8 x 325 m^3(teda celkovo 2600 m^3) kapacity, ktoré budú vhodné na uskladňovanie dieselových palív.

Dieselové generátory fungujú - za normálnych prevádzkových podmienok - podľa predpokladov len v testovacej prevádzke, na jednu jednotku to bude osobitne mesačne v priemere 8 hodín, doba testovacej prevádzky predstavuje ročne maximálne 8x8x12, teda 768 hodín.

7.7.9 POMOCNÝ KOTOL

Počas zriadenia, ako aj v období prevádzky, budú vybudované dva pomocné elektrické kotly, každý s výkonom 15 MW na zabezpečenie množstva pary potrebného na zrýchlenie spustenia bloku. Kotly budú napájané z 10 kV elektrickej siete a spolu dokážu zabezpečiť paru o 46 t/h 12 bar / 192°C.[34]

7.7.10 TECHNICKÉ ZARIADENIE BUDOV

Vetracie zariadenia jadrovej elektrárne zabezpečujú zabránenie alebo zníženie šírenia rádioaktívnych látok v rámci zariadenia, ako aj klimatické pomery slúžiace na udržanie kvalifikovaného stavu, ktorý je potrebný pre personál a / alebo jednotlivé zariadenia.

7.7.11 SYSTÉM STLAČENÉHO VZDUCHU

Množstvo stlačeného vzduchu potrebné pre primárny a sekundárny okruh poskytujú kompresorové stanice a zariadenia na sušenie vzduchu. Vo všeobecnosti zásobujú primárny a sekundárny okruh na každý blok dve stanice zabezpečujúce stlačený vzduch.

7.7.12 SYSTÉM DIAĽKOVÉHO TEPLA

Úlohou súčasného systému mestského vykurovania Jadrovej elektrárne v obci Paks je:

- zásobovanie výmenníkov tepla tepelných centrál nachádzajúcich sa v obytnej oblasti na strane primárneho okruhu horúcou vodou a tým zabezpečenie vykurovania obytnej oblasti;
- Zásobenie obce Paks úžitkovou teplou vodou, resp. napájanie vykurovacieho systému elektrárne.

Maximálne potrebné množstvá na vykurovanie mesta je možné predpokladať vo výške asi 30 MW_{th}, súčasný systém disponuje istou predimenzovanou rezervou. Systém mestského vykurovania bol vybudovaný so sieťovými prvkami za pomoci magistrálneho napájacieho a vratného plynovodu (nominálna napájacia a vratná teplota / : 130 / 70 °C, v prípade pretrvávajúceho chladu 150 / 70 °C).

Tri hlavné jednotky mestského vykurovacieho systému:

- Tepelné centrály (výmenníky tepla);
- Cirkulačný systém;
- Systém dodatkovej vody.

Vybudovaním nových blokov sa vybudovanie mestského vykurovacieho systému plánuje priviesť na rovnakú úroveň so systémom, ktorý je v prevádzke momentálne, takže by sa para z prieduchov turbín, ktoré sa nanovo vybudujú, dostala na jeden spoločný rozdeľovač, potom po rozdeľovači by sa vybudovali výmenníky tepla na základe tepelných požiadaviek pri zohľadnení výkonu približne 30 MW. Výmenníky tepla, cirkulácia, rozdeľovače kompletného systému je možné umiestniť do osobitnej časti budovy. [35]

7.8 AUTOMATIZAČNÁ TECHNIKA

Úlohou systému automatizačnej techniky je usmerňovanie bezpečného a spoľahlivého procesu produkcie energie zo strany elektrárne, ako aj znižovanie pravdepodobnosti výskytu chýb, prevádzkovej poruchy, resp. pravdepodobnosti výskytu úrazu na akceptovateľnú mieru. Systém automatizačnej techniky v celkovej miere dozerá na technologické procesy, respektíve procesy výroby energie, automaticky ich usmerňuje, generuje identifikáciu javov, ktoré nie sú bežné, respektíve s nimi nakladá prostredníctvom redundantných riešení.

Neustálu kontrolu procesov a zariadení, ktoré sú k fungovaniu elektrárne potrebné, sú však pre životné prostredie, respektíve pre obyvateľov negatívne, prípadne znamenajú pre nich určité riziko, zabezpečujú monitorovacie prvky a systémy nezávislé od riadenia technologických procesov.

7.9 ELEKTRICKÉ SYSTÉMY

Systém elektrickej energie nových blokov jadrovej elektrárne tvoria z hľadiska zaťaženia životného prostredia na jeden blok tri jednofázové hlavné transformátory, dva trojfázové transformátory určené pre domácnosti a jeden rezervný trojfázový transformátor zapaľovania/sieťový transformátor. [36]

Hlavný transformátor

Činný výkon: min. 1 200/3 MW (~1 500/3 MVA)
Množstvo: 3 ks jednofázového transformátora
Množstvo oleja: ~ 90 ton / jednofázový transformátor; ~270 ton / 3 ks jednofázového transformátora
Maximálne hlukové zaťaženie: ~75 dB / transformátor

Normálny transformátor na využitie v domácnosti

Činný výkon: ~70 MW (~90 MVA)
Množstvo: min. 2 ks
Množstvo oleja: ~ 33 ton / transformátor; ~66 ton / 2 ks
Maximálne hlukové zaťaženie: ~70 dB / transformátor

Rezervný transformátor zapaľovania/sieťový transformátor

Odporúča sa počítať s aspoň jedným transformátorom rovnakého výkonu, aký má normálny transformátor určený na využitie v domácnosti na každý blok.
Činný výkon: ~70 MW (~90 MVA)
Množstvo: 1 ks
Množstvo oleja: ~33 ton
Maximálne hlukové zaťaženie: ~70 dB

Odhadované množstvo oleja vyššie uvedeného hlavného transformátora, transformátora vhodného na využitie v domácnosti a rezervného transformátora je celkovo: ~370 ton / blok.

Pod transformátormi sa vytvoria zábrany a to za účelom zabránenia prípadnému znečisteniu olejom.

7.10 ARCHITEKTÚRA

7.10.1 ÚROVEŇ ZÁKLADOV PLÁNOVANÝCH BLOKOV

V skúmanej oblasti tvoria pôdne prostredie do 10 m hĺbky vo všeobecnosti nánosy s jemnými zrnkami, nízkou kohéziou a tiež uvoľnená sutina. Konzistencia usadenín s jemnejšími zrniečkami sa zvyčajne mení, pričom ide o kompresibilné vrstvy s nízkou plasticitou a nízkou zaťažiteľnosťou. Pod nimi sa nachádza pieskový artérny útvar, ktorý je stredne hustý, vhodný na zakladanie a tiež vhodný z hľadiska zaťaženia, vďaka svojmu rozdeleniu zrniek je však citlivý na eróziu a dynamické vplyvy (napr. zemetrasenie) a pod vodou na skvapalnenie. Nad bahnitými, hlinistými šošovkami môže zrážková voda presakujúca smerom dole pri uviaznutí vytvárať tzv. šošovky zavesenej vody. Hladina zavesenej vody je pri priemernom stave spodnej vody vždy vyššie ako hladina spodnej vody.

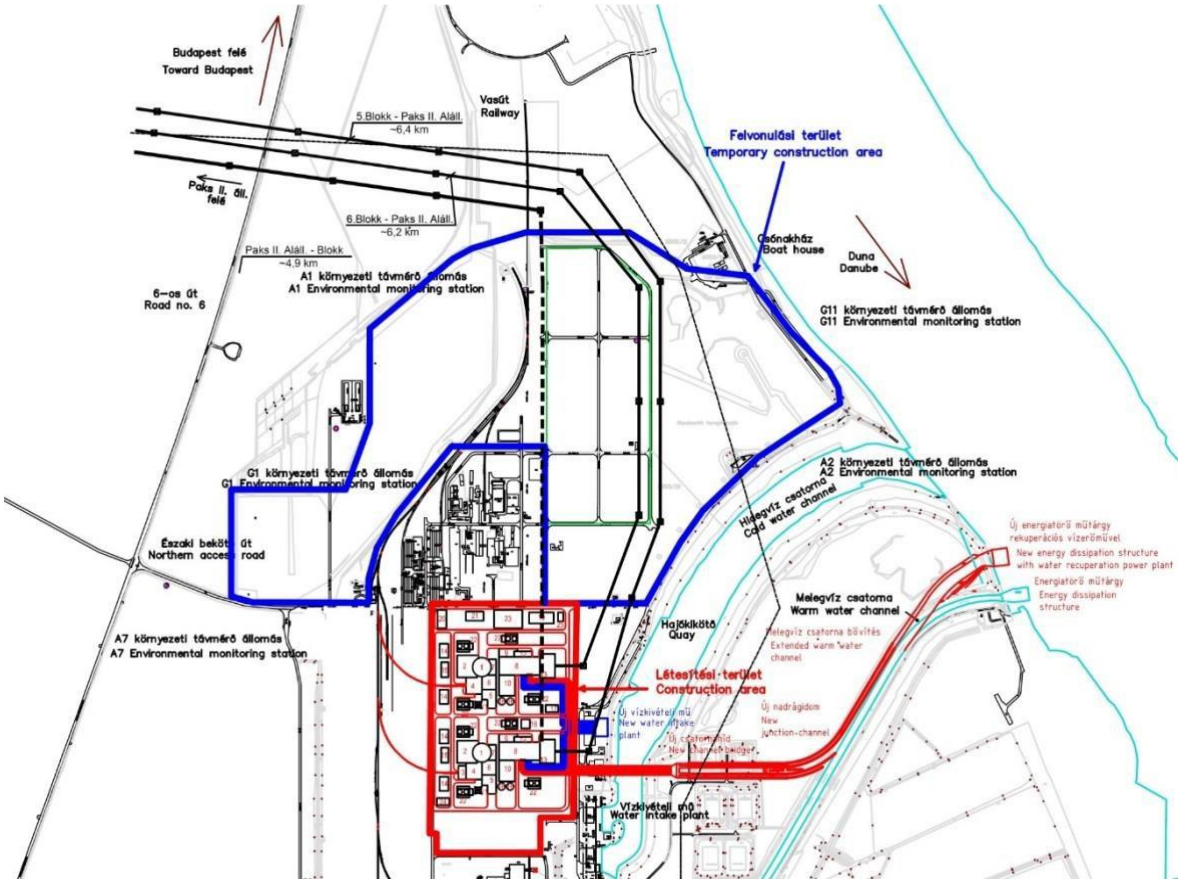
Budúca prevádzka Paks II Snímali sme bežnú ± 0,00 úroveň jadrovej elektrárne na úrovni 97 mBf.

Pri zohľadnení predpokladaných východiskových údajov sú odhadované hĺbky zakladania nasledovné:

- Súbor budov reaktora (jadrový ostrov), budova turbíny, dieselové generátory a ostatné budovy tvoriace súčasť bezpečnostného systému. Ich predpokladaná hĺbka založenia - v závislosti od miesta potrebného na príslušné technológie, ako aj z dôvodu významného dynamického zaťaženia skupiny turbostrojov - sa očakáva na úrovni ~14-20 m. Na týchto miestach plánujeme využiť zakladanie na doske opierajúce sa o oceľobetónové pilóty.
- Ostatné budovy, ktoré netvoria súčasť bezpečnostného systému. V prípade ostatných budov, ktoré neobsahujú technologické zariadenia spôsobujúce významné dynamické zaťaženie predpokladáme použitie hĺbkového zakladania na rovine alebo zakladania na doske, pričom naše predpoklady súvisia s čiastočnou výmenou pôdy. Odhadované hĺbky zakladania sa pohybujú okolo 2-6 m.

7.10.2 SITUAČNÝ PLÁN JADROVEJ ELEKTRÁRNE PAKS II

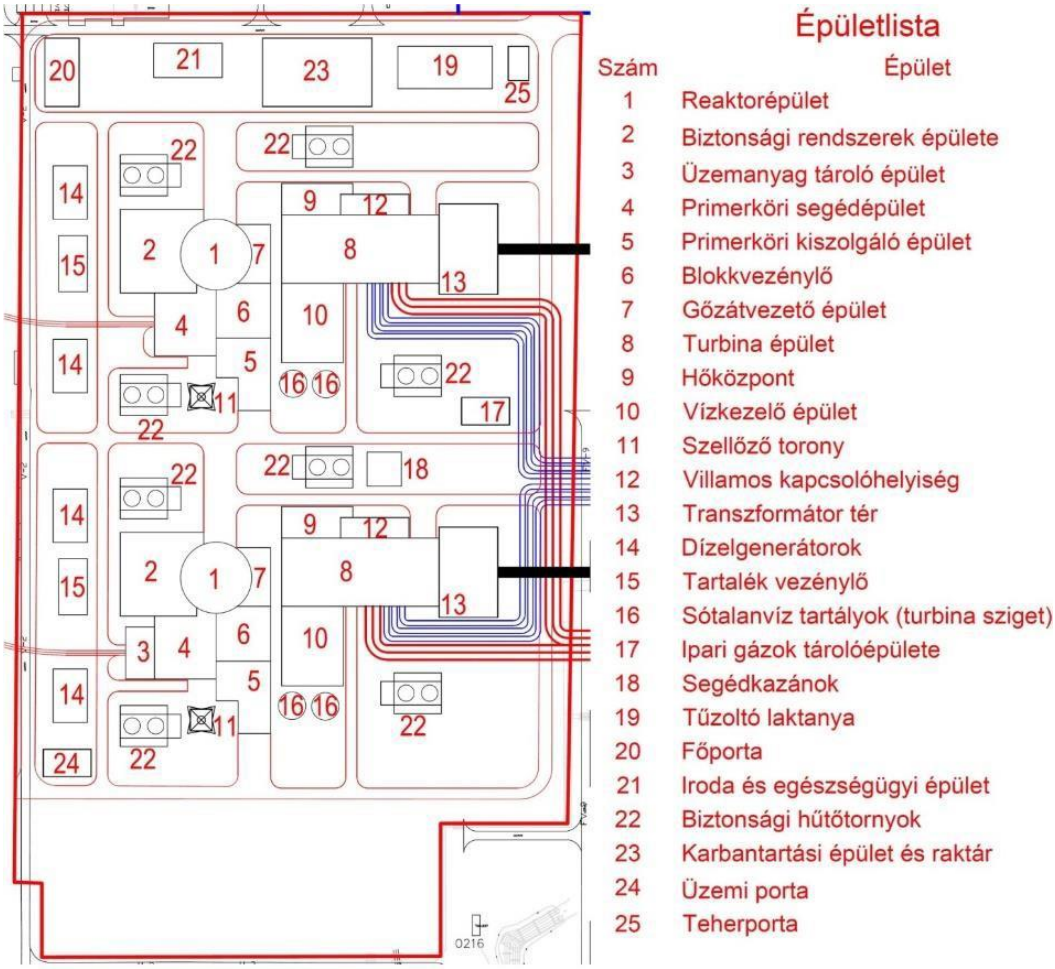
Na situačnom pláne, ktorý bol vyhotovený k dopadovej štúdii na životné prostredie sme budovy a stavby umiestnili pri zohľadnení technologických jednotiek vyžadujúcich si čo možno najväčší priestor. V neskorších fázach prác sú možné v ich usporiadaní a rozmeroch z dôvodu úvah týkajúcich sa funkčnosti, stavebnej fyziky, konštrukcii budov, odolnosti proti zemetraseniam, ako aj úvah týkajúcich sa protipožiarnej ochrany, zmeny.



Budapest felé	V smere na Budapešť
5. blokk – Paks II. Aláll.	5. blok – Podstanica prevádzky Paks II
Vasút	Železnica
Paks II. Áll felé	V smere na stanicu prevádzky Paks II
6. blokk – Paks II. Aláll.	6. blok – Podstanica prevádzky Paks II
Felvonulási terület	Stavenisko
6-os út	Cesta číslo 6
Paks II. Aláll	Blokk - Podstanica prevádzky Paks II – Blok
A1 – környezeti távmérő állomás	A1 – Stanica na monitorovanie životného prostredia
Csónakház	Lodenica
Duna	Dunaj
G11 környezeti távmérő állomás	G11 Stanica na monitorovanie životného prostredia
G1 környezeti távmérő állomás	G1 Stanica na monitorovanie životného prostredia
A2 környezeti távmérő állomás	A2 Stanica na monitorovanie životného prostredia
Hidegvíz csatorna	Studenovodný kanál
Északi bekötő út	Severná prístupová cesta
A7 környezeti távmérő állomás	A7 Stanica na monitorovanie životného prostredia
Melegvíz csatorna	Teplovodný kanál
Hajókikötő	Lodný prístav
Létesítési terület	Oblasť zriadenia
Melegvíz csatorna bővítése	Rozšírenie teplovodného kanála
Új nadrágidom	Nová nohavicová tvarovka
Új vízkivételi mű	Nová prečerpávacia stanica
Új csatornahíd	Nový potrubný most
Új energiatörő műtárgy rekuperációs erőművel	Nový technický objekt na rozrážanie energie s rekuperačnou vodnou elektrárňou
Energiatörő műtárgy	Objekt na rozrážanie energie
Vízkivételi mű	Prečerpávacia stanica

34.obrázok: Situačný plán inštalácie prevádzky Paks II - Prehľadová mapa

7.10.3 SITUAČNÝ PLÁN CHARAKTERISTICKÉ ZNAKY BUDOV, STAVIEB



Zoznam budov	
číslo	Budova
1	Budova reaktora
2	Budova bezpečnostných zariadení
3	Budova na skladovanie paliva
4	Pomocná budova primárneho okruhu
5	Prevádzková budova primárneho okruhu
6	Velín
7	Budova prevádzajúca paru
8	Budova turbíny
9	Tepelná centrála
10	Budova na úpravu vody
11	Vetracia veža
12	Spínacia stanica
13	Priestor transformátora
14	Dieselový generátor
15	Riadiaca miestnosť pre rezervu
16	Nádrže na odsolenú vodu (ostrov turbíny)
17	Budova na skladovanie priemyselných plynov
18	Pomocné kotly
19	Požiarna stanica
20	Hlavná vrátnica
21	Kancelárie a budova pre zdravotnícke záležitosti
22	Bezpečnostné chladiace veže
23	Budova údržby a sklad
24	Prevádzkový príjem
25	Príjem nákladu

35. obrázok: Umiestnenie budov a stavieb Paks II. na situačnom pláne inštalácie

Charakteristika budov a stavieb prevádzky Paks II je založená na údajoch, ktoré je možné nájsť v oznámení údajov dodávateľa a ktoré sú dostatočne detailné nato, aby sme na základe nich dokázali stanoviť základné údaje dopadovej štúdie na životné prostredie. Kde sme nenašli údaje, tam sme vychádzali z konštrukcií existujúcej jadrovej elektrárne. Je potrebné, aby boli niektoré stavby a budovy umiestnené na stavenisku dimenzované z hľadiska protipožiarnej ochrany a tiež z hľadiska ochrany proti zemetraseniu .

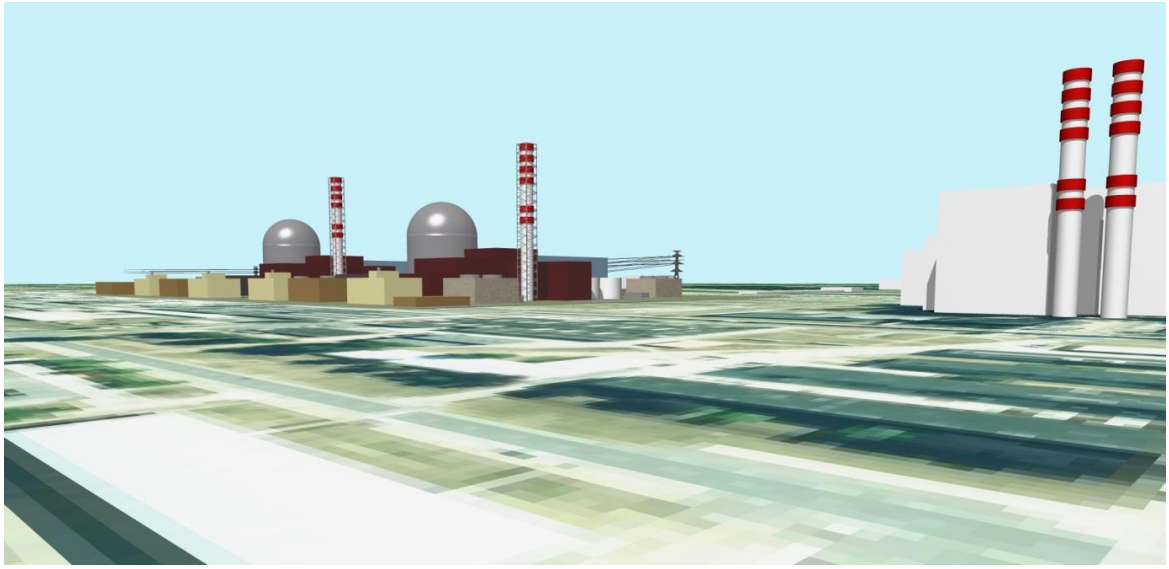
7.10.4 VIZUÁLNE PLÁNYPREVÁDZKY PAKS II

Pohľad na komplex budov prevádzky Paks II, ako aj na súvisiace elektrické vedenia znázorňujeme z pohľadu vtáčej perspektívy, resp. z úrovne očí a to na základe nasledovných hľadísk:

- 1. hľadisko: Z juhozápadného smeru od prevádzky, približne z časti medzi Jadrovou elektrárňou v obci Paks a prevádzkou Paks II
- 2. hľadisko: Zo severozápadného smeru, z hľadiska oblasti, kde sa bude stavať

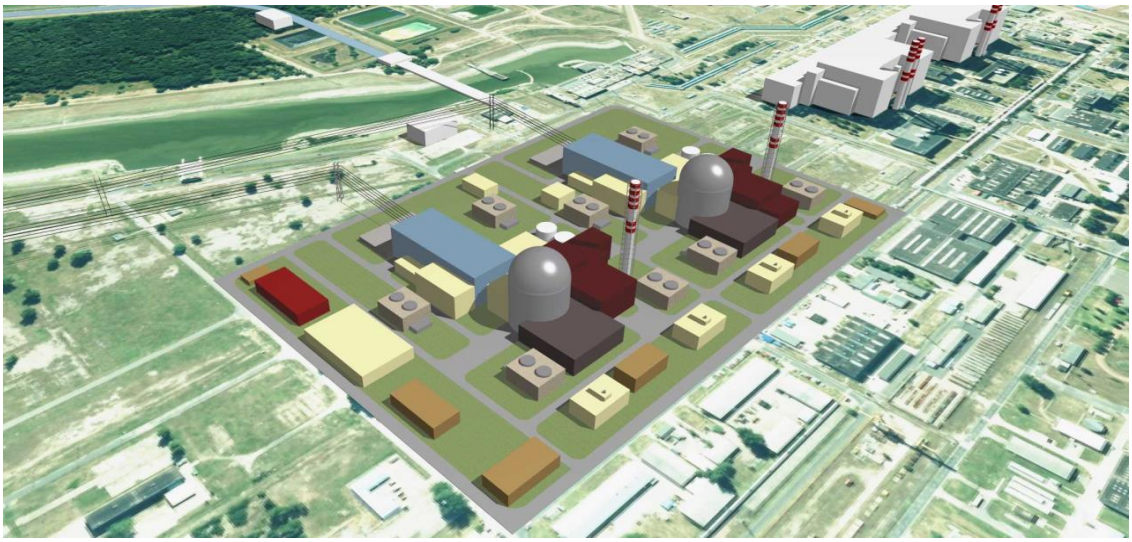
1. HĽADISKO

36. obrázok: Letecká snímka plánovaných blokov a 400 kV vedenia – z juhozápadu Plánované bloky a 400 kV-ové vedenie z vtáčej perspektívy –

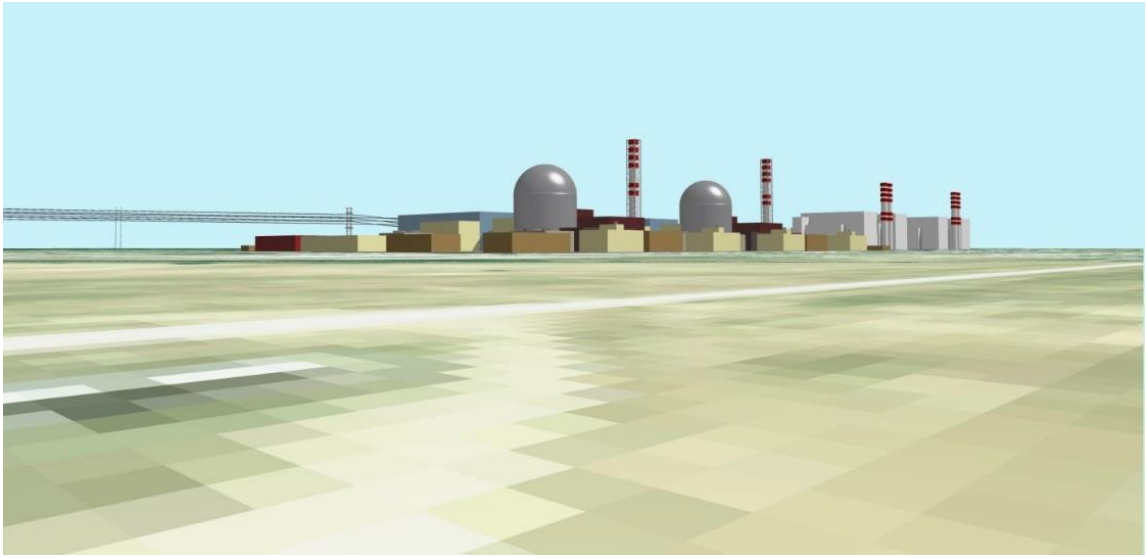


37. obrázok: Vizualizácia plánovaných blokov a 400 kV-ového vedenia – z juhozápadu

2. *HĽADISKO*



38. obrázok: Letecká snímka plánovaných blokov a 400 kV-ového vedenia – zo severozápadu



39. obrázok: Plánované bloky a 400 kV-ové vedenie z úrovne očí – zo severozápadu

7.11 KRITÉRIÁ PRIJATEĽNOSTI SÚVISIACE S JEDNOTLIVÝMI PREVÁDZKOVÝMI STAVMI

7.11.1 NORMÁLNA PREVÁDZKA

Prevádzkový stav	Názov	Výskyt f [1/rok])	Nadmerné žiarenia týkajúce sa obyvateľstva	
			Kritérium	Prognóza VVER-1200
TA1	Normálna	1	20 ěSv/rok	< 2 ěSv/rok

24. tabuľka: Kritériá akceptácie - normálna prevádzka [30]

7.11.2 UDALOSTI ZAHRNUTÉ DO PROJEKTOVÉHO ZÁKLADU

Prevádzkový	Názov	Výskyt f [1/rok]	Nadmerné žiarenia týkajúce sa obyvateľstva	
			Kritérium	Prognóza VVER-1200
TA2	Očakávané prevádzkové okolnosti	$f \geq 10^{-2}$	100 ěSv/rok	< 60 ěSv/rok*
TA3	Zriedkavé projektové prevádzkové poruchy	$10^{-2} > f \geq 10^{-4}$	1 mSv/udalosť	< 1 ěSv/udalosť
TA4	Veľmi zriedkavé projektové prevádzkové	$10^{-4} > f \geq 10^{-6}$	5 mSv/udalosť	< 3,4 mSv/udalosť

Podľa Národného bezpečnostného úradu nesmie dávka pre obyvateľstvo presiahnuť hodnotu obmedzenej dávky (90 µSv), ktorá je nižšia ako je kritérium podľa tabuľky (100 µSv), ale zároveň vyššia ako predpokladaná hodnota (60 µSv).

25. tabuľka: Kritériá akceptácie – udalosti zahrnuté do projektového základu [30]

7.11.3 PLATNÉ MEDZINÁRODNÉ A MAĎARSKÉ PREDPISY O UDALOSTIACH PRESAHUJÚCICH RÁMEC PROJEKTOVÉHO ZÁKLADU

PLATNÉ MEDZINÁRODNÉ A MAĎARSKÉ PREDPISY (PODĽA STAVU NBSZ Z 20. OKTÓBRA 2014E)		
Volume 2 - GENERIC NUCLEAR ISLAND REQUIREMENTS Chapter 1 - SAFETY REQUIREMENTS	***Príloha číslo 3-118/2011. (VII. 11.) k nariadeniu vlády*** ***Jadrové bezpečnostné predpisy*** **3. zväzok: Požiadavky týkajúce sa plánovania jadrových elektrární**	**16/2000. Ministerstva zdravotníctva číslo 16/2000 (VI. nariadenie Ministerstva zdravotníctva o vykonávaní jednotlivých ustanovení zákona číslo CXVI z roku 1996 o jadrovej energii**
2.5.1 Off-site release Targets for Severe Accidents **2.5.2** Off-site release Targets for Complex Sequences **Appendix B 1.** Criteria for Limited Impact for DEC	**3.2.4.0700** V prípade nových blokov jadrovej elektrárne je potrebné za účelom splnenia kritéria týkajúceho sa obmedzeného vplyvu na životné prostredie v súvislosti s okolnosťami, ktoré majú za následok prevádzkový stav TAK1 a v prípade nových blokov jadrovej elektrárne pri zohľadnení predpisov uvedených v bode 3.2.2.4100, vzhľadom na udalosti, ktoré vedú k prevádzkovému stavu TAK2 dokázať, že	**zásahové úrovne vzťahujúce sa na zaťaženie žiarením v prípade núdzového stavu** *Zásahová úroveň:* Ekvivalentná dávka je taká hodnota dávky alebo účinnej dávky, ktorej je možné sa vyhnúť a pri dosiahnutí ktorej je potrebné vziať do úvahy intervenčné opatrenia. Dávka, ktorej je možné sa vyhnúť alebo odvodená hodnota sa vzťahuje vyslovene len na tú trasu ožiarenia v rámci cestnej komunikácie alebo na tie trasy cestnej komunikácie, na ktorú, respektíve na ktoré smeruje samotné opatrenie.
no Emergency Protection Action beyond 800 m from the reactor during releases from the containment *Emergency Protection Action:* 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.	a) vo vzdialenosti väčšej než 800 m od jadrového reaktora nie je nevyhnutné prijímať skoré opatrenia týkajúce sa núdzovej situácie, teda nie je nevyhnutné súrne evakuovať obyvateľstvo;	**Izolácia:** efektívna dávka 10 mSv po obdobie nie dlhšie ako 2 dni **Evakuácia:** efektívna dávka 50 mSv po obdobie nie dlhšie ako 1týždeň **Jódová profylaxia:** 100 mGy dávka absorbovaná štítnou žľazou

no Delayed Action at any time beyond about 3 km from the reactor *Delayed Action:* 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.	*b*) vo vzdialenosti väčšej než 3 Km od jadrového reaktora nie sú potrebné žiadne neskoršie ochranné opatrenia, teda nie je potrebné dočasné presídlenie obyvateľstva;	**Dočasné presídlenie:** 30 mSv/mesiac efektívna dávka (ukončenie 10 mSv/mesiac účinná dávka)
no Long Term Action at any distance beyond 800 m from the reactor *Long Term Action:* 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.	*c)* vo vzdialenosti väčšej než 800 m od jadrového reaktora nie sú potrebné žiadne neskoršie ochranné opatrenia, teda nie je potrebné konečné presídlenie obyvateľstva;	**Konečné vysídlenie:** efektívna dávka počas celej dĺžky života >1 Sv/
limited economic impact: restrictions on the consumption of foodstuff and corps shall be limited in terms of timescale and ground area	*d)* mimo oblasti jadrovej elektrárne prichádzajú do úvahy len hospodárske vplyvy v obmedzenej miere	
Appendix B 2. Release Targets for Design Basis Category 3 and 4 Conditions (1) no action beyond 800 m (2) limited economic impact	**3.2.4.0100.** Vzhľadom na procesy, ktoré vychádzajú z počiatočných udalostí a ktoré sú výsledkom prevádzkového stavu TA2-4 je potrebné preukázať, že dávka pre dotknutú skupinu obyvateľstva neprekročí: *a)* V prípade nových blokov jadrovej elektrárne: *aa)* V prípade procesu vychádzajúceho z počiatočných okolností, ktoré majú za následok prevádzkový stav TA2, dávkové obmedzenie, (90μSv/ročne) *ab)* V prípade procesu vychádzajúceho z počiatočných okolností, ktoré majú za následok prevádzkový stav TA3, hodnotu udalosti 1 mSv *ac)* V prípade procesu vychádzajúceho z počiatočných okolností, ktoré majú za následok prevádzkový stav TA4 hodnotu udalosti 5 mSv	***Príloha číslo 2 k nariadeniu Ministerstva zdravotníctva číslo 16/2000 (VI. 8.)*** ***I. Dávkové obmedzenia, úroveň činnosti koncentrácií radónu vzťahujúca sa na zamestnancov*** 4.2. Suma externých a interných zaťažení žiarením, ktoré pochádza z umelých zdrojov obyvateľstva - s diagnostickými a terapeutickými zásahmi, bez profesionálnej starostlivosti o chorého, okrem zaťaženia žiarením, ktoré je spojené s dobrovoľnou účasťou na lekárskom výskume - nepresiahne ročné **efektívne dávkové obmedzenie 1 mSv** . **Za mimoriadnych okolností, vzhľadom na individuálny rok, môže OTH povoliť aj vyššie obmedzenie účinnej dávky,** za predpokladu, že od daného roka nepresiahne všeobecné individuálne zaťaženie žiarením po dobu piatich nasledujúcich rokov ročnú účinnú dávku 1 mSv. Bez ohľadu na vyššie uvedené obmedzenie stanovené na účinnú dávku predstavuje ročné ekvivalentné obmedzenie dávky vzťahujúce sa na očné šošovky 15 mSv. Na pokožku - v priemere na oblasť 1 cm2, - predstavuje ročné ekvivalentné obmedzenie dávky vzťahujúce sa na končatiny 50 mSv.

26. tabuľka: Platné medzinárodné a maďarské predpisy o udalostiach presahujúcich rámec projektového základu

7.11.4 ROZHODUJÚCE UDALOSTI

V súvislosti s každým prevádzkovým stavom nových plánovaných VVER-1200 blokov je možné stanoviť okolnosti, ktoré súvisia v rámci daného prevádzkového stavu s najväčším množstvom emisií vypúšťaných do životného prostredia. Prípady súvisiace s predchádzajúcim vydávaním údajov je potom neskôr možné preskúmať na základe podrobného technického plánu.

7.12 VPLYV VÝSTAVBY PAKS II

7.12.1 OBLASTI VÝSTAVBY PREVÁDZKY PAKS II A SÚVISIACICH OBJEKTOV

Počas výstavby nových blokov jadrovej elektrárne zapríčiní výstavba technologických častí elektrárne, ako aj výstavba súvisiacich zariadení potrebných k samotnej prevádzke, dotknutosť nižšie uvedených oblastí:

Súvisiace objekty Paks II

- Obsluhovacia plocha pri výstavbe elektrárne: *Pracovná oblasť*
- Oblasť výstavby nových blokov jadrovej elektrárne: *Prevádzková plocha*

Súvisiace objekty

Odčerpávanie čerstvej vody z rieky Dunaj: *teplovodný kanál, oblasť prečerpávacej stanice*

Odvádzanie zohriatej chladiacej vody: *teplovodný kanál, „ostrov“ uzavretý studenovodným a teplovodným kanálom„ostrov“, oblasť rekuperačnej elektrárne*

Blokové vedenia a elektrické vedenia

400 kV-ové blokové vedenie, ktoré pokračuje až po novú rozvodňu a trasa 120 kV-ového elektrického vedenia

7.12.2 OBLASTI VÝSTAVBY PREVÁDZKY PAKS II PLÁNOVANÉ FÁZY VÝSTAVBY

Proces výstavby nových blokov jadrovej elektrárne pozostáva z nasledovných hlavných krokov, s ktorými je možné začať až v momente, keď máme k dispozícii potrebné a platné povolenia týkajúce sa zriadenia a výstavby:

- Činnosti predchádzajúce výstavbe
  - Príprava pracovnej oblasti, úprava terénu
  - Odstránenie stavieb, budov, dlažby nachádzajúcej sa v oblasti výstavby
  - Odkúpenie / odstránenie linkových zariadení nachádzajúcich sa na území výstavby
  - Presadenie / odstránenie rastlinstva nachádzajúceho sa na území výstavby
  - Odstránenie ornicovej vrstvy pôdy / jej osobitné deponovanie
  - Vybudovanie infraštruktúry
  - Pre stavebných robotníkov výstavba kancelárií, sociálnych blokov
- Činnosti spojené s výstavbou a inštaláciou
  - Vytvorenie stavebnej jamy
  - Inštalácia podzemnej steny /štetovnicovej steny
  - Položenie základov
  - Odvodnenie stavebnej jamy až po stúpanie nad úroveň prác súvisiacich s pilótovaním / základových prác do ukončenia ostatných odvodňovacích montážnych prác
  - Výstavba súboru budov reaktora (jadrový ostrov), ako aj výstavba s ním súvisiacej budovy turbíny
  - Výstavba osobitných budov a budov neobsahujúcich technologické zariadenia,
  - Výstavba závodu na odčerpávanie vody
  - Výstavba pripájajúcich sa zariadení
  - Rozšírenie studenovodného a teplovodného kanála
  - Vytvorenie rozvetvenia pre teplovodný kanál
  - Výstavba rekuperačnej elektrárne
  - Výstavba chladiacich článkov
  - Výstavba blokových vedení, elektrických vedení
  - Technologická montáž

- Úprava terénu v oblasti, kde sa elektrárneň nachádza

❖ Procesy predchádzajúce prevádzke

- Uvedenie do prevádzky
- Prevádzkové kontroly
- Samostatné kontroly zariadení (bezpečnostné, iné než bezpečnostné)
- Prevádzkové (komplexné) kontroly technologických zariadení (bezpečnostné, iné než bezpečnostné)
- Umiestnenie prvej nálože / testy
- Prevádzkové kontroly blokov
- Paralelné zapojenie
- Skúšobná prevádzka
- Garančné merania

Súvisiace objekty, ktoré spadajú pod osobitný proces schvaľovania (nové elektrické rozvodne, medzisklad vyhoreného paliva) sa budú realizovať podľa harmonogramu výstavby jednotlivých blokov.

7.12.3 PLÁNOVANÝ ČASOVÝ ROZVRH PRÁC TÝKAJÚCICH SA ZRIADENIA PREVÁDZKY PAKS II

Predpokladané termíny týkajúce sa jednotlivých fáz výstavby sú uvedené v nasledovnej tabuľke, ich predpokladom je však plynulý priebeh procesu schvaľovania, ako aj to, že medzi výstavbou dvoch blokov uplynie obdobie 5 rokov:

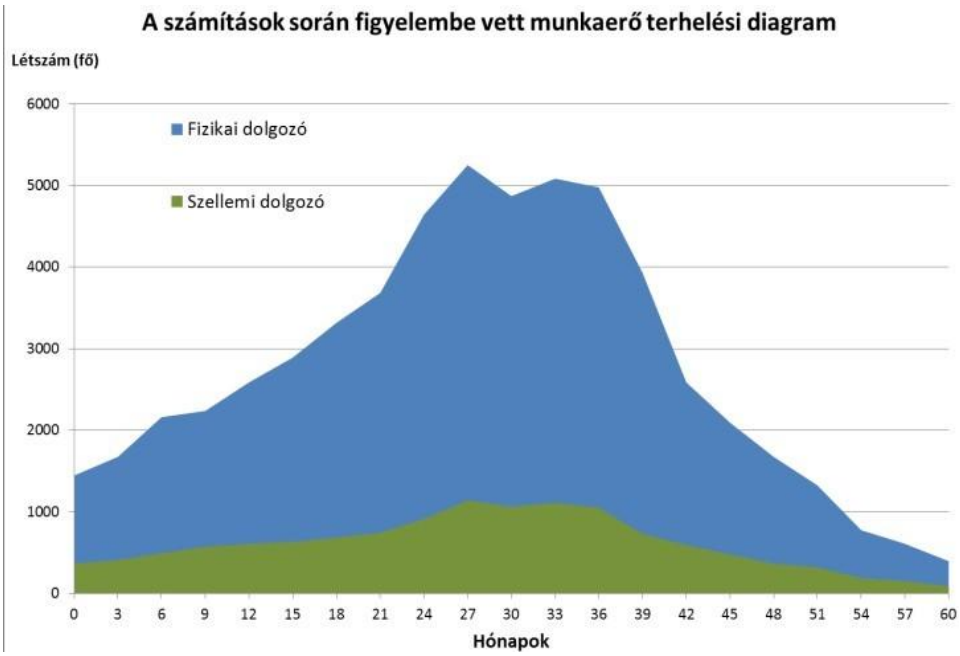
Činnosť	**Súvisiac e objekty**	
	1. blok	**2. blok**
Spustenie procesu získavania povolení týkajúcich sa životného prostredia	2014	
Práce súvisiace s odstraňovaním stavieb na území výstavby	2017-2022	
Príprava plánov týkajúcich sa získania povolení a samotnej realizácie	2018-2019	
Úprava terénu	2018-2019	
Získanie povolení potrebných k začatiu výstavby	2018-2020	
Začiatok výstavby	2020	2025
Položenie základov	2020-2021	2025-2026
Výstavba konštrukcií, montáž	2022-2023	2027-2028
Skúšky, uvedenie do prevádzky	2024	2029
Umiestnenie prvej nálože	2024	2029
Prvé paralelné zapojenie	2024	2029
Začiatok skúšobnej prevádzky	2025	2030
Začiatok komerčnej prevádzky	2025	2030

27. tabuľka: Harmonogram výstavby blokov prevádzky Paks II.

7.12.4 ĽUDSKÉ ZDROJE POTREBNÉ NA OBDOBIE VÝSTAVBY

Predpokladaný čas potrebný na výstavbu jedného bloku predstavuje 5 rokov. Začiatok výstavby druhého bloku sme pri zohľadnení všetkých skutočností posunuli o 5 rokov. Na obdobie výstavby v prípade 1 bloku (na základe prednášok dodávateľa zodpovedného za technologické služby) sme brali do úvahy maximálne 5250 pracovníkov.

Z hľadiska časového rozdelenia pracovných síl sme za základ použili rozdelenie pracovných síl podľa PÖYRY ERŐTERV (plán rozdelenia pracovných síl).



A számítások során figyelmbe vett munkaerő terhelési diagram	Diagram zaťaženia pracovnej sily, ktorý sme počas výpočtov zohľadnili
Létszám (fő)	Počet (osoby)
Fizikai dolgozó	Zamestnanci pracujúci fyzicky
Szellemi dolgozó	Zamestnanci pracujúci duševne
Hónapok	Mesiac

40. obrázok: Diagram zaťaženia zamestnancov závodu zohľadnený pri výpočtoch [33], [37], [38]

7.13 CHARAKTERISTICKÉ ZNAKYPREVÁDZKY PAKS II

7.13.1 PLÁNOVANÝ ČASOVÝ ROZVRH PRÁC TÝKAJÚCICH SA PREVÁDZKY PAKS II

Paks II Začiatok komerčnej prevádzky 1. bloku je v roku 2025, začiatok komerčnej prevádzky 2 bloku je v roku 2030. Plánované prevádzkové obdobie plánovaných blokov jadrovej elektrárne predstavuje 60 rokov.

Podľa predpokladov bude Paks II, ako aj blok 1 a 2 spadať pod proces predlžovania prevádzkového obdobia, avšak v tejto štúdii neberieme tieto účinky do úvahy.

7.13.2 ĽUDSKÉ ZDROJE POTREBNÉ NA PREVÁDZKOVANIE NOVÝCH BLOKOV JADROVEJ ELEKTRÁRNE

Na základe analýzy ERBE je možné v prípade prevádzky jedného bloku počítať so stavom zamestnancov v počte 600, ktorý pozostáva zo 400 zamestnancov pracujúcich počas kmeňovej zmeny a 200 zamestnancov pracujúcich počas obyčajnej zmeny. Pri predpoklade 200 zamestnancov na zmeny, pri počte zmien 5 a pri práci 3 zamestnancov na zmeny denne dostaneme 120 osôb/denne, ktorí nebudú kmeňovými zamestnancami na zmeny, preto môžeme na prevádzke počítať s prítomnosťou 520 pracovníkov denne.

Od spustenia prevádzky 2. bloku budeme k prevádzkovaniu týchto dvoch blokov potrebovať 800 zamestnancov, z ktorých 300 bude pracovať na zmeny a 500 zase podľa vykonávania práce, aké prináleží „kmeňovému zamestnancovi na zmenu“ za deň. Pri predpoklade 300 zamestnancov na zmeny, pri počte zmien 5 a pri práci 3 zamestnancov na zmeny denne dostaneme 180 osôb/denne, ktorí nebudú kmeňovými zamestnancami na zmeny, preto môžeme na prevádzke počítať s prítomnosťou 680 pracovníkov denne.

Do počtu zamestnancov potrebných na zabezpečenie prevádzky sme nezapočítali zamestnancov zodpovedných za údržbárske práce, s ohľadom na súčasnú prax, podľa ktorej významný podiel týchto úloh bude zabezpečený prostredníctvom externých zdrojov.

Na základe údajov zverejnených zo strany dodávateľa jadrovej elektrárne predstavuje dodatočný počet

zamestnancov potrebných na veľké opravy, ktoré očakávame tak raz za 10 rokov, 1000 zamestnancov, čo zahŕňa 200 kmeňových zamestnancov a 800 zamestnancov na smenu denne. Pri predpoklade 5 smien a pri vykonávaní práce 3 pracovníkmi denne dostaneme 480 pracovníkov/denne, ktorí nebudú kmeňovými zamestnancami, takto môžeme v období údržby počítať na prevádzke s prítomnosťou 680 zamestnancov denne, teda okrem zamestnancov predstavujúcich prevádzkový personál. [37], [38]

7.13.3 CHARAKTERISTICKÉ ZNAKY NOVÝCH BLOKOV JADROVEJ ELEKTRÁRNE

7.13.3.1 Kontrola, dostupnosť, údržba

Elektrický výkon nových blokov jadrovej elektrárne je nastaviteľný medzi 50-100% a bude schopný prevádzky aj v režime nasledujúcom po zaťažení, ako aj v ostrovnej prevádzke. Rýchlosť blokov meniaca sa v závislosti od zaťaženia predstavuje aj v dolnom rozsahu 5 % / minúta (60 MW / minúta). Očakávaná ročná dostupnosť nových blokov jadrovej elektrárne bude >90 %, vrátane malých ročných údržbárskych prác a času potrebného na preloženie vyhoretých palív. Veľkú údržbu je možné očakávať každých 10 rokov a bude trvať približne 1 mesiac. Očakávaný čas potrebný na každoročnú údržbu predstavuje 20 kalendárnych dní (prekladanie palív a drobné opravy), pričom očakávaný čas veľkých prerušení prevádzky predstavuje 30 kalendárnych dní (veľká údržba primárneho a sekundárneho okruhu).

7.13.3.2 Ročné energetické údaje nových blokov jadrovej elektrárne

Názov	Merná jednotka	Hodnota/blok
Počet hodín maximálneho využitia	mesiac/rok	8 147
Inštalovaný elektrický výkon (brutto)	MW	1 200
Vlastná spotreba	MW	87
Vyrobená elektrická energia na jeden blok	GWh/rok	9 776
Elektrická energia vydaná na jeden blok	GWh/rok	9 068

28. tabuľka: Ročné energetické údaje

7.13.4 ROČNÁ MATERIÁLOVÁ A ENERGETICKÁ BILANCIA NOVÝCH BLOKOV JADROVEJ ELEKTRÁRNE

Ročnú materiálovú a energetickú bilanciu sme stanovili pri zohľadnení celkového zaťaženia a ročnej prevádzkovej doby zodpovedajúcej technickej prevádzkovej pohotovosti (8 147 hodín), čo teda predstavuje 2 x 1200 MW_e na jeden blok. V závislosti od zvolených hlavných zariadení sa môžu hodnoty uvedené v tabuľke líšiť.

Názov	Merná jednotka	Hodnota
Ročná výroba elektrickej energie brutto	GWh/rok	19 552
Vlastná spotreba elektrickej energie	GWh/rok	1 418
Ročná výroba elektrickej energie netto	GWh/rok	18 136
Spotreba palív	t/18 mesačne	64,6
Spotreba palivových článkov (palivo + kazety)	t/18 mesačne	96
Strategická palivová náplň	t	225,6
Použitie oleja		
Olejová náplň parných turbín	m^3	~240
Olejová náplň transformátorov	t	~804
Množstvo oleja hlavných transformátorov	t	~540
Množstvo oleja v prípade normálnej prevádzky transformátorov na využitie v domácnosti	t	~132
Množstvo oleja v prípade rezervnej prevádzky transformátorov na využitie v domácnosti	t	~66
Voskovanie a hydraulické oleje	t/rok	20
Dieselové generátory	m^3/168 hodina	2600
Vodíkové chladenie generátora		8 m^3
Mastiaci tuk	kg/rok	~280
Spotreba vody		
Spotreba technologickej vody		
Chladiaca voda kondenzátora (zahŕňa v sebe aj technologickú chladiacu vodu)	milión m^3/ročne	≈3 900
Odsolená voda	tisíc m^3	640

Spotreba vody na komunálne účely	m^3/rok	25 276
v čase maximálneho dopytu (druhý blok je v prevádzke, prvý blok bude vytvorený)	m^3/rok	235 790
Spotreba chemikálií		
Kyselina chlorovodíková (33% HCl)	m^3/rok	640
Hydroxid sodný (100% NaOH)	m^3/rok	480
Hydroxid amónny	m^3	15
Hydrazín	t	32
Kyselina dusičná	m^3	51
Kyselina sírová	m^3	80
Bór	t	62
Ostatné chemikálie úpravne vody (chemikálie na odstránenie chlóru, prostriedok zabraňujúci vzniku usadenín, chemikálie na čistenie)	t/rok	25
Technologická odpadová voda		
Odpadová voda z úpravne vody	tisíc m^3/rok	200
Množstvo kvapalného rádioaktívneho odpadu v primárnom okruhu	tisíc m^3/ročne	88
Množstvo kvapalného odpadu zo strojovne turbíny a z pomocných zariadení	tisíc m^3/ročne	350
Komunálna odpadová voda	m^3/rok	24 012
v čase maximálneho vzniku (prvý blok je v prevádzke, druhý blok bude vytvorený)	m^3/rok	224 110
Odpad		
Rádioaktívny odpad		
Rádioaktívny odpad s minimálnou aktivitou	m^3/rok	140
Rádioaktívny odpad so strednej veľkou aktivitou	m^3/rok	22
Rádioaktívny odpad s vysokou aktivitou	m^3/rok	1,0
Rádioaktívny odpad veľkých rozmerov, ktorý nie je možné recyklovať (a ktorý sa tvorí počas realizácie údržby/opráv)	m^3/rok	10
Tradičný nerádioaktívny odpad		
Odpad, ktorý nie je nebezpečný	t/rok	800
Nebezpečný odpad	t/rok	100

29. tabuľka: Materiálová a energetická bilancia prevádzky Paks II.

7.14 ODSTAVENIE NOVÝCH BLOKOV JADROVEJ ELEKTRÁRNE

7.14.1 STRATÉGIA DEMONTÁŽE, KTORÚ JE POTREBNÉ NASLEDOVAŤ V ČASE DEMONTÁŽE NOVÝCH BLOKOV JADROVEJ ELEKTRÁRNE

V tejto štúdii dopadov na životné prostredie sme v súvislosti s odstavením prevádzky Paks II zohľadnili možnosť okamžitej demontáže a to vzhľadom na medzinárodné tendencie a nasledovné hľadiská:

- súčasne platné právne predpisy zabezpečujú, že náklady spojené s demontážou budú k dispozícii ku koncu prevádzkovej doby
- zabezpečenie definitívneho umiestnenia rádioaktívneho odpadu, ktorý vznikne počas demontáže, je možné vyriešiť v časovom horizonte, ktorý máme k dispozícii
- nie je potrebné počítať so stratou znalostí potrebných v súvislosti s demontážou.

Proces demontáže nukleárneho zariadenia - v našom prípade jadrovej elektrárne - predstavuje dlhú a komplexnú činnosť. Aktuálne platný okruh úloh týkajúcich sa skutočnej demontáže, ich naplánovanie a podrobné vypracovanie je vždy špecifické s ohľadom na danú prevádzku a - zariadenie, a vo významnej miere závisí od stratégie zvolenej v súvislosti s demontážou daného zariadenia. Na stanovenie stratégie demontáže, ktorá sa bude v skutočnosti realizovať až po zastavení blokov, príde rad až neskôr, v podstatne dlhšom časovom horizonte a na základe podrobných analýz. V súvislosti s optimalizáciou v budúcnosti zvolenej stratégie odstavenia blokov je potom potrebné vzhľadom na vytvorenie medzinárodného programu konať v súlade so smernicou Rady číslo 2011/70/Euratom.

Proces schválenia zastavenia a demontáže - je potom potrebné uskutočniť minimálne o 60 rokov, najneskôr okolo roku 2080 a to pri zohľadnení aktuálneho stavu a aktuálnej legislatívy. [39]

7.14.2 FINANCOVANIE ČINNOSTÍ VYRAĎOVANIA ZARIADENÍ Z PREVÁDZKY, NÁKLADY NA TIETO ČINNOSTI

Podľa odseku (1) § 62 Zákona o jadrovej energii z číslo CXVI z roku 1996 (Atómový zákon) - hradí náklady spojené s vyradením nukleárnych zariadení Centrálny jadrový finančný fond ako osobitný štátny finančný fond (KNPA).

Orgán riadiaci Centrálny jadrový finančný fond predstavuje ministerstvo pod vedením určeného ministra.

Počas realizácie nových blokov je potrebné sa pripraviť na takú transformáciu KNPA, ktorá medzí iným umožní demontáž nových blokov v súlade so zákonom.

Náklady spojené s vyradením je možné na základe dnešnej úrovne poznatkov len odhadovať. Podľa predpovedí dodávateľa je možné vyzdvihnúť prognózu, že demontáž reaktorov nového typu bude podstatne jednoduchšia a pri jeho demontáži vznikne menej odpadu v porovnaní s tým, čo môžeme predpokladať v prípade demontáže v súčasnosti využívaných energetických reaktorov.

8 PRIPOJENIE K MAĎARSKEJ ROZVODOVEJ SIETI ELEKTRICKEJ ENERGIE

V nasledujúcej časti objasníme tie úlohy spojené s elektrickou energiou, ako aj požiadavky ohľadne rozvoja siete, ktoré sa bezprostredne viažu na súčasné skúšobné plány a sú tým pádom nevyhnutné pre výstavbu prevádzky Paks II. Ich spoločné celkové vplyvy na životné prostredie sú v porovnaní s celkovým vplyvov vznikajúcej jadrovej elektrárne na životné prostredie zanedbateľné. V závislosti od neskorších skúšok a rozhodnutí sa môže umiestnenie stanice, jej výstavba, trasa elektrických vedení, ako aj vybudovanie stĺpov, meniť. [36]

8.1 PRISPÔSOBIVOSŤ NOVÝCH BLOKOV K MAĎARSKEJ ROZVODNEJ SIETI ELEKTRICKEJ ENERGIE

Bloky jadrovej elektrárne v obci Paks, ktoré sú v súčasnosti v prevádzke, sa budú k maďarskej rozvodnej sieti elektrickej energie pripájať pomocou 400 kV-ového spojovacieho zariadenia 400 / 120 kV-ovej rozvodne, ktoré je vo vlastníctve spoločnosti MAVIR Zrt ako subjektu udeľujúceho povolenia v súvislosti s prenosovou sieťou.

V súvislosti s prípravou výstavby elektrárne Paks II skúmala v rámci projektu obce Léva spoločnosť PÖYRY ERŐTERV Zrt. v štúdii realizovateľnosti ako podpore pri rozhodovaní potrebný rozvoj elektrickej siete a tiež jednotlivé prevádzky stanice a potrebné zmeny elektrických vedení vo viacerých verziách. Boli vyhotovené predbežné výpočty súvisiace so sieťou elektrickej energie za tým účelom, aby sme zistili, za akých podmienok je možné v stave normálnej prevádzky a v stave poruchy na prevádzke odvážať vyrobenú elektrickú energiu, ak vezmeme do úvahy veľkosť blokov s výkonom 1200 MW netto.

Podľa výsledkov je integrácia nových blokov jadrovej elektrárne do systému elektrickej energie možné len pri vytvorení nových pripojení k sieti.

- Na zapojenie nových blokov do elektrickej siete je potrebné nová 400 / 120 kV-ová rozvodňa (Rozvodňa Paks II).
- Z dôvodu výsledkov kontroly vzťahujúcej sa na dvojnásobný nedostatkový stav, ako aj z dôvodu zásobovania rezervy novej jadrovej elektrárne, je nevyhnutné vstavanie tretieho 400 / 120 kV-ového transformátora v tejto oblasti.
- Výstavba dvojsystémového elektrického vedenia Paks-Albertirsa je základným a nevyhnutným predpokladom rozšírenia siete.

Zabezpečenie príslušnej stability elektrizačnej sústavy si vyžaduje, aby v prípade výpadku najväčšieho napájacieho zdroja, ktorý je súčasťou sústavy, pričom k tomuto výpadku dôjde neplánovaným spôsobom, bolo možné v krátkom časovom horizonte jeho požadovaný výkon nahradiť. Za zabezpečenie tejto skutočnosti zodpovedá v našej krajine spoločnosť MAVIR Zrt ako subjekt zodpovedný za riadenie systému. Výkon jednotiek nových blokov môžeme predpokladať vo výške 1200 MW, čo bude v celej elektrizačnej sústave Maďarska ten najvyšší výkon. Do momentu, kedy do prevádzky vstúpi prvý nový blok jadrovej elektrárne, je potrebné zabezpečiť terciárnu rezervu, ktorá bude z hľadiska kapacity zodpovedať výkonu nového bloku. Túto požiadavku je potom potrebné na základe medzinárodnej dohody splniť vo forme odberu importovanej elektrickej energie cez prenosovú trasu a/alebo

prostredníctvom vytvorenia kapacity domácej elektrárne s rýchlym množivým reaktorom, ktorá bude predstavovať novú terciárnu rezervu.

Na základe skúšok bolo stanovené, že podľa vyššie uvedeného rozvoja a rozšírenia sa výkon produkovaný prostredníctvom nových blokov bezpečne zapojí a uvedie do prevádzky v elektrizačnej sústave Maďarska.

8.2 MIESTO UMIESTNENIA NOVEJ 400 / 120 KV-OVEJ ROZVODNE PREVÁDZKY PAKS II.

Pri zohľadnení kritérií vzťahujúcich sa na inštaláciu rozvodní spoločnosti MAVIR, špeciálnych cieľov a požiadaviek stanovených vo vzťahu k stanici prenosovej sústavy spoločnosti MAVIR, ako aj pri zohľadnení osobitných hľadísk pripojenia Jadrovej elektrárne Paks II k sieti sme v súvislosti so stanicou prevádzky Paks II stanovili niekoľko možných miest . Z hľadiska realizovateľnosti a bezpečného zásobovania elektrickou energiou sa ako najoptimálnejšie miesto ukazuje miesto v oblasti pozdĺž trás elektrických vedení v severozápadnom smere , v oblasti od obce Paks smerom na obec Nagydorog, resp. v oblasti nachádzajúcej sa v blízkosti ciest, ktoré vedú smerom k obci Kölesd na mieste, kde sa križuje 400 kV-ové elektrické vedenie na ceste Kölesdi út, pričom toto miesto môžeme nájsť približne vo vzdialenosti 6 km od plánovaného miesta výstavby nových blokov, vo vzdialenosti 2 km od cesty číslo 6233, na severnej strane cesty v bezprostrednej blízkosti existujúcej chodby elektrických vedení .

Na základe získaných údajov považujeme túto prevádzku za východiskový bod, avšak poznamenávame, že stanovenie konečného miesta pre stanicu prevádzky Paks II spadá do okruhu kompetencií spoločnosti MAVIS Zrt ako majiteľa budúcej stanice prevádzkyPaks II., v súvislosti s čím podľa našich vedomostí ešte nebolo zaujaté definitívne stanovisko.

Stanica bude v súlade s praxou uplatňovanou v našej krajine 400 / 120 kV-ovou stanicou typu MAVIR.

Paks II., v súvislosti s čím podľa našich vedomostí ešte nebolo zaujaté definitívne stanovisko. Samotná podstanica, ako aj elektrické vedenia pripájajúce sa do maďarskej elektrizačnej sústavy (s výnimkou blokových vedení), sa stanú vlastníctvom spoločnosti MAVIR a budú neskôr tvoriť časť verejnej siete.

8.3 400-KV-OVÉ BLOKOVÉ VEDENIA A 120 KV-OVÉ ELEKTRICKÉ VEDENIA

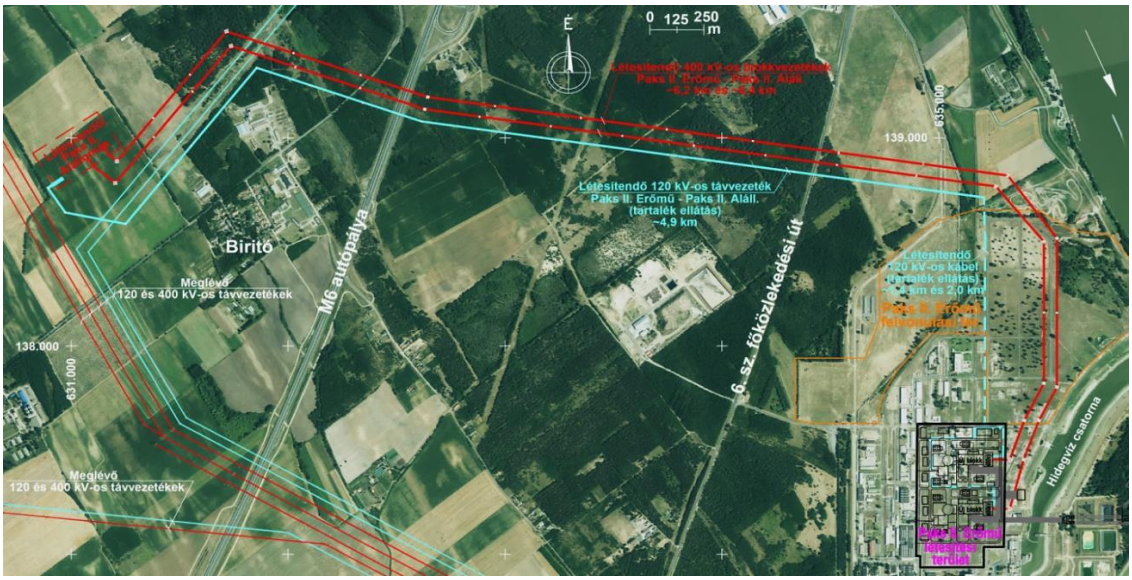
V našej krajine má každé elektrické vedenie s úrovňou napätia 400 kV danej rozvodovej siete podobu vonkajšieho vedenia.

Výstavbu vedení, ktoré sa bezprostredne viažu k elektrárni, umožňujú inštalačné prostredie, ako aj technické, hospodárske a ekologické hľadiská na základe nasledovných skutočností:

- 400 kV-ové blokové vedenia budú mať podobu nadzemných vedení,
- 120 kV-ové vedenie, ktoré zabezpečuje rezervnú dodávku, bude mať na úseku v rámci prevádzky elektrárne podobu zemného kábla a mimo tohto úseku zase podobu vonkajšieho vedenia.

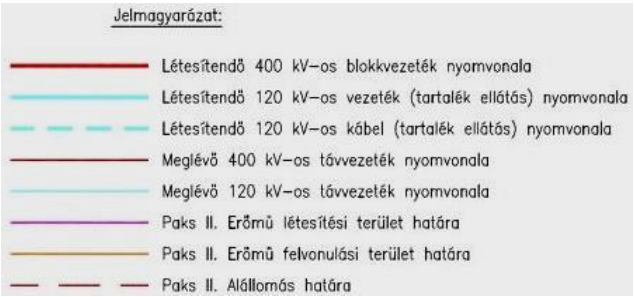
8.3.1 400 KV-OVÉ BLOKOVÉ VEDENIA

Paks II., v súvislosti s čím podľa našich vedomostí ešte nebolo zaujaté definitívne stanovisko. Elektrickú energiu vyprodukovanú v blokoch jadrovej elektrárne budú do budúcej rozvodne prevádzky Paks II transportovať blokové vedenia s napätím 400 kV (vedenia výrobcu). Trasu blokových vedení znázorňuje obrázok číslo k nemu prislúchajúci znakový kľúč zase obrázok číslo.



Létesítendő 400 kV-os blokkvezeték	=	Budúce 400 kV-ové blokové vedenia
Paks II. Erőmű – Paks II Aláll.	=	Elektráreň Paks II – Podstanica Elektrárne Paks II
Létesítendő Paks II	=	Budúca prevádzka Paks II
Paks II Erőmű	=	Elektráreň Paks II
Felvonulási terület	=	Stavenisko
Létesítendő 120 kV-os távvezeték	=	Budúce 120 kV-ové elektrické vedenie
Paks II. Erőmű – Paks II. Aláll.	=	Elektráreň Paks II – Podstanica Paks II
tartalék ellátás	=	(rezervné zásobovanie)
M6 autópálya	=	Diaľnica M6
6.sz főközlekedési út	=	Hlavná dopravná komunikácia číslo 6
Meglévő 120 és 400 kV-os távvezetékek	=	Existujúce 120 a 400 kV-ové elektrické vedenia
Létesítendő 120 kV-os kábel (tartalék ellátás)	=	Budúci 120 kV-ový kábel (rezervné zásobovanie)

41. obrázok: Trasa blokových vedení medzi Jadrovou elektrárňou Paks II a rozvodňou Paks II (2. prevádzka)



Jelmagyarázat	=	Vysvetlivky k znakom
Létesítendő 400 kV – os blokkvezeték nyomvonala	=	Trasa budúceho 400 kV-ového blokového vedenia
Létesítendő 120 kV – os vezeték (tartalék ellátás) nyomvonala	=	Trasa budúceho 120 kV-ového vedenia (rezervné zásobovanie)
Létesítendő 120 kV – os kábel (tartalék ellátás) nyomvonala	=	Trasa budúceho 120 kV-ového kábla (rezervné zásobovanie)
Létesítendő 400 kV – os távvezeték nyomvonala	=	Trasa existujúceho 400 kV-ového elektrického vedenia
Létesítendő 120 kV – os távvezeték nyomvonala	=	Trasa existujúceho 120 kV-ového elektrického vedenia
Paks II Erőmű létesitesi terület határa	=	Hranica oblasti zriadenia Elektrárne Paks II
Paks II Erőmű felvonulási terület határa	=	Hranica pracovnej oblasti Elektrárne Paks II
Paks II Alállomás határa	=	Hranica podstanice prevádzky Paks II

42. obrázok: Vysvetlivky k plánu trasy blokových vedení s číslom nákresu V-01195 ERBE

Elektrická energia vyprodukovaná v dvoch nových blokoch jadrovej elektrárne bude z každého bloku transportovaná do rozvodne prevádzky Paks II prostredníctvom elektrického vedenia s napätím 400 kV. Využívanie osobitného radu stĺpov zvyšuje prevádzkovú bezpečnosť a výhodou jeho vybudovania vo vzťahu k elektrickému vedeniu je aj krátka trasa.

Dĺžka trasy 400 kV-ového blokového vedenia medzi elektrárňou Paks II a podstanicou prevádzky Paks II: ~6,4 km a ~6,2 km. Ide o ihličnaté stĺpy, ich celkový počet je 40 ks. Šírka bezpečnostného pásma predstavuje v oboch smeroch od osi trasy 34,4-34,4 m, celkovo 68,8 m a to na jedno blokové vedenie, v prípade dvoch paralelných blokových vedení predstavuje celková šírka bezpečnostného pásma 128,8 m.

V záujme zvýšenia bezpečnosti nových blokov jadrovej elektrárne je v závislosti od neskorších skúšok a rozhodnutí možné, že sa technické vybudovanie blokových vedení, ako aj typ stĺpov, zmení.

Vzhľad krajiny

Predmetné elektrické vedenie bude ďalej pokračovať cez blízke rovinné územie. Trasa vedie okrem územia, na ktorom sa nachádza samotná elektráreň, predovšetkým cez územie, ktoré sa využíva na pestovanie poľnohospodárskych plodín a tiež cez lesné plochy.

Pomocou typu stĺpov, ktoré sa plánujú použiť aj v prípade vedení pripájajúcich sa k elektrárni, sa v Maďarsku už jedna sieť vybudovala. O stave jej realizácie boli vyhotovené nasledovné fotografie.

43.obrázok: 400 kV-ové vzdušné elektrické vedenie Martonvásár-Győr s ihličnatými stĺpmi

44. obrázok: 400 kV-ové vzdušné elektrické vedenie Pécs-Štátna hranica s ihličnatými stĺpmi, tunel pre vedenie, chodba vedení

Overené metódy už v minulosti uplatnené pri výstavbe vzdušných vedení, ktoré napomáhali pri zosúladení vzdušných vedení so životným prostredím a ktoré znižovali narušenie životného prostredia, by sme radi využili aj pri budúcich vedeniach, podľa možnosti a potreby (napr.: paralelné trasy, zelená farba na stĺpoch; vytvorenie vtáčích hniezd na stĺpoch, inštalácia nástrojov, ktoré by pomohli zvýšiť viditeľnosť vedení pre vtáctvo).

Vplyvy prevádzkovania elektrického vedenia

Intenzita magnetického a elektrického poľa

V blízkosti elektrických vedení s vysokým napätím vzniká elektromagnetické pole. Hraničné hodnoty magnetickej

indukcie a intenzity elektrického poľa, ktoré je potrebné zohľadniť z hľadiska fyziologických vplyvov, stanovila Medzinárodná asociácia pre radiačnú ochranu (IRPA), ktorá pôsobí v rámci Svetovej zdravotníckej organizácie (WHO). Naše predpisy (MSZ 151-1- 2000/15.6.3.) sú v súlade s odporúčaniami medzinárodnej organizácie, ktoré sú akceptované po celom svete.

Doba zdržiavania sa pod elektrickým vedením	Intenzita elektrického poľa (E) (kV/m)	Magnetická indukcia B (μt)
niekoľko hodín denne	10	1000
bez obmedzenia	5	100

30. tabuľka: Prípustné hodnoty intenzity elektrického poľa a magnetickej indukcie

Charakteristické hodnoty intenzity elektrického poľa a magnetickej indukcie v blízkosti existujúcich elektrických vedení vysokého napätia

	Hodnoty v súvislosti s domácim 120-750 kV-ovým vedením namerané vo výške 1,8 m	
	intenzita elektrického poľa [kV/m]	magnetická indukcia [μT]
pod vzdušným vedením	2-17*	10-37
na okraji bezpečnostného pásma	0,2-1,1	1-9

* poznámka:
Hodnota vyššia ako 10 kV/m sa vyskytuje len v prípade 750 kV-ového elektrického vedenia.

31. tabuľka: Namerané hodnoty intenzity elektrického poľa a magnetickej indukcie

Počas plánovania realizácie elektrického vedenia je možné vďaka zvoleniu výšky, v akej sa budú elektrické vedenia nachádzať nad zemou zabezpečiť, aby sa hodnoty intenzity elektrického a magnetického poľa namerané za nepriaznivých okolností nachádzali pod hodnotami uvedenými v odporúčaní WHO. Zopakujeme, že trasa predmetného elektrického vedenia nezasiahne obývané územie.

Podľa výsledkov doterajších výskumov nemá intenzita elektrického a magnetického poľa nachádzajúca sa v blízkosti elektrických vedení preukázateľné škodlivé účinky na zdravie človeka.

Žiarenie koróny (ionizujúce účinky, účinky rádiofrekvencie, strata žiarením)

Pre životné prostredie je jedným z najnápadnejších, najviditeľnejších javov elektrického vedenia korónový výboj (žiarenie koróny). Je možné si ho všimnúť predovšetkým vo vlhkom, hmlistom počasí, ak hraničná hodnota nehomogénneho elektrického silového poľa, ktoré sa vytvorí na povrchu drôtu elektrického vedenia, presiahne 30 kV/cm. Vtedy sa vzduch okolo vodiča ionizuje a dochádza k vybíjaniu, žiareniu, ktoré je sprevádzané hlukom pripomínajúcim praskanie a žiarou, ktorú môžeme pozorovať v tme.

Žiarenie koróny má nasledovné bezprostredné vplyvy na životné prostredie:

- syčiaci, praskajúci zvuk, ktorý môžeme počuť vďaka ionizujúcemu účinku vysokej intenzity poľa na danom mieste,
- vznikajú elektromagnetické vlny s vysokou frekvenciou, ktoré môžu spôsobiť poruchy v prijímaní televízneho alebo rádiového signálu, ak sa tieto spotrebiče nachádzajú v blízkosti vedenia,
- vznikajú straty na elektrických vedeniach v dôsledku žiarenia koróny.

Účinky ionizujúceho žiarenia

Na elektrickom vedení, hlavne v prípade vedení, ktorých napätie je vyššie ako 400 kV, sa vytvára vplyvom žiarenia koróny predovšetkým ozón (O_3) a oxid dusíka (NO_x), ktorý je pod hranicou merateľnosti a v porovnaní so všetkými ostatnými zdrojmi je zanedbateľný.

8.3.2 120 KV-OVÉ ELEKTRICKÉ VEDENIE

Úlohou budúceho 120 kV-ového elektrického vedenia je zásobovanie Jadrovej elektrárne Paks II záložnou elektrickou energiou a to z budúcej podstanice prevádzky.

Dĺžka trasy vzdušného vedenia 120 kV-ového elektrického vedenia medzi elektrárňou Paks II a podstanicou prevádzky Paks II predstavuje ~4,9 km, úsek kábla je dlhý ~1,4 km a ~2,0 km. Typ stĺpov je SZIGETVÁR, počet kusov je 19. Šírka bezpečnostného pásma je od osi trasy v obidvoch smeroch 15,6-15,6 m, celkovo 31,2 m.

V závislosti od neskorších skúšok a rozhodnutí je možné, že v záujme zvyšovania bezpečnosti nových blokov jadrovej elektrárne bude potrebná realizácia 120 kV-ového vedenia zabezpečujúceho rezervné zásobovanie prostredníctvom osobitného radu stĺpov na každý blok. Spolu s tým sa môže zmeniť aj typ stĺpov elektrického vedenia

8.3.3 SPOLOČNÉ BEZPEČNOSTNÉ PÁSMO

V prípade paralelnej aktivity dvoch 400 kV-ových blokových vedení a elektrického vedenia zabezpečujúceho rezervné zásobovanie je celková šírka bezpečnostného pásma, ktorú je potrebné vziať do úvahy, 170 m.

8.3.4 VÝSTAVBA ELEKTRICKÉHO VEDENIA

Hlavné etapy výstavby elektrického vedenia sú nasledovné:

- príprava výstavby, vytýčenie trasy vedenia
- položenie základov
- inštalácia stĺpov a izolačných spojov
- postavenie stĺpov
- natiahnutie vedenia a jeho nastavenie

V súvislosti s výstavbou elektrického vedenia bude vo všeobecnosti pozdĺž celej trasy potrebný priestor široký približne 3-5 m. V prípade úrodnej pôdy, ktorá sa použije pri realizačných prácach, pripravujeme stanovisko odborníka na pôdoznalectvo, ktorý by bol základom pre rekultivačné práce a na základe ktorého by bolo možné požiadať príslušné orgány o vydanie súhlasu na dočasné využitie tejto úrodnej pôdy na iné účely.

Veľkosť priestoru, ktorý si budú vyžadovať stĺpy elektrického vedenia závisí od toho, či sa bude inštalovať nosný stĺp alebo výstužný stĺp, ale zároveň závisí aj od prierezu a počtu vodičov, ktoré budú na stĺp umiestnené.

V súvislosti s požiadavkami danej oblasti je potrebné vziať do úvahy aj rozlohu oblasti, ktorá je nevyhnutná z dôvodu montáže a postavenia stĺpov priamo na mieste, pričom táto oblasť je v závislosti od typu stĺpov a miesta ich montáže nasledovná:

- v prípade 400 kV-ových stĺpov: približne 60x40 m
- v prípade 120 kV-ových stĺpov: približne 40x40 m

Tieto časti oblasti budú v prípade úrodnej pôdy dočasne vyňaté z obhospodarovania.

Tri elektrické vedenia pripájajúce sa na prevádzku Paks II (rad stĺpov) je možné vybudovať naraz, ale aj postupne. V prípade postupnej výstavby na etapy je potrebné najprv vybudovať 400 kV-ové a 120 kV-ové elektrické vedenie, ktoré patria v 1. bloku, neskôr je možné vybudovať 400 kV-ové vedenie patriace k 2. bloku.

Čas potrebný na stavebné práce:

- Úprava terénu, zemné práce 2 pracovné dni/km
- Položenie základov 2 týždne/km
- Montáž stĺpov, ich postavenie: 1 týždeň/km
- Montáž elektrických vedení: 1-3 týždne/km

Spomínané práce budú sčasti prebiehať súčasne, preto predstavuje odhadovaný čas potrebný na realizáciu

približne 8-10 mesiacov. V prípade výstavby na etapy môže byť čas potrebný na realizáciu od tohto aj podstatne dlhší. Počas tohto obdobia nebude dochádzať k narúšaniu životného prostredia po celej dĺžke elektrického vedenia. Pracovné stoje sa budú v pracovnom priestore nachádzať len v nevyhnutnom čase, budú sa presúvať od jedného stĺpu k druhému. Počas výstavby sa budú realizovať aj manuálne práce (pracovníci) a takisto budú využívané aj stroje a to v súlade s montážnou technológiou.

Nasledujúca fotografia znázorňuje montáž stĺpu súvisiacu s dávnejšou realizáciou elektrického vedenia.

45. obrázok číslo 45: 400 kV-ové elektrické vedenie Martonvásár-Győr, montáž stĺpov

9 PLÁNOVANÝ ČASOVÝ ROZVRH PRÁC TÝKAJÚCICH SA PREVÁDZKY JADROVEJ ELEKTRÁRNE PAKS II

9.1 POTENCIÁLNE FAKTORY VPLYVU

Prvým krokom realizácie dopadovej štúdie na životné prostredie je stanovenie faktorov vplyvu, ktoré vyplývajú z technologických parametrov. Tieto parametre, ktoré sme v predchádzajúcej časti detailne analyzovali, sa viažu na vytvorenie podmienok pre produkciu jadrovej energie, ako aj na jej riadenie. Faktory vplyvu súvisiace s plánovanými blokmi jadrovej elektrárne sme zohľadnili pri ich rozdelení do 3 hlavných tematických okruhov: podľa dotknutosti danej oblasti, časovej postupnosti, ako aj podľa skupín charakteristických faktorov vplyvu.

Vybudovanie nových blokov jadrovej elektrárne, ako aj ich prevádzka, je spojená s využitím nasledovných ***oblastí:***

Dĺžka trasy jadrovej elektrárne Paks II

- *Prevádzkové priestory nových blokov jadrovej elektrárne*
- *Pracovná oblasť*

Súvisiace zariadenia jadrovej elektrárne Paks II

- *Studenovodný kanál*
- *Teplovodný kanál*
- *Oblasti „ostrova“, ktoré sú uzavreté teplovodným a studenovodným kanálom*
- *Oblasť rekuperačnej vodnej elektrárne*

Blokové vedenia a elektrické vedenia

- *Trasa 400 k V-ového blokového vedenia, ktoré sa tiahne až po novú podstanicu a trasa 120 kV-ového elektrického vedenia*

Prepravné trasy

- *Trasy týkajúce sa dopravenia a odvezenia*

Faktory vplyvu nových blokov jadrovej elektrárne a tiež ich súvisiacich objektov skúmame aj na základe ***časovej postupnosti -*** zriadenie - výstavba/montáž/, prevádzkovanie, ako aj ich ukončenie a to pri zohľadnení oblastí, ktoré bude potrebné využiť:

Zriadenie výstavby / montáž: Okrem činností, ktoré budú výstavbe predchádzať, bude obdobie potrebné na reálnu výstavbu predstavovať 5 rokov, čo je v prípade 2 blokov a dvoch cyklov, ktoré budú čiastočne po sebe nasledovať, celkovo 10 rokov.

Prevádzkovanie: Prevádzkové obdobie plánovaných blokov jadrovej elektrárne predstavuje podľa plánu 60 rokov, pričom toto obdobie je možné pri zohľadnení metódy predĺženia prevádzkového času súčasne aktívnych 4 blokov rozdeliť na niekoľko etáp

Spoločná prevádzka blokov 1-4 Jadrovej elektrárne v obci Paks a 1. bloku prevádzky Paks II v rokoch 2025-2030.
Spoločná prevádzka blokov 1-4 Jadrovej elektrárne v obci Paks a blokov 1-2 prevádzky Paks II v rokoch 2030-2032.
Po odstavení blokov 1-4 Jadrovej elektrárne v obci Paks samostatná spoločná prevádzka 1. a 2. bloku v rokoch 2037-2085
Po uplynutí prevádzkového obdobia 1. bloku prevádzky Paks II a jeho odstavení. Samostatná prevádzka 2. bloku prevádzky Paks II v rokoch 2085-2090 Uplynutie prevádzkového obdobia 2. bloku prevádzky Paks II v roku 2090.

Ukončenie: Na konci prevádzkového obdobia najprv odstavenie 1., potom 2. bloku prevádzky Paks II (táto činnosť je aj podľa bodu 31 prílohy číslo 1 nariadenia vlády číslo 314/2005 sama o sebe povinná v súvislosti s dopadovou štúdiou na životné prostredie)

Jednotlivé etapy skúmame pri ich rozdelení do skupín najcharakteristickejších ***faktorov vplyvu.*** Vzhľadom na charakter stavby sme emisie a odpad rozdelili do skupín na: tradičné odpady, odpady, ktoré nevypúšťajú rádioaktívne látky a na odpady, ktoré vypúšťajú rádioaktívne látky.

- **zohľadnenie prvkov životného prostredia**
- **emisie znečisťujúcich látok**
  - *emisie tradičných znečisťujúcich látok, ktoré nie sú rádioaktívne*
  - *rádioaktívne emisie*
- odpad
  - *vznik tradičných nerádioaktívnych odpadov a nakladanie s nimi*
  - *vznik rádioaktívnych dopadov a nakladanie s nimi*
- vyhorené palivové kazety
  - *nakladanie s palivovými kazetami pochádzajúcimi zo zóny reaktora a ich skladovanie*

9.2 NOSITELIA VPLYVU

Druhým krokom realizácie dopadovej štúdie na životné prostredie je odhad procesov vplyvu, ktoré súvisia s faktormi nadväzujúcimi na zriadenie a prevádzkovanie Paks II, ako aj ich stanovenie, dotýkajúc sa pritom udalostí vzťahujúcich sa na obdobie prevádzky a jej ukončenie. Na základe odhadovaných procesov vplyvu je možné určiť okruh **prvkov životného prostredia a systémov**, v prípade ktorých môžu procesy vplyvu vyvolané istými faktormi (**využívanie životného prostredia, zaťaženie životného prostredia),** vyvolať rôzne vplyvy, pričom tieto **vplyvy môžu byť tak priame,** ako aj **nepriame.**

Počas zriadenia, prevádzkovania a ukončenia činnosti nových blokov jadrovej elektrárne je potrebné ako nositeľov vplyvu zohľadniť nasledovné prvky životného prostredia a systémy:

Povrchové vody - rieka Dunaj

Geologické prostredie, podzemné vody (miesto prevádzky, údolie Dunaja)

Vzduch

Okolie prevádzky (hluk, odpad, rádioaktívne emisie)

Ekosystém zvierat žijúcich vo voľnej prírode

Umelé prostredie, umelé prvky

Obyvateľstvo (rádioaktívne emisie)

9.3 POTENCIÁLNE MATICE VPLYVU

Odhad vplyvu potenciálnych faktorov sme zhrnuli aj v matici vplyvu.

Faktory vplyvu a nositeľov vplyvu sme prispôsobili prípadom, ktoré sa môžu eventuálne vyskytnúť v pri realizácii plánovanej činnosti, pri prevádzkovaní, ako aj pri jej ukončení, prípadne počas všetkých troch fáz naraz a ktoré sa odchyľujú od normálnej prevádzky (prevádzkové poruchy, havárie, ako aj udalosti spadajúce do podstaty plánovania).

Faktory vplyvu	***Nositelia vplyvu***								
	Prvky životného prostredia / systémy								
	Povrchová voda	*Geologické prostredie, podzemná voda*		*Vzduch*	*Okolie prevádzky*	*Ekosystém zvierat žijúcich vo voľnej prírode*	*Kultúrne dedičstvo*	*Obyvateľstvo*	*Zastavené prostredie*
	Dunaj	*Prevádzka*	*Údolie Dunaja*						
Inštalácia									
Demolácia budov	-	I	-	T	T	T	-	I, T	I, T
Zabratie územia	I	I	-	T	I	T	-	-	I
Preprava	-	-	-	T	I, T	T	T	T	I, T
Výstavba	I	I	-	T	I, T	T	-	T	I, T
Inštalácia technologických zariadení	I	I	-	T	I, T	T	-	T	I, T
Súvisiace činnosti	I	I	-	T	I, T	T	-	T	I, T
Havária	T	T	-	T	T	T	T	T	T
Fungovanie									
Technológia	T	I	T	T	I, T	T	-	T	I, T
Súvisiace činnosti	-	-	-	T	I, T	T	-	T	I, T
Preprava	-	-	-	T	I, T	T	T	T	I, T
Havária	T	T	-	T	T	T	T	T	T
Odstavenie									
Demontáž technologických zariadení	-	T	-	T	I, T	T	-	T	T
Demolácia budov	-	T	-	T	I, T	T	-	T	T
Preprava	-	T	-	T	I, T	T	-	T	T
Súvisiace činnosti	T	T	-	T	I, T	T	-	T	T
Územné plánovanie	-	T	-	T	I	T	-	T	I
Havária	T	T	-	T	T	T	T	T	T

Legenda:
T - zaťaženie životného prostredia
I - využitie životného prostredia

32. tabuľka: Komplexná matica vplyvov, identifikácia faktorov vplyvu a nositeľov vplyvu

Faktory vplyvu	***Nositelia vplyvu***								
	Prvky životného prostredia / systémy								
	Povrchová voda	*Geologické prostredie, podzemná voda*		*Vzduch*	*Okolie prevádzky*	*Ekosystém zvierat žijúcich vo voľnej prírode*	*Kultúrne dedičstvo*	*Obyvateľstvo*	*Zastavané prostredie*
	Dunaj	*Prevádzka*	*Údolie Dunaja*						
Inštalácia									
Demolácia budov	-	I	-	H	H	H	-	H, I	H, I
Zabratie územia	I	I	-	H	I	H	-	-	I
Preprava	-	-	-	H	I, H	H	H	H	I, H
Výstavba	I	I	-	H	I, H	H	-	H	I, H
Inštalácia technologických zariadení	I	I	-	H	I, H	H	-	H	I, H
Súvisiace činnosti	I	I	-	H	I, H	H	-	H	I, H
Havária (H)	H	H	-	H	H	H	H	H	H
Fungovanie									
Technológia	H+R	I	H	H+R	I, H+R	H+R	-	H+R	I, H+R
Súvisiace činnosti	-	-	-	H	I, H	H	-	H+R	I, H
Preprava	-	-	-	H	I, H+R	H+R	H	H+R	I, H+R
Udalosti zahrnuté do projektového základu Havária (H)	H+R	H+R	-	H+R	H+R	H+R	H	H+R	H+R
Odstavenie									
Demontáž technologických zariadení	-	H+R	-	H+R	I, H+R	H+R	-	H+R	H+R
Demolácia budov	-	H+R	-	H+R	I, H+R	H+R	-	H+R	H+R
Preprava	-	H+R	-	H+R	I, H+R	H+R	-	H+R	H+R
Súvisiace činnosti	H	H+R	-	H	I, H+R	H+R	-	H+R	H+R
Územné plánovanie	-	H	-	H+R	I	H+R	-	H+R	-
Udalosti zahrnuté do projektového základu Havária (H)	H	H+R	-	H+R	H+R	H+R	H+R	H+R	H+R

Legenda:

H – tradičné vplyvy na životné prostredie
R – rádiologické vplyvy

33. tabuľka: Komplexná matica vplyvov, identifikácia tradičných a rádiologických vplyvov

10 SPOLOČENSKO-EKONOMICKÉ VPLYVY ROZVOJA PREVÁDZKY PAKS

10.1 EKONOMICKÉ VPLYVY A PODMIENKY

Plánovaný rozvoj prevádzky Paks bude mať výrazný vplyv na celú krajinu, región, ako aj na hospodárstvo obce Paks.

Na národnej úrovni môžeme vyzdvihnúť ekonomickú výkonnosť (HDP), ktorá sa zvýšila vplyvom investícií, veď už s prípravou plánovaných investícií sa začne príprava domácich firiem, ktoré by sa na jej realizácii chceli podieľať, čo má a aj bude mať vplyv na vzdelávanie, na rozvoj firiem z hľadiska počtu ich zamestnancov a tiež ich hmotného majetku, ako aj na samotnú inováciu.

V zmysle 2. bodu odseku 4 zákona číslo II z roku 2014, ktorý hovorí o pokračujúcej spolupráci v oblasti využitia jadrovej energie za mierovými účelmi medzi vládami Maďarska a Ruskej federácie „Urobia zmluvné strany všetko, čo bude v ich silách a čo im umožňuje rámec stanovený právnymi predpismi v záujme naplnenia spolupráce stanovenej v tejto Zmluve tak, aby dosiahli 40 %-nú minimálnu úroveň lokalizácie." Preto vláda Maďarskej republiky nepovažuje plánované investície za dôležité len z hľadiska energetickej politiky, ale aj z dôvodu existencie tohto hľadiska s ňou nakladá prioritne. Z celkovej plánovanej hodnoty investícií vo výške 12,5 miliárd EUR sa teda dúfajme 5 miliárd EUR podarí podľa plánu uskutočniť za účasti domácich firiem, čo predstavuje 5 % domáceho ročného HDP , je to teda veľmi významná položka na úrovni národného hospodárstva.

Z hľadiska energetickej politiky zostane podľa očakávaní vlády „mix" zabezpečujúci produkciu elektrickej energie pre celú krajinu aj po odstavení 4 blokov Jadrovej elektrárne v obci Paks v rovnováhe, v porovnaní so situáciou, ak by k takémuto rozvoju nedošlo, klesne závislosť od importovaných zdrojov energie (jadrové palivo je možné zaobstarať z viacerých zdrojov a je možné skladovať jeho väčšie zásoby), respektíve bezprostredná závislosť od importu elektrickej energie, zároveň cena elektrickej energie produkovanej prostredníctvom rozvoja v obci Paks bude v dlhodobom horizonte konkurencieschopná, čo môže zabezpečiť konkurenčnú výhodu pre domáce energeticky náročné firmy, pričom dokáže dokonca umožniť aj nárast objemu ich výroby.

Z hľadiska priemyselnej politiky je výsostne dôležitým hľadiskom, že na základe vyššie uvedených skutočností budú podniky podieľajúce sa na investíciách vďaka zvyšovaniu počtu svojich zamestnancov aj nárastu ich hmotného majetku konkurencieschopnejšie a to aj po vyčerpaní investícií, čo bude mať neskôr okrem bezprostredného vplyvu rozvoja prevádzky v obci Paks multiplikačný efekt na ekonomickú výkonnosť, na zamestnanosť, na zvyšovanie spotreby obyvateľstva a tým pádom aj na zvýšené príjmy štátu z daní a odvodov. Taktiež ekonomické hľadisko zastupuje skutočnosť, že vďaka rozvoju v obci Paks sa štátny majetok rozrastie o moderné zariadenie vysokej hodnoty a nemôžeme opomenúť ani to, že tento rozvoj bude slúžiť aj na udržanie úrovne svetoznámej kultúry v danom odbore.

V súvislosti s investíciami do plánovaných nových blokov jadrovej elektrárne je cieľom národného hospodárstva, aby sa na príslušných prácach zúčastnilo čo možno najviac domácich dodávateľov. Reálne dosiahnuteľná horná úroveň predstavuje 30-40 %-né záväzky. V súčasnosti prúdiace zahraničné (medzinárodné) investície do jadrovej elektrárne ukazujú, že len vtedy je možné intenzívne zainteresovať subdodávateľov (dodávatelia) národného hospodárstva na strane objednávateľa do prác týkajúcich sa prípravy, výstavby, montáže, realizácie, produkcie, ako aj do prác súvisiacich s neskoršou údržbou, ak títo nato boli vedome a plánovane pripravovaní, rozvíjali sa a boli organizovaní v systéme, ktorý ich navzájom posilňuje a dopĺňa. Hospodárske využitie stavebného projektu elektrárne vo veľkej miere zvyšuje dobre naplánovaná, pripravená a systematicky realizovaná príprava subdodávateľov, čím je možné sa vyhnúť výrazným dodatočným nákladom počas procesu investovania.

Proces výstavby nových blokov je takou investíciou, ktorá dokáže poskytnúť významnú niekoľkoročnú, dokonca aj niekoľko desiatok rokov trvajúcu objednávku pre niekoľko domácich podnikov, podnikateľov a dokáže zabezpečiť prácu pre niekoľko tisíc zamestnancov, či už priamo na mieste alebo v inštitúciách zaoberajúcich sa plánovaním a výskumom počas prípravných prác alebo v rôznych predmontážnych a výrobných závodoch. Pokrytie 30-40 % investičných nákladov predpokladá prípravu podľa plánu vďaka domácim dodávateľským firmám, ako aj spoluprácu, ktorá v sebe zahŕňa organizovanú kooperáciu v oblasti podnikov a inštitúcií. Kapacita produkcie elektrickej energie Maďarska, ako aj objem výkonu jednotlivých stavebných spoločností vo výraznej mierne klesli

v posledných desaťročiach. Celková revitalizácia nie je reálna, skôr môže byť naším cieľom cieľavedomá príprava a spojenie malých a stredných podnikov, ktoré sú v tomto smere potencionálne vhodné.

V rámci pripravovaného projektu sa uskutočnila analýza okruhu podnikov a podnikateľov, ktorých je možné do investícií zaangažovať a ktorá zároveň odráža aktuálnu situáciu. Práce boli vykonávané na základe dvoch prístupov. Na jednej strane sme skúmali firmy, ktoré je možné na úrovni štátu považovať za prioritné a nastrane druhej sme zhromaždili podniky nachádzajúce sa v širšom okolí Jadrovej elektrárne v obci Paks, ktoré by sa v prvom rade mohli zapojiť do siete subdodávateľov a získať tak prácu.Ako výsledok celoštátneho prieskumu sa do databázy dostalo približne päťdesiat potencionálnych podnikov vhodných na spoluprácu, ktorá sa vzťahuje na špecifikácie služieb z hľadiska daného oboru (špecifikácie týkajúce sa jadrovej energetiky, strojárstva, automatizačnej techniky, stavebníctva, oblasti elektrickej energie, chémie a iných) a na jednotlivé činnosti (výskum a vývoj, plánovanie, výroba, doprava, výstavba, montáž, uvedenie do prevádzky, odbornosť a ostatné). Zaznamenané boli prostriedky, kapacity, referencie firiem, ako aj ich charakteristiky garantujúce kvalitu a v oblasti výroby pomer predstavujúci importované komponenty.

Je prirodzenou snahou a očakávaním, aby podniky nachádzajúce sa v širšom okolí Jadrovej elektrárne v obci Paks vstúpili do systému realizácie ako favorizovaní partneri, čím sa posilní podnikateľský potenciál v danej oblasti a vytvorí možnosť na uplatnenie ľudských zdrojov v oblasti životného prostredia. Dobre definovaná oblasť, ktorá je lokalizovaná na základe viacerých hľadísk, zahŕňa 90 usadlostí, dotýka sa oboch brehov rieky Dunaj a rozprestiera sa na území 3 žúp. Predmet výskumu tvorili tie firmy, ktoré sú činné v oblasti stavebníctva, výroby, montáže a prepravy, ktoré majú minimálne 10 zamestnancov a ktoré ďalej preukážu záujem a ochotu zúčastniť sa na investíciách vo forme akéhokoľvek zmluvného dojednania. Počas prieskumu sme podniky vhodné na potencionálnu spoluprácu rozdelili do kategórií podľa ich pripravenosti (personál a aktíva), referencií, kapitálovej sily, údajov zo súvahy, na základe získaných hodnotení, ako aj na základe ich ochoty sa v danom odbore vzdelávať. Lokálne podniky sa však nemusia o investície uchádzať len priamym spôsobom, ale môžu sa uchádzať aj o súvisiace bezprostredné práce (napr. vybudovanie infraštruktúry). Na základe výsledkov prieskumu sa do databázy dostalo približne 240 miestnych podnikov.

10.2 SPOLOČENSKÉ SÚVISLOSTI, , SYSTÉM PODMIENOK

Spoločnosť MVM Paksi Atomerőmű Zrt. pôsobí v oblasti, ktorá je definovaná centrami Paks-Szekszárd-Kaloča len štyri desaťročia. Výsledkom premysleného, systematického procesu jej výstavby vznikol tento regionálny komunikačný systém, ktorý je založený na vzájomnej úcte, porozumení a spolupráci a ktorého základom sú výhody pre všetky zúčastnené strany. Tento silný, podporný a symbiotický vzťah poskytol kompetentným subjektom solídny základ v súvislosti s rozhodovaním sa v situáciách s takými ďalekosiahlymi následkami, akými sú predĺženie prevádzkového obdobia alebo vybudovanie nových blokov. Rozhodnutia parlamentu a vlády, ktoré smerujú k vybudovaniu nových blokov jadrovej elektrárne, si vo zvýšenej miere vyžadujú zvyšovanie úrovne kvality vzťahov v súvislosti s oblasťou nachádzajúcou sa v okolí samotnej elektrárne, ako aj zvyšovanie úrovne vzťahov hospodárskych a spoločenských a zároveň ich rozširovanie po obsahovej stránke a tiež ich oživovanie. Posilňovanie ochoty spolupracovať a akceptovať túto oblasť, zvyšovanie dôvery zo strany samospráv, podnikov a občanov je jednou zo základných okrajových podmienok programu rozšírenia, s ktorou je potrebné sa zaoberať už v čase príprav na tieto investície v obrovskom objeme.

Spoločnosť MVM Paksi Atomerőmű Zrt ako najväčší podnik a zamestnávateľ pôsobiaci v tejto oblasti cíti zodpovednosť za stav životného prostredia, ktorú je nutné zdôrazniť, ako aj za kvalitu života tu žijúcich obyvateľov, za rozvoj danej oblasti a rovnako za jej budúcnosť. Samotná elektráreň, ako aj projekt rozvoja, ktorý s ňou súvisí, budú úspešné vtedy, ak budú aj sami fungovať vo virulentnom ekonomickom a sociálnom prostredí, keďže prvky ich účinnosti sa budú navzájom posilňovať. Proces výstavby nových blokov čulo zamestnáva aj mysle obyvateľov obce Paks, kde sa Jadrová elektráreň nachádza, ako aj okolitých oblastí, s očakávaním pozorujú tieto demokratické procesy, v rámci ktorých aj samotní obyvatelia dostali možnosť sa k nim vyjadriť. Podpora zo strany regiónu je v súčasnosti v uspokojivej miere, vzťahy sú v rozmachu, ale formulujú sa aj vážne očakávania. Samosprávy obcí a ich obyvatelia, ako aj dotknuté podniky očakávajú už v období príprav na tieto veľké investície iniciatívne kroky, ktoré utužia dlhodobú spoluprácu.

Nevyhnutným je položenie základov pre zapojenie hostiteľského regiónu, ako aj položenie základov pre konkrétne kroky, ktoré zabezpečia, že pozornosť ľudí bude nasmerovaná práve sem, čo môžeme okrem rozvoja podnikania

spojiť predovšetkým s odvetvím služieb súvisiacich s ľudskými zdrojmi a s jeho logistickým systémom. Týmito okruhmi tém sa podrobne zaoberal projekt zameraný na prípravu rozšírenia. Predovšetkým bolo potrebné zostaviť zoznam takých profesií, ktoré sú potrebné na výstavbu, montáž, uvedenie do prevádzky a neskoršie prevádzkovanie elektrárne a ktoré sú zároveň v súlade so systémom Národného registra odborných kvalifikácií , ako aj so smernicami domáceho vyššieho vzdelávania. Tento materiál bol vypracovaný s účasťou skúsených odborníkov z oblasti energetiky, ako aj s účasťou predstaviteľov univerzitných katedier. Porovnávací základ akýchkoľvek ďalších prieskumov tvorí potreba pracovnej sily, ktorá sa vzťahuje na dané typy blokov a ktorú sme už v minulosti predpovedali. Uzatvorenie dohody medzi vládou Maďarska a Ruskej federácie situáciu zjednodušila, ďalej je potrebné sa opierať len o predbežné údaje poskytnuté spoločnosťou Atomsztrojexport.

V záujme spoznania stavu odbornej pracovnej sily, ktorá je k dispozícii v tejto oblasti a s ktorou môžeme aj perspektívne rátať, sa v 90 obciach spadajúcich do oblasti žúp Tolna, Baranya a Bács-Kiskun uskutočnil rozsiahly prieskum. Pri absencii administratívneho evidenčného systému sa údaje do databázy zhromažďovali na základe výsledkov rozsiahlych prác v teréne založených na odbere vzoriek. Všetko toto poskytuje dobrý základ pre prieskum a prípravu možnej zaangažovanosti oblastných pracovných síl do prác na týchto veľkých investíciách. Už známe požiadavky na pracovné sily, ktoré sa na prácach budú zúčastňovať, rozdelené podľa odborov, je možné dobre konfrontovať s potenciálom pracovných síl danej oblasti v príslušných odboroch. Vychádzajúc z predpokladu, že do stavebných a montážnych prác na nových blokoch jadrovej elektrárne je možné zapojiť len 20 % z odborných pracovných síl, ktoré sú k dispozícii v danej skúmanej oblasti, môžeme skonštatovať, že z potrebnej pracovnej sily je možné v danej oblasti zabezpečiť len približne 25-30 %. Prirodzene sa z hľadiska jednotlivých odborov ukazujú dosť veľké rozdiely. Keďže už máme výsledky porovnávacích analýz, môžeme už vopred stanoviť, že deficit pracovných síl bude dominantný predovšetkým v oblasti lešenárov, montážnikov pre vŕtanie a rezanie železobetónu, kvalifikovaných zváračov, ako aj montážnikov v odvetví elektrotechnického priemyslu a automatizačnej techniky.

Prieskum sa týkal aj vzdelávacích inštitúcií nachádzajúcich sa v danej oblasti a poskytujúcich stredné odborné vzdelanie, ako aj spoločností na vzdelávanie dospelých, systému podmienok vzdelávania v nich, infraštruktúry, pozadia ich praxe, kapacity, plánu rozvoja a flexibility. Tieto školy a vzdelávacie inštitúcie dokážu zabezpečiť nárast pracovnej sily na pracovnom trhu, ktorá tam v súčasnosti nie je a nie je ani možné ju vopred predpovedať a to spustením nových cielených študijných odborov. Zároveň dokážu zabezpečiť aj nárast počtu študentov prostredníctvom zlepšenia podmienok vzdelávania. Uskutočnil sa aj prieskum domácich vzdelávacích inštitúcií, fakúlt a odborov s technickým zameraním, ktoré poskytujú vyššie vzdelanie spolu s prieskumom niekoľkých vybraných inštitúcií zo susedných krajín, ktoré majú podobný profil . Taktiež sme vypracovali materiál, ktorý má slúžiť ako podklad pre všetky dôležité rozhodnutia a ktorý analyzuje naštartovanie vysokoškolského vzdelávania v oblasti energetiky v obci Paks, avšak výlučne ako istú formu detašovaného strediska materskej inštitúcie.

Doplnením cvičení z oblasti energetiky a zavedením cieľa zameraného na získanie odbornej praxe v danej oblasti sme prepracovali učebné osnovy a pripravili tak vzdelávací systém smerujúci k vysokoškolskému vzdelávaniu s technickým zameraním a tiež systém, ktorý svojich študentov naň pripraví. So strednými školami nachádzajúcimi sa v okolí Jadrovej elektrárne v obci Paks máme podpísanú dohodu o ich účasti na tomto projekte, pričom táto dohoda spočíva vo vzdelávaní špeciálne doplnenom o štúdium fyziky, ktoré bude ukončené maturitnou skúškou. Študenti pochádzajúci z danej oblasti, ktorí sa budú ďalej vzdelávať, sa s väčšou pravdepodobnosťou vrátia späť domov, ak im spomínané rozšírenie ponúkne pracovné a tiež kariérne možnosti. V súvislosti s projektom sme vypracovali školiteľský systém a tiež program poskytovania špeciálneho štipendia a to tak na stredných, ako aj vysokých školách, pretože len takto je možné mladých kvalifikovaných ľudí udržať v priemyselnom odvetví elektrickej energie a zabrániť odlivu pracovných síl do zahraničia.

Z prieskumov ľudských zdrojov si môžeme vyvodiť, koľko pracovných síl budeme počas obdobia investícií - ak si ho rozložíme na niekoľko rokov - potrebovať, ak si zároveň uvedomíme, aké rôzne požiadavky na služby k nim môžeme priradiť. So zamestnanosťou miestnych pracovných síl (čo by malo byť prvoradým cieľom) sa môžu požiadavky na ubytovanie a ostatnú starostlivosť v tejto oblasti podstatne znížiť, avšak požiadavky na dopravu sa zvýšia. Prioritný prístup k oblasti Kaloča dostáva tiež do popredia alternatívu prechodu cez rieku Dunaj. Musíme mať na pamäti dopravné riešenia priateľské k životnému prostrediu, ako aj obrovské parkoviská, ktoré je v budúcnosti možné využívať aj za iným účelom. Je potrebné odhadnúť existujúce možnosti ubytovania, riešenia ich rozvoja a nárastu, pričom zohľadníme odporúčania Medzinárodnej agentúry pre jadrovú energiu. Okrem prechodných ubytovacích zariadení, ktoré však budú zodpovedať požiadavkám 21. storočia, je potrebné sa zaoberať aj myšlienkou konečného ubytovania budúceho personálu prevádzky a jeho rodinných príslušníkov. Je potrebné preskúmať aj kapacitné pomery jednotlivých obcí. Je potrebné sa ďalej zaoberať myšlienkou poskytovania

stravy pre niekoľko tisíc ľudí, ich stravovaním, zdravotným a sociálnym zabezpečením, otázkami verejnej bezpečnosti, ako aj zabezpečením požiadaviek na voľnočasové aktivity. S poriadnym časovým predstihom je potrebné plánovať možnosť rozširovania kapacít v jasliach, škôlkach a školách, ďalej nemôžeme zabudnúť ani na riešenie problému s uplatnením žien na pracovnom trhu (rodinní príslušníci robotníkov) a to včasným vytvorením pracovných možností pre ne.

Na regionálnej úrovni má plánovaný rozvoj podstatný význam predovšetkým v období realizácie: rozvíja sa infraštruktúra, vďaka ubytovaniu a starostlivosti o robotníkov zúčastňujúcich sa na výstavbe môžu regionálne podniky získať vyššie zisky a po uplynutí tohto obdobia a po odstavení blokov 1-4 sa aj v dlhodobom časovom horizonte zachová solventná vrstva zamestnancov a podnikateľov, ktorá sa postará o realizáciu prevádzky a údržby nových blokov, kompenzujúc tak očakávané negatívne sociálne a ekonomické vplyvy súvisiace s odstavením starých blokov.

Obec Paks získa - aj popri stanovených decentralizačných predstavách - výsostnú úlohu už v období príprav na investície, čím sa tiež vysvetľuje jej neustála spolupráca na projekte. Prieskum potrebného rozvoja infraštruktúry, započatie úloh zameraných na plánovanie a prípravu, ktoré sa na tento rozvoj viažu,ako aj identifikácia zdrojov potrebných na ich realizáciu sú v procese. Je potrebné ďalej preskúmať možnosti rozvoja Priemyselného parku v obci Paks, ako aj možnosť rozvoja jeho areálu. Je veľmi dôležité, aby sa podniky, ktoré budú zodpovedné za prípravu výstavby a montáže elektrárne a tiež ostatné, povedzme aj kancelárske priestory v období investícií usadili práve tu. S mestom Szekszárd, ktoré má status župy, je potrebné nakladať tak, aby to zodpovedalo jeho vážnosti a to tak v období príprav, ako aj samotnej realizácie investícií. V systéme partnerských obcí môžu získať svoje miesto tie obce nachádzajúce sa v oblasti elektrárne, ktoré podniknú konkrétne kroky v záujme úspechu a podpory investícií, (napr. kapacity pre kontajnerové mestečká poskytujúce ubytovanie, k nim zabezpečenie pozemkov a ich napojenie na inžinierske siete, získanie príslušných povolení, zabezpečenie možností mobilizácie pracovných síl, spolupráce na úrovni vzdelávania, pomoc pri komunikácii s médiami, parcelácia nehnuteľností,zabezpečenie možností pre voľnočasové aktivity a aktívny odpočinok). Členovia tohto systému nezískajú finančné dotácie, budú im poskytnuté len možnosti. Všetko toto si vyžaduje podrobné a fundované práce v danej oblasti zo strany každej jednej obce, aby sa konečný výsledok zakladal na reálnych miestnych zdrojoch.

Spoločnosť MVM Paksi Atomerőmű Zrt. prevádzkuje len takmer desať rokov tento špeciálny podporný systém vo forme neziskovej organizácie, ktorej cieľom je rozvoj danej oblasti a jej obcí, rozvoj podnikania a pomoc pri vytváraní nových pracovných miest. S pomocou tejto nadácie došlo v danej oblasti či už cestou priamej (zabezpečenie účasti v tendry) alebo nepriamej podpory k rozvoju vo výške 30 miliárd forintov, čo malo za následok vytvorenie stoviek pracovných miest.

V záujme toho, aby sa mohol medzi zástupcami elektrárne a v danom okolí žijúcim obyvateľstvom vytvoriť konštruktívny dialóg, bolo nevyhnutné zriadenie jedného orgánu, ktorý je vďaka registrovaným právnickým osobám a samostatnému programu, operačnému systému a rozpočtu schopný účinne zastupovať reálne požiadavky a záujmy obyvateľov žijúcich v tejto oblasti. V súlade s týmto vzniklo v roku 1992 zo zástupcov 13 samospráv obcí združenie pod názvom Társadalmi Ellenőrző, Információs és Településfejlesztési Társulás (TEIT). Toto združenie na jednej strane vykonáva kontrolnú činnosť a na strane druhej úzko spolupracuje s elektrárňou v oblasti sprostredkovania informácií. Jeho cieľom nie je vzpieranie sa elektrárni ako takej, ale ochrana záujmov obyvateľov, úprimný dialóg, udržanie spolupráce a vybudovanie vzájomnej dôvery. Združenie TEIT vydáva pravidelné publikácie a za účelom kontroly vytvorilo sociálny výbor.

Medzi spoločnosťou MVM Paksi Atomerőmű Zrt. a obyvateľmi danej oblasti žijú a fungujú možnosti už niekoľko desiatok rokov trvajúcej komunikácie. Možnosť širokospektrálnej informovanosti a slobodného vyjadrenia názoru je základným kameňom pri budovaní dôvery, mierovej spolupráce a vytváraní konsenzu. V rámci politiky otvorenosti prevádzkuje elektráreň centrum pre návštevníkov vo svojom okolí a v obci Kaloča, ktoré je najdôležitejším miestom pre stretávanie sa obyvateľov a zástupcov atómového priemyslu a ktoré každému občanovi Maďarska, medzi nimi aj obyvateľom žijúcim v tejto oblasti, poskytuje možnosť sa s týmito predstaviteľmi kedykoľvek osobne stretnúť. Elektráreň má úzke kontakty s predstaviteľmi miestnych, regionálnych a celoštátnych médií, ktorým pravidelne, respektíve v závislosti od danej situácie poskytuje potrebné informácie. Spoločnosť MVM Paksi Atomerőmű Zrt. má vlastné podnikové noviny, ktoré poskytujú presné informácie o udalostiach týkajúcich sa elektrárne, o plánoch, ako aj o snahách týkajúcich sa rozvoja. Tieto noviny sa dostanú do každej poštovej schránky v obci (TEIT) nachádzajúcej sa v okruhu 12 km. Obyvatelia obcí Paks, Kaloča, Gerjen a Uszód sa môžu 24 hodín denne informovať vďaka monitorom umiestneným v cente obcí o aktuálnych pomeroch žiarenia v danej obci vo forme zrozumiteľnej, porovnávacej vizualizácie.

11 SÚČASNÉ A PREDPOKLADANÉ POČASIE V 30 KM OBVODE PREVÁDZKY PAKS

11.1 KLIMATICKÁ CHARAKTERISTIKA OKOLIA JADROVEJ ELEKTRÁRNE V OBVODE 30 KM OD PREVÁDZKY PAKS

Priemerná ročná **teplota** predstavuje na stanici Paks 10,7°C, čo je nad celoštátnym priemerom. Z hľadiska vývoja priemernej ročnej teploty predstavuje najteplejší mesiac v roku júl, najchladnejší zase január. Na základe analýzy teplôt môžeme vidieť, že priemerné teplota má na ročnej báze narastajúcu tendenciu a pri analýze výskytu letných -a horúcich dní si môžeme tiež všimnúť, že aj extrémne teploty vyskytujúce sa počas roka sú čím ďalej tým častejšie.

Z hľadiska **ročného úhrnu zrážok** bol od roku 1951 najsuchším rokom rok 1961 (285,9 mm) v oblasti prevádzky Paks, pričom najviac zrážok bolo v roku 2010 (990,9 mm), čo predstavuje aj doterajšie maximum. Z pozorovania desaťročných priemerov môžeme vyvodiť, že za posledných desať rokov napadlo najviac zrážok za celé pozorované obdobie. Z hľadiska ročného úhrnu zrážok je pre oblasť prevádzky Paks charakteristický mierne narastajúci trend, pričom z hľadiska skúmania extrémnych hodnôt padol vo viacerých prípadoch storočný rekord počas tohto 30-ročného obdobia. Z hľadiska ročného vývoja zrážok môžeme povedať, že mesiacom, kedy v oblasti prevádzky Paks napadlo najviac zrážok, bol mesiac jún, po ňom nasledujú ďalšie dva letné mesiace a tiež máj, takže v letnom období spravidla napadne najviac zrážok. Po tomto období môžeme v mesiaci november pozorovať ďalšie maximum. Najsuchším mesiacom je marec, ale vo všeobecnosti je aj v mesiacoch január a február málo zrážok.

Najchudobnejším mesiacom na slnečné svetlo je v oblasti prevádzky Paks mesiac december a to z dôvodu zamračených a krátkych dní; vtedy je priemerná mesačná doba, kedy svieti slnko, celkovo 53 hodín. Mesiace máj-september sú najbohatšie mesiace na slnečné svetlo, vtedy môžeme pozorovať mesačné hodnoty v priemere nad 250 hodín a aj spomedzi nich bol mesiac júl najzamračenejší v priemere za posledných 30 rokov, za ním nasleduje august a potom jún. Doba trvania slnečného svetla počas leta predstavuje takmer dva a pol násobok doby trvania slnečného svetla v zimných mesiacoch.

V oblasti prevádzky Paks predstavuje ročný priemerný **atmosferický tlak pri hladine mora** 1017,5 hPa, jeho vývoj v rámci roka je podobný vývoju na celoštátnej úrovni, najvyššie hodnoty dosahuje vo všeobecnosti v januári a najnižšie sa vyskytujú v apríli. Priemerný tlak vzduchu je v lete nižší, ako v prípade zimných mesiacov.

V oblasti prevádzky Paks je skutočné **odparovanie** v období november-február najmenšie a v období máj-august je najväčšie. V zime je najmenšie potencionálne odparovanie, vtedy sa takmer zhoduje so skutočným odparovaním, od jari do jesene však tieto hodnoty podstatne prevýši, keďže vtedy nie je k dispozícii dostatočné množstvo vody, ktorá by sa mohla odpariť. Oblasť prevádzky Paks môžeme z hľadiska množstva zrážok charakterizovať ako suchú oblasť.

Teplota povrchu pôdy bezprostredne závisí od pohybu Slnka a tak sa zohriatie alebo ochladenie vrchných vrstiev pôdy každým rokom a dňom obdobne mení spolu s teplotou vzduchu. S narastajúcou hĺbkou sa však vplyv Slnka znižuje, znižujú sa tak teplotné výkyvy počas dňa, ako aj počas jednotlivých ročných období a v istých hĺbkach je už teplota stála.

Veterné podmienky: V oblasti prevádzky Paks je v ročnom meradle najčastejším severozápadné, ako aj severo-severozápadné prúdenie vzduchu, druhým najčastejším je zase južné prúdenie vzduchu. V letnom období dominuje severo-severozápadné prúdenie, za ním nasleduje severozápadný smer, potom západný a južný smer tak zostáva na štvrtom mieste. V zimnom období je prevládajúcim smerom vetra severozápad, na druhé miesto tu postupuje južný smer a na treťom mieste je severo-severozápadný. Klesajúci trend charakterizuje ročnú priemernú rýchlosť vetra v období rokov 1997-2010. V tomto období bol zaregistrovaný aj najsilnejší náraz vetra a to 24,8 m/s 19. novembra 2004. Smer maximálnych nárazov vetra je najčastejšie severozápadný, za ním nasleduje južný, potom severo-severozápadný smer. Čo sa týka rýchlosti, najčastejšie sa vyskytujú nárazy vetra medzi 2-4 m/s, ale časté sú aj tie medzi 1-2 m/s, respektíve 4-6 m/s. Rýchlosti nad 12 m/s sa už vyskytujú s nižšej miere, rýchlosť nad 17 m/s je už len veľmi zriedkavá.

Na základe údajov získaných z meracej veže vo výške 20 metrov nachádzajúcej sa v oblasti prevádzky Paks počas

obdobia 7 rokov prevládal severo-severozápadný smer vetra, popri ňom sa najčastejšie vyskytoval severný. Pomerne častým bol aj južný a juho-juhozápadný smer. Aj v 50-metrovej výške bol najčastejším severo-severozápadný smer, v 20-metrovej výške bolo poradie podobné, vo výške 120 metrov sa však už rysujú znaky nárastu pomeru severozápadného vetra. Aj tu bol severo-severozápadný vietor najdominantnejší, na ním nasledoval severozápadný a severný vietor, južné vetry boli pri nižších úrovniach menej výrazné. Zatiaľ čo vo výške 20 metrov bol výskyt rozsahu 2-4 m/s ledva vyšší než v nižších výškach, vo výške 50 metrov je už jednoznačne v prevahe a vo výške 120 metrov sa už v najvyššej miere vyskytuje rýchlosť medzi 4 a 6 m/s. Počas skúmaného obdobia bola vo výške 20 metrov maximálna priemerná rýchlosť 12 m/s, vo výške 50 metrov takmer 18 m/s, vo výške 120 metrov sa už vyskytovali aj hodnoty nad 20 m/s. Vo výške 20 metrov sa nárazy vetra vyššie ako 25 m/s nevyskytli, vo výške 120 metrov však už boli aj hodnoty vyššie ako 30 m/s.

11.2 ZMENY KLÍMY V XXI.STOROČÍ V OBLASTI PREVÁDZKY PAKS NA ZÁKLADE KLIMATICKÝCH MODELOV

Po roku 2010-často odznelo, že „vlaňajší rok bol extrémne daždivý" a nasledujúcu vetu možno máme ešte v živšej pamäti: „leto roku 2012 bolo extrémne teplé". **Premenlivosť** jednotlivých rokov je samozrejmou súčasťou klímy, ktorá existuje aj napriek rôznym vonkajším tlakom, preto ich nemôžeme pripísať na vrub zmeny klímy. V prípade klímy skúmame priemerné hodnoty, trendy a zmeny, ku ktorým dochádzalo počas dlhých rokov.

Najdôležitejšou neistotou klimatického modelovania je **neistota pochádzajúca práve z týchto modelov.** Modely riešia rovnice procesov klimatického systému za pomoci numerických metód. Počas numerického riešenia sa stavové veličiny (teplota, rýchlosť vzduchu, atď.) popisujú v bodoch trojrozmernej priestorovej mriežky a isté vzájomné vplyvy sa popisujú v zjednodušenej forme, za pomoci tzv. parametrizácií. Modely vyvinuté v jednotlivých inštitútoch sa v mnohých hľadiskách od seba odlišujú: na popis toho istého fyzikálneho procesu sa využívajú iné prístupy a parametrizácie a zároveň sa používa aj mriežka s iným rozložením. Všetky tieto rozdiely uplatnia svoj vplyv aj vo výsledkoch modelov.

Antropogénna (ľudská) činnosť má dokázateľne vplyv na klimatické procesy, preto je potrebné to zohľadniť aj v klimatických modeloch. Budúci vývoj ľudskej činnosti nie je možné exaktne stanoviť: nevieme, do akej miery sa zvýši počet obyvateľov našej planéty, aká bude energetická a hospodárska politika jednotlivých krajín, aký bude technologický rozvoj a teda nevieme ani to, aký bude objem emisií v budúcnosti. V záujme tohto zistenia bolo vytvorených niekoľko scenárov zaoberajúcich sa emisiami (Nakicenovic a Swart, 2000), ktorí kvantifikovali vplyv ľudskej činnosti vo forme vypúšťania kysličníka uhličitého. Existujúscenáre opisujúce pesimistickú budúcnosť (teda je možné predpokladať ďalšie výrazné emisie), ako aj optimistické a priemerné scenáre, ktoré do roku 2100 predpokladajú rozličný výskyt skleníkových plynov v ovzduší. Z tohto vyplývajúcu neistotu nazývame **neistotou scenára.**

Modely sa najprv otestujú vzhľadom na uplynulé klimatické pomery a na základe ich výsledkov sa potom rozvíjajú. Potom na nich uskutočnia simulácie smerom do budúcnosti používajúc pritom prebytok plynov so skleníkovým efektom spôsobený ľudskou činnosťou za vstupný parameter. Keďže rozličné modely analyzujú klímu rozličným spôsobom, preto sa pri skúmaní klimatických zmien berú do úvahy vždy výsledky viacerých modelov (toto je tzv. ansámblová metóda), pretože neistotu týkajúcu sa výsledkov klimatických simulácií je takto možné kvantifikovať.

Neistota scenárov sa objavuje od druhej polovice XXI. storočia. Pri skúmaní klimatických zmien je potrebné využívať viacero, avšak minimálne dva modely na kvantifikáciu neistoty, keďže každý model rovnako možným spôsobom opisuje budúcu klímu.

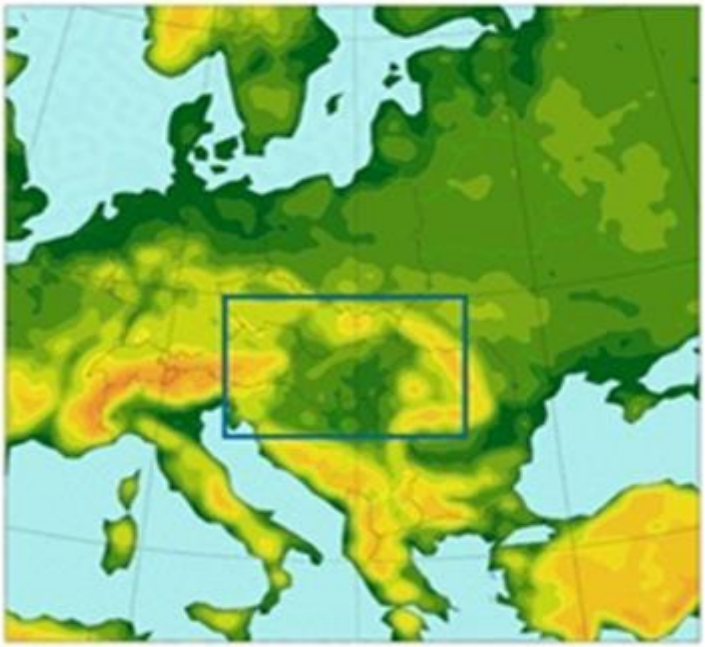
11.2.1 DOSTUPNÉ MODELY

V **Karpatskej kotline** je možné výsledky globálnych modelov využiť pomenej a to viac-menej aj kvôli ich slabému rozlíšeniu. Preto je na stanovenie pomerov neistoty potrebné globálne informácie spresniť za pomoci regionálnych klimatických modelov. V rámci projektu Európskej únie pod názvom ENSEMBLES (van der Linden a Mitchell, 2009) sa spustilo niekoľko regionálnych klimatických modelov s 25 a 50 km-ovým horizontálnym rozlíšením mriežok, pri ktorých uplatnili spomedzi uvádzaných scenárov ***priemerný scenár*** (***A1B)*** .

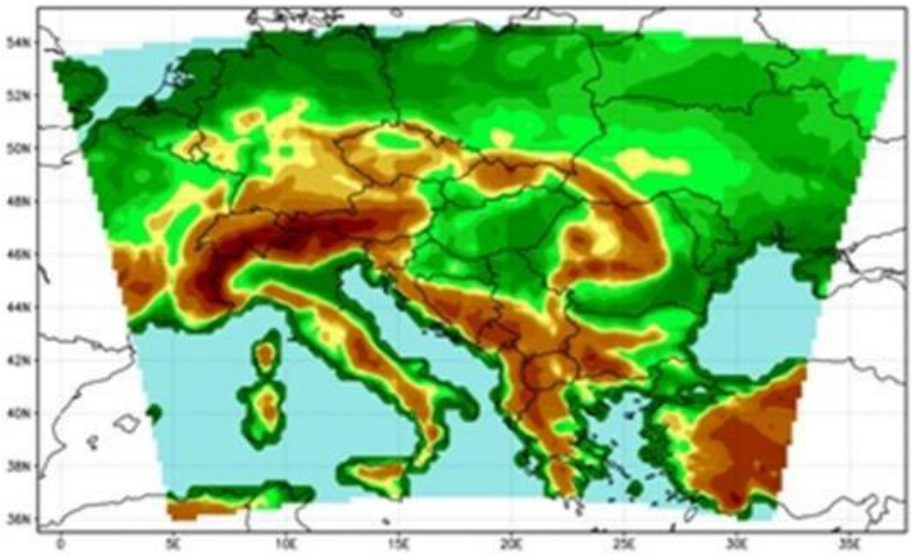
V Národnej meteorologickej službe (OMSz) došlo v súvislosti s výskumom klimatických zmien počas uplynulých

rokov k adaptácii dvoch regionálnych klimatických modelov:

- *regionálneho klimatického modeluALADIN-Climate, ktorý bol vyvinutý vďaka medzinárodnej spolupráci s inštitútom Météo France nachádzajúcim sa v meste Toulouse, ako aj*
- *regionálny klimatický model **REMO** vyvinutý inštitútom Maxa Plancka v Hamburgu.*



46. obrázok: pásma modelu ALADIN-Climate s 25 (celý panel) a 10 km-ovým rozlíšením (modrý obdĺžnik)



47. obrázok: Rozsah pokrytý 25-kilometrovým rozlíšením modelu REMO

Pomocou modelov uskutočnili simulácie najprv v súvislosti s minulosťou, aby ich otestovali v rámci dlhšieho obdobia z minulosti známeho na základe meraní a aby si s takto získanými závermi pomohli pri svojom vývoji.

	ALADIN-Climate 4.5		**REMO 5.0**	
Obdobie	1961–2000	1961–2100	1961–2000	1951–2100
Rozlíšenie	25 a 10 km	10 km	25 km	25 km
Okrajové podmienky	Opätovné analýzy	GCM	Opätovné analýzy	GCM

GCM: Global Climate Model – globálny **klimatický** model.

34. tabuľka: Charakteristické znaky experimentov vykonaných pomocou klimatických modelov ALADIN-Climate a REMO

Za pomoci dvoch regionálnych klimatických modelov, ktoré využívajú v Národnej meteorologickej službe, upravia výsledky globálnych modelov smerom nadol na pásmo s lepším rozlíšením, k čomu poskytli vstupné údaje, tzv. okrajové podmienky , v prípade modelu ALADIN-Climate globálny všeobecný cirkulačný model ˙(ARPEGE-Climat), v prípade modelu REMO zase globálny model, ktorý vznikol prepojením atmosféry a oceánu (ECHAM5/MPI-OM).

Simulácie znázorňuje nasledujúcu tabuľka.

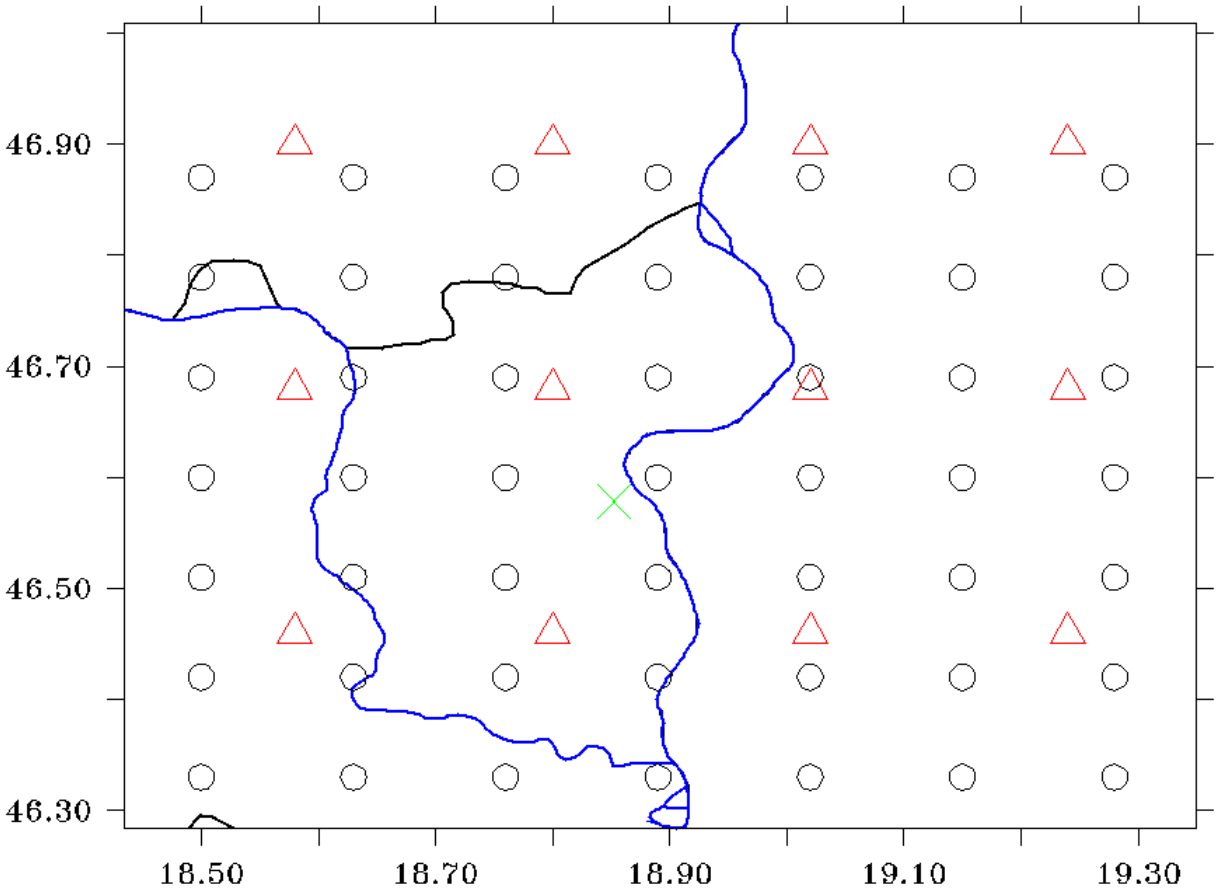
Model	Rozlíšenie	Okrajové podmienky	Scenár	Obdobie
ALADIN-Climate 5.2	50 km	ERA-Interim	-	1989–2008
	10 a 50 km	ARPEGE	RCP8.5	1951–2100
REMO 2009	10 km	ERA-Interim	-	1989–2008
	10 km	ECHAM	RCP8.5	1951–2100

35. tabuľka: Experiment plánovaný pomocou modelov ALADIN-Climate a REMO

Aktualizácia simulácií v lepšom rozlíšení je ešte len v počiatočnom štádiu.

11.2.2 SPRACOVANIE DOSTUPNÝCH MODELOVÝCH VÝSLEDKOV V PRIEMERNÝCH PODMIENKACH PRE 30-KM-OVÝ OBVOD PREVÁDZKY P AKS

Vybraná oblasť predstavuje z modelu s 10 km-ovým rozlíšením bod 7 x 7, z modelu s 25 km-ovým rozlíšením bod 4 x 3.

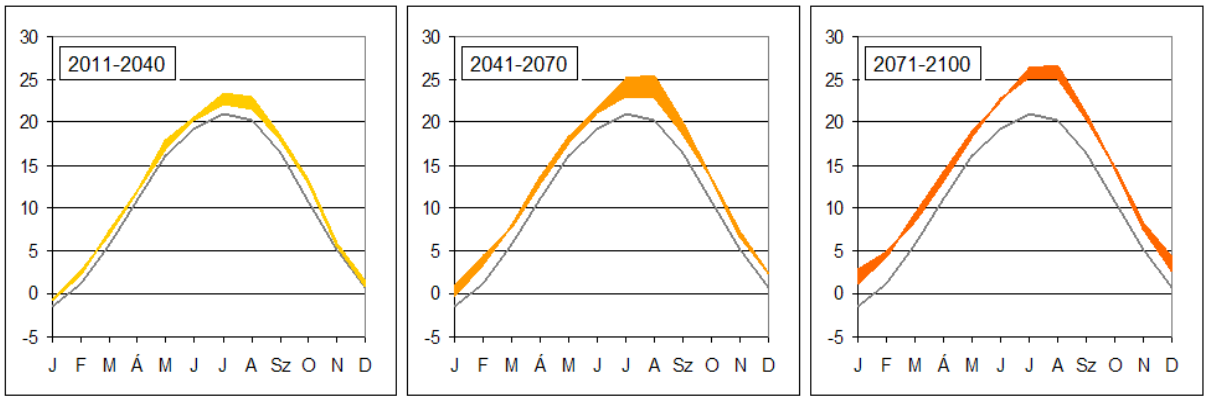


48. obrázok: Modely ALADIN-Climate (čierny) a REMO (červený) predstavujú body mriežky nachádzajúce sa v oblasti Jadrovej elektrárne v obci Paks (zelená)

Zvolenými nasledujúcimi obdobiami sú 2011–2040, 2041–2070 a 2071–2100, keďže podľa odporúčaní Svetovej meteorologickej organizácie je možné klimatické pomery vysvetliť len v dlhšom časovom období, minimálne 30 rokov. Modely popisujú skutočné procesy na základe priblíženia, preto sú výsledky zaťažené podľa potreby menšími alebo väčšími chybami. V záujme eliminácie systematických chýb sa budúce výsledky nebudú objasňovať sami o sebe, ale v porovnaní s referenčným obdobím rokov 1961–1990 samotných modelov - , takže poskytnú aj zmeny (ak však chyba modelov nebude bezpodmienečne konštantná v čase).

V simuláciách modelov sa okrem procesov tvoriacich prirodzenú klímu berie do úvahy aj vplyv ľudskej činnosti. Keďže jej vývoj nepoznáme dopredu na celé 21. storočie, preto sa vytvárajú rôzne hypotézy, tzv. scenáre, ktoré stvárňujú rôzne možnosti vývoja antropogénnej činnosti. Vplyv ľudskej činnosti vyčíslujú pre modely vo forme koncentrácií oxidu uhličitého, takže jednotlivé scenáre popisujú rôzny priebeh vývoja koncentrácií oxidu uhličitého v atmosfére - (avšak táto koncentrácia sa vždy striktne monotónne zvyšuje). Medzi jednotlivými scenármi sa nájdu optimistické, pesimistické verzie, ale aj tie sofistikovanejšie, experimenty vykonané na modeloch v OMSZ sa opierajú o ***priemerný scenár*** (A1B). Počas realizácie budú do obdobia simulácií modelov trvajúceho do roku 2000 zahrnuté namerané hodnoty koncentrácií oxidu uhličitého - a okrem toho bude zohľadnený aj už spomínaný hypotetický scenár. Väčšina odborníkov zaoberajúcich sa klimatickým modelovaním považuje vo všeobecnosti za východiskové obdobie to medzi rokmi 1961–1990, , pretože model takto zobrazuje príslušný signifikantný znak vyjadrujúci veľkú zmenu v súvislosti s 21. storočím.

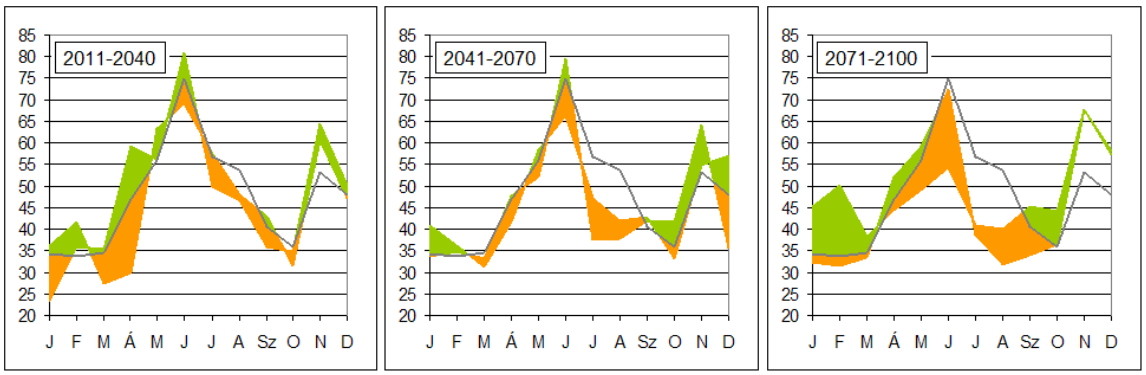
V 21. storočí môžeme v oblasti prevádzky Paks na základe obidvoch modelov očakávať postupné otepľovanie a to na báze ročnej, mesačnej, ako aj na báze jednotlivých ročných období. To znamená, že čím vzdialenejšie 30-ročné obdobie pozorujeme, tým väčší bude nárast priemernej mesačnej, ročnej teploty, ako aj teploty počas jednotlivých ročných období. Prirodzená variabilita medzi jednotlivými rokmi sa zachová, takže aj v budúcnosti sa môžu vyskytnúť mesiace alebo ročné obdobia, ktoré budú chladnejšie, než je priemer.



Poznámka:
Pri znázornení informácií prostredníctvom modelov vzťahujúci sa na budúcnosť sme spojili zmenu ohlásenú na dané obdobie a merania vzťahujúce sa na roky 1961-1990 a potom sme oblasť medzi dvoma vývojmi, ktorú sme získali na základe výsledku dvoch modelov, vyznačili farebne.

49. obrázok: Vývoj priemerných mesačných teplôt počas roka (ºC) podľa pozorovaní v rokoch 1961–1990 (šedá čiara), respektíve ročný vývoj predpokladaný na základe dvoch modelov (ºC; farebné čiary označujú nimi ohraničený interval neistoty) v oblasti

V prípade zrážok na rozdiel od teplôt nehovoríme v priebehu 21. storočia o jednoznačných a lineárnych zmenách, ako ani v súvislosti s tromi nasledujúcimi obdobiami, ani v súvislosti s ročnými obdobiami alebo v súvislosti s oboma modelmi. Modely sa zhodujú s malými zmenami v oblasti ročných zrážok, je však tiež dôležité, aby sme sa pozreli aj na rozdelenie ročných období, kde môžeme pozorovať veľké rozdiely. Podľa modelov je jednoznačný pokles v lete, nárast na jeseň, na jar a v zime sú modely vzhľadom na zmeny neisté. Zmena je jednoznačná podľa modelov: v súvislosti s každým ročným obdobím, tým pádom aj na ročnej báze, ako aj vzhľadom na všetky tri nasledujúce obdobia v oblasti prevádzky Paks. Väčšie zmeny sa ohlásia ku koncu storočia a aj naďalej bude obdobie s najnižšou vlhkosťou vzduchu predstavovať leto a jeseň.



Poznámka:
Pri znázornení informácií prostredníctvom modelov vzťahujúcich sa na budúcnosť sme merania týkajúce sa obdobia rokov 1961–1990 navýšili o mieru relatívnych zmien hlásenú na dané obdobie a potom sme oblasť medzi dvoma vývojmi, ktorú sme získali na základe výsledku dvoch modelov, vyznačili farebne (zelenou v prípade nárastu a žltou v prípade poklesu).

50. obrázok: Vývoj priemerných mesačných zrážok počas roka (mm) podľa pozorovaní v rokoch 1961–1990 (šedá čiara), respektíve ročný vývoj predpokladaný na základe dvoch modelov (mm; farebné čiary označujú nimi ohraničený interval neistoty) v oblasti prevádzky Paks

Z hľadiska rýchlosti vetra modely nepredpovedajú veľké alebo dokonca jednoznačné zmeny a už vôbec nie na ročnej báze.

12 PREDPOKLADANÉ VPLYVY PLÁNOVANÉHO ROZVOJA A PODMIENOK PROSTREDIA NA TEPLOTU VODY DUNAJA, POVODŇOVÚ DOTKNUTOSŤ, BEZPEČNÉ ODČERPÁVANIE CHLADIACEJ VODY A ZMENU KORYTA

Cieľom prieskumov modelu rieky Dunaj, ktoré boli uskutočnené v rámci dopadovej štúdie na životné prostredie prevádzky Paks II je to, aby stanovili v prípade výskytu najnepriaznivejších extrémnych a krajných podmienok dotknutosť oblasti prevádzky jadrovej elektrárne v obci Paks morfodynamické zmeny, ku ktorým dôjde na rieke Dunaj vplyvom rôznych hydrologických okolností, ako aj preskúmali charakteristické parametre teplého lúča zohriatej chladiacej vody v rieke Dunaj, ktorá sa odvádza späť do Dunaja.

Modely rieky Dunaj podrobne skúmali a analyzovali nasledovné:

- Jednorozmerný modelový (1D) prieskum vplyvov extrémnych prírodných a umelých podmienok
    - povodňová dotknutosť prevádzky
    - bezpečnosť odčerpávania chladiacej vody
- Dvojrozmerný modelový prieskum (2D) krajných udalostí týkajúcich sa nízkej alebo vysokej hladiny rieky
- Zmeny koryta, morfodynamika
    - Jednorozmerný modelový prieskum (1D) sedimentov, ktoré sa pohybujú vznášaním a gúľaním.
    - Dvojrozmerný modelový prieskum (2D) morfodynamických procesov koryta rieky Dunaj
- Vplyv zohriatej chladiacej vody, ktorá je vedená do Dunaja - trojrozmerný modelový prieskum teplého lúča.
- Prieskum čistiarne odpadových vôd v čase havarijnej prevádzky pri zamiešaní teplej vody

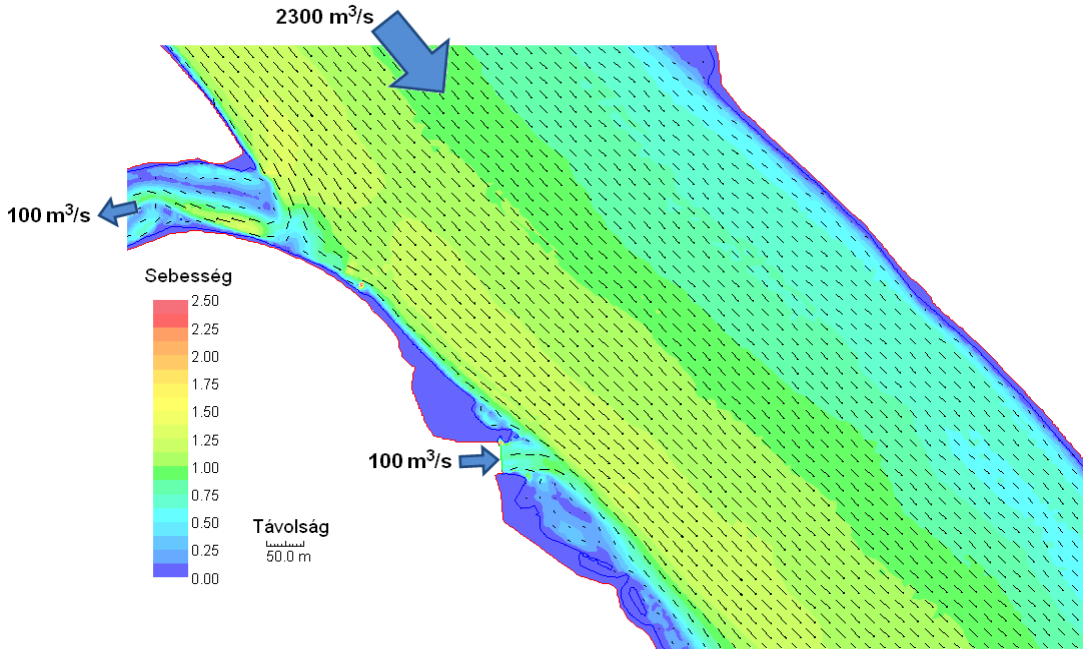
12.1 CHARAKTERISTICKÉ ZNAKYPREVÁDZKY PAKS II NA RIEKU DUNAJ

V čase výstavby prevádzky Paks II bude mať rozšírenie profilu ústia studenovodného kanála, ako aj budúce základové teleso rekuperečnej elektrárne, plánované približne vo výške 200 m nad existujúcim miestom, kde dochádza k vypúšťaniu teplej vody, len minimálny vplyv na prúdiace pomery pri pravom brehu rieky Dunaj.

Na podopretie vyššie uvedeného hodnotenia predstavíme v nasledujúcej podkapitole vplyvy na zmeny v rozdelení rýchlostí prúdenia a to prostredníctvom znázornenia výsledkov prieskumu 2D hydrodynamického modelu.

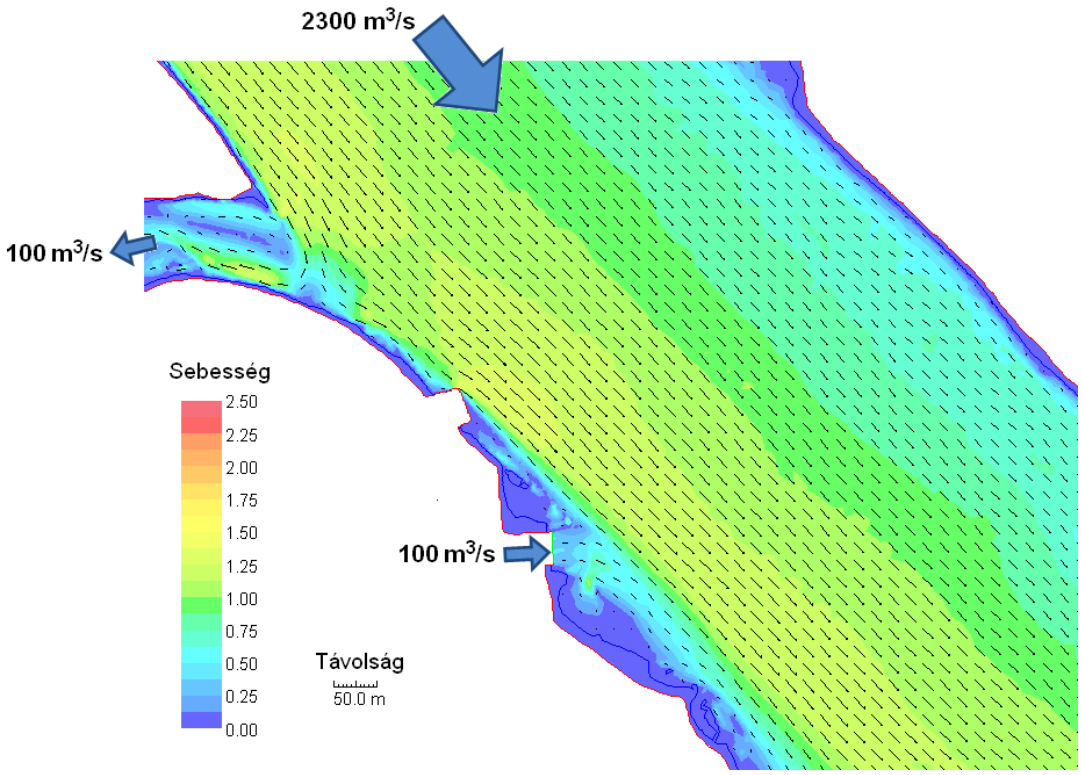
12.1.1 VPLYV PREVÁDZKY PAKS II NA PRIESTORY PRÚDENIA RIEKY A PROCESY ZMIEN KORYTA RIEKY DUNAJ

Za pomoci 2D modelu prúdenia nakalibrovaného na súčasný stav sme stanovili stav prúdenia integrovaný po hĺbke, v súvislosti s vodným priestorom nachádzajúcim sa v okolí rieky Dunaj, v súvislosti s dlhoročným priemerným prietokom vody v rieke Dunaj -, (2 300 m³/s-ra) , ako aj v súvislosti s prípadom Jadrovej elektrárni v obci Paks a celkovým stavom počas výstavby. Na základe porovnania dvoch rýchlostných polí môžeme skonštatovať, že výstavba prevádzky Paks II ledva spôsobí nejakú zmenu v prúdiacich pomeroch rieky Dunaj (rozdelenie rýchlosti, vodná hladina). Na základe vyššie uvedených skutočností môžeme počítať z hľadiska zmeny koryta a zmiešania vypustenej teplej vody so zanedbateľnými zmenami a to v prípade realizácie plánovaného rozvoja.



Sebesség	=	Rýchlosť
Távolság	=	Vzdialenosť

51. obrázok: Kalkulované rýchlostné pole v okolí ústia kanálov studenej a teplej vody, v prípade dlhoročného priemerného prietoku Dunaja 2 300 m³/s a odčerpávania chladiacej vody 100 m³/s – Jadrová elektráreň v obci Paks samostatne



Sebesség	=	Rýchlosť
Távolság	=	Vzdialenosť

52. obrázok: Kalkulované rýchlostné pole v okolí ústia kanálov studenej a teplej vody, v prípade dlhoročného priemerného prietoku Dunaja 2 300 m³/s a odčerpávania chladiacej vody 100 m³/s (Jadrová elektráreň v obci Paks – stav prevádzky Paks II. počas výstavby)

12.1.2 VYPÚŠŤANIE ČISTENÝCH KOMUNÁLNYCH ODPADOVÝCH VÔD POČAS VÝSTAVBY

O maximálnom potrebnom množstve pitnej vody začíname hovoriť v období počiatočnej prevádzky prvého bloku, ako aj v období výstavby druhého bloku, ku ktorej dôjde v tom istom čase, ktorého maximálne množstvo predstavuje 646 m³/denne, maximálne množstvo produkovanej odpadovej vody z toho predstavuje 95 %, teda 614 m³/denne.

Celková kapacita technických objektov určených na manipuláciu s komunálnymi odpadovými vodami, ktoré sa nachádzajú v oblasti elektrárne, predstavuje 1 870 m³/denne, z čoho je v prevádzke II. technický objekt na čistenie odpadových vôd obnovený v roku 2012, ktorého kapacita je 1 200 m³/denne, pričom druhá prevádzka je v súčasnosti chápaná ako rezerva. Keďže množstvo odpadových vôd vznikajúce v súčasnosti na územní Jadrovej elektrárne v obci Paks predstavuje približne 300 m³/denne (prevádzka Jadrovej elektrárne v obci Paks), sú s určitosťou k dispozícii voľné čistiace kapacity v objeme ~1570 m³/denne.

Pri zohľadnení plánovaného rozvoja predstavuje množstvo smerodajnej produkcie odpadových vôd, ktoré je potrebné očistiť za účelom zachovania bezpečnosti 1000 m³/denne (300 + 614 = 914 m³/denne), čo sú schopné samostatne pokryť čistiace kapacity (1200 m³/denne) II. technického objektu čistiarne odpadových vôd obnoveného v roku 2 012.

Hraničné hodnoty v rámci hodnotenia kvality odpadových vôd stanovuje nariadenia Ministerstva pre rozvoj vidieka číslo (VIII. 18.) z roku 10/2010, ktoré hovorí o „Hraničných hodnotách znečistenia povrchových vôd a o pravidlách týkajúcich sa ich využívania“ a jeho príloha číslo 2, ktorá určuje hraničné hodnoty kvality vody v súvislosti s vodnými tokmi) .

Kategorizáciu typov vodných tiel podľa ich ekologického stavu obsahuje Národný plán povodia (VGT) vypracovaný v súlade s princípmi nariadenie Ministerstva životného prostredia a vodného hospodárstva číslo (XII. 30.) z roku 31/2004, ktoré hovorí o „Jednotlivých pravidlách ohľadne skúmania povrchových vôd a vyhodnocovaní ich stavu“, Ministerstvo životného prostredia a vodného hospodárstva (Rámcové smernice vodnej politiky) („Okrajový materiál k 5. kapitole Národného plánu povodia VGT, Fyzikálno-chemické hraničné hodnoty viažuce sa k dobrému stavu vodných tiel povrchových vôd a systém hodnotenia”). Tento na základe

fyzikálno-chemických komponentov stanoví vyhodnocovací systém pozostávajúci z 5 tried: Výborný, 4. trieda: Dobrý, 3. trieda: Mierny, 2. trieda: Slabý 1. trieda: Zlý).

Smerodajná produkcia odpadových vôd je v období výstavby a tiež prevádzky nižšia,, ako je kapacita čistiarne odpadových vôd (1870 m³/nap). Keďže produkcia odpadových vôd je smerodajná v období výstavby, preto sme uskutočnili prieskum zamiešania na produkciu odpadových vôdv objeme 1000 m³/denne, - a to za pomoci 2D modelu transportu v súvislosti s nižšie uvedenými prípadmi:

1.) Prieskum čistiarne odpadových vôd v čase normálnej prevádzky pri zamiešaní teplej vody

- *bezprostredným príjemcom je profil pravého brehu teplovodného kanála 0+050 fkm (smerodajný: prevádzka 3 blokov, prietok kanála 75 m³/s),*
- *nepriamy príjemca: profil pravého brehu Dunaja 1526+250 fkm,*
- *prietok očistenej odpadovej vody: 1000 m³/denne,*
- *koncentrácie komponentov očistenej odpadovej vedy: hraničná hodnota podľa povolenia na prevádzkovanie udeleného príslušným subjektom vodného hospodárstva (rozhodnutie subjektu Dél- dunántúli Környezetvédelmi Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség číslo 917-20/2009-9992).*

1.1) V prípade krajne nízkeho prietoku Dunaja (Q = 579 m³/s),

1.2.) V prípade niekoľkoročného priemerného prietoku (Q = 2300 m³/s).

2.) Prieskum čistiarne odpadových vôd v čase havarijnej prevádzky pri zamiešaní teplej vody

- *bezprostredný príjemca: profil Dunaja 1525+810 fkm na pravom brehu,*
- *prietok odpadovej vody, ktorú nie je možné očistiť: 1000 m³/denne,*
- *koncentrácie komponentov odpadovej vody, ktorú nie je možné očistiť: koncentrácie surovej odpadovej vody, ktorá prichádza do tejto oblasti.*

2.1) V prípade krajne nízkeho prietoku rieky Dunaj (Q = 579 m³/s),

2.2.) V prípade niekoľkoročného priemerného prietoku (Q = 2300 m³/s).

Počas prieskumu zamiešavania musíme vziať do úvahy aj zaťažiteľnosť prijímajúceho povrchového vodného tela, na čo nám informácie týkajúce sa hodnotenia poskytne rozsah zmien z hľadiska jednotlivých tried kvality vody ako oblasť vplyvu v danej oblasti.

12.1.2.1 Súhrn vplyvov privádzania odpadových vôd na vodné telo rieky Dunaj

Ako výsledok prieskumu zamiešavania môžeme skonštatovať, že -v prípade normálnej prevádzky stanice na čistenie odpadových vôd je podľa nariadenia Ministerstva pre regionálny rozvoj číslo (VIII.18.), z roku 10/2010, ktorý hovorí o „Hraničných hodnotách znečistenia povrchových vôd a o pravidlách týkajúcich sa ich využívania“ a jeho príloha, ktorá určuje hraničné hodnoty kvality vody týkajúce sa vodných tokov) súvisiace s hraničnými hodnotami kvality vody z fyzikálno-chemického hľadiska (VGT VKIv porovnaní s hranicou II. triedy, teda s triedou kvality vody „dobrá”), je nárast koncentrácie rádovo nižší, tým pádom prakticky nespôsobuje vo vodnom priestore rieky Dunaj nikde zníženie triedy kvality vody a to ani v prípade krajne nízkeho prietoku vody v rieke Dunaj, ktorý sa vyskytne raz ročne (20 000 Q = 579 m³/s). Z hľadiska kovov je vplyv ešte nižší. Oblasť vplyvu normálnej prevádzky sa obmedzuje na stav, kedy sa očistená odpadová voda dostáva do teplovodného kanála a to v smere prúdenia cez ~20 m--ové pásmo a v priečnom smere cez ~4 m--ové pásmo. Vplyv na telo Dunaja je zanedbateľný. Teplovodný kanál je odizolovaný, takže nie je potrebné počítať s priamym vplyvom na podpovrchové vody. Priamy vplyv na kvalitu podzemných vôd v prípade vypúšťania odpadových vôd cez vodného telo rieky Dunaj je zanedbateľný.

V prípade havarijného zaťaženia (priame odvádzanie do rieky Dunaj pri obchádzaní teplovodného kanála), kedy na pravom brehu rieky Dunaj 1525+810 fkm počítame so zaťažením odpadových vôd, ktoré nie je možné očistiť, bude miera nárastu fyzikálno-chemických komponentov kvality vody rieky Dunaj taká, že to môže byť spojené so zmenou triedy kvality vody v istých oblastiach vodného tela rieky Dunaj (pokles triedy kvality vody v nízkej miere), pričom v rámci oblasti vplyvu v smere prúdenia po dĺžke ~200 m, v priečnom smere do ~10 m sa udrží v pásme pravého brehu Dunaja v prípade krajne nízkeho prietoku vody v rieke. V pásme priemerného prietoku rieky Dunaj klesne oblasť vplyvu na menej než polovicu - v smere prúdenia na - ~80 m a v priečnom smere na ~4 m. Eventuálne

sa vyskytujúce havarijné okolnosti sú len dočasné, spolu s nápravou fungovania čistiarne odpadových vôd sa uplatňuje vplyv pomerov normálnej prevádzky, čiže oblasť vplyvov sa obmedzuje na dolný 50 m-ový úsek teplovodného kanála, v priečnom smere na pásmo ~8 m nachádzajúce sa pri pravom brehu a tým pádom vplyv na rieku Dunaj v princípe zaniká.

12.1.2.2 Súhrn vplyvov vypúšťania odpadových vôd na oblasti rieky určené na pitné účely

Najbližšie k miestu normálnej prevádzky z hľadiska vypúšťania emisií (pravý breh rieky Dunaj 1526+205 fkm) a od neho na približne 3450 m sa nachádza hydrogeologické ochranné pásmo (chránený prírodný útvar) vodnej oblasti obce Foktő- Baráka, ktorého zásoby nám vystačia na ďalších približne 50 a ktorého severný okraj sa dotýka profilu rieky Dunaj 1522,8 fkm. Perspektívne oblasti vôd pre pitné účely, ktoré sú v prevádzke, filtrujú sa pri brehu a vystačia nám približne 50 rokov, sa nachádzajú v chránených oblastiach, pričom podľa spoločného nariadenia Ministerstva životného prostredia a vodného hospodárstva, Ministerstva zdravotníctva a Ministerstva pôdohospodárstva a regionálneho rozvoja číslo (IV.14) z roku 6/2009, ktoré hovorí o „Hraničných hodnotách potrebných z hľadiska ochrany pred znečistením podpovrchových vôd a o meraní tohto znečistenia“ predstavuje hraničná hodnota znečistenia „B“ -- koncentráciu dusičnanov vo výške 25 mg/l (= 5,65 mg/l dusičnanov-N), ako aj koncentráciu amónia vo výške 0,5 mg/l (= 0,39 amónia-N). Podľa výpočtov nie je možné očakávať v súvislosti s nárastom koncentrácií, ktoré sa vytvoria vo vodnom tele rieky Dunaj vplyvom vypúšťania odpadových vôd počas smerodajnej prevádzky - teda počas výstavby - merateľný vplyv -v prípade dotknutých oblastí rieky určených na pitné účely.

V prípade havarijného zaťaženia, kedy pri obchádzaní teplovodného kanála počítame so zaťažením pravého brehu rieky Dunaja 1525+810 fkm odpadovými vodami, ktoré nie je možné očistiť, je síce vplyv merateľný (v prípade najcitlivejšieho prvku - amónia - je maximálny nárast koncentrácie 0,04 mg/l krajne nízky, pričom v prípade priemerného prietoku vody v rieke Dunaj predstavuje 0,02 mg/l), ale vodná oblasť pri obciach Foktő a Baráka, ktorá sa nachádza vo vzdialenosti 3010 m od chráneného územia nachádzajúceho sa pod prívodom a ktorého zásoby nám vystačia približne 50 rokov, nezvyšuje koncentráciu amónia (a dusičnanov) v rieke Dunaj nad hraničné hodnoty vzťahujúce sa na ochranu kvality podzemných vôd. Vplyv lúča znečistenia z dôvodu sploštenia sa lúča v priečnom smere na ~20 metroch zmizne. Eventuálne sa vyskytujúce havarijné udalosti sú len dočasné, ich vplyv opravou čistiarne odpadových vôd zanikne, čím sa opäť nastolí oblasť vplyvu normálnej prevádzky, ktorá má za následok zníženie koncentrácií.

12.1.2.3 Monitoring kvality vody a kvality odpadových vôd

Neustále sledovanie množstva vypúšťaných odpadových vôd existujúcej čistiarne odpadových vôd elektrárne bude dôležité aj počas výstavby novej plánovanej prevádzky, ako aj počas prevádzkovania jej zariadení a to v súlade s parametrami vzťahujúcimi sa na kvalitu vody očistených odpadových vôd predpísanú v povolení na prevádzku vydanom príslušným orgánom vodného hospodárstva, ako aj v súlade s príslušnými platnými právnymi predpismi, v súlade s kontrolou adekvátnosti hraničných hodnôt vzťahujúcich sa na vypúšťanie odpadovej vody, ako aj kontrola prostredníctvom neustáleho monitoringu, ktorý je tiež v súlade s VKI VGT

12.2 CHARAKTERISTICKÉ ZNAKYPREVÁDZKY PAKS II NA RIEKU DUNAJ

12.2.1 SMERODAJNÉ PREVÁDZKOVÉ STAVY

Modelovanie sme uskutočnili pri zohľadnení smerodajných prevádzkových stavov existujúcich a nových plánovaných blokov.

Prevádzka Jadrovej elektrárne v obci Paks (2014-2025)

Odčerpávanie chladiacej vody cez existujúci studenovodný kanál a spätné odvádzanie teplej vody cez existujúci teplovodný kanál, Q = 100 m³/s

V prípade spoločnej prevádzky Jadrovej elektrárne v obci Paks a prevádzky Paks II (2030-2032)

Odčerpávanie chladiacej vody cez priečny profil ústia rieky Dunaj a spätné odvádzanie teplej vody do

Dunaja sa bude realizovať sčasti prostredníctvom existujúceho teplovodného kanála cez technický objekt na rozrážanie energie s maximálnym prietokom teplej vody 100 m³/s a sčasti prostredníctvom rekuperačného technického objektu, ktorý je plánovaný 200 m nad tým prvým, s maximálnym prietokom teplej vody 132 m³/s, Q = 132+100 = 232 m³/s.

V prípade samostatnej prevádzky Paks II(2037-2085)

Odčerpávanie chladiacej vody a spätné odvádzanie teplej vody, Q = 132 m³/s

12.2.2 OPIS PREDPOKLADANÝCH ZMIEN NA ZÁKLADE ANALÝZY RÝCHLOSTNÉHO POĽA PRÚDENIA

Najväčšie odčerpávanie vody a spätné odvádzanie teplej vody môžeme očakávať medzi rokmi 2030 až 2032, a to s prietokom vody 232 m³/s (100 m³/s v prípade existujúcich 4 blokov a 132 m³/s v prípade 2 nových blokov)

Nová prečerpávacia stanica sa zrealizuje v studenovodnom kanáli, ktorého koryto sa rozšíri, tým pádom nebude mať bezprostredný vplyv na oblasť prúdenia rieky Dunaj, ako ani na koryto rieky Dunaj a bude mať len mierny nepriamy vplyv na čerpadlá prečerpávacej stanice z dôvodu prevádzky jedného úseku naň napojeného studenovodného kanála (naplavovanie, hĺbenie). Charakter tohto nepriameho vplyvu je podobne ako charakter vplyvov v súčasnosti prevádzkovanej elektrárne len zanedbateľný vzhľadom na danú oblasť, čo sa týka jeho rozsahu a tiež je len dočasný.

Teplú vodu z štyroch existujúcich blokov odvádza do Dunaja teplovodný kanál (1526+250 fkm, pravý breh) a to cez existujúci technický objekt na rozrážanie energie.

V súvislosti s odvádzaním teplej vody z dvoch nových blokov bude vybudovaný nový teplovodný kanál, ku ktorému sa pri ústí rieky Dunaj vybuduje rekuperačná elektráreň (Dunaj 1526+450 fkm). Plánovanie vybudovanie ústia teplovodného kanála sa bezprostredne dotýka prúdiacich pomerov rieky Dunaj, ako aj lokálnych zmien koryta.

Tieto vplyvy sa prejavujú ako vplyvy na zmenu prúdenia v istých oblastiach:

Nový prívod teplej vody spôsobí v smere k vysokej hladine pod odtokom studenovodného kanála priame spätné vzdúvanie, pretože oslabí prúdenie, ktoré sa vytvorí v oblasti brehu Dunaja a ktoré je paralelné s pobrežnou čiarou. Medzi studenovodným kanálom a prívodom teplej vody sa vytvoria dva víry - jeden v smere hodinových ručičiek a jeden v opačnom smere, ktorý bude rozsiahly a jeho os bude takmer vertikálna, pričom obidva víry sa budú dynamicky krútiť a niekedy spôsobia odtrhnutie prúdu v oblasti pri pravom brehu Dunaja. Pod prívodom teplej vody vznikne vzhľadom na vysokú hladinu v smere hodinových ručičiek rozsiahly vír, ktorý doslova odtlačí teplovodný kanál smerom k strednej línii Dunaja. Aj tento sa správa dynamicky, niekedy sa víry vymenia a sú unášané prúdom Dunaja do oblasti pravého brehu, respektíve rozširujúc sa k strednej línii Dunaja.

Vo vnútri rozsiahlych vírov, ktoré sa vytvorili, má prúdenie skrytý charakter, čo môže mať za následok usádzanie vznášajúcich sa nánosov, ako aj zanášanie úplavu bahnom.

V oblasti zmeny smeru prúdenia môžeme očakávať miernu zmenu v línii prúdenia, pričom línia prúdenia sa z blízkosti pravého brehu posúva k strednej línii Dunaja.

Vyššie uvedené vplyvy, ktoré môžu meniť smer prúdenia, sa v období nízkej vody a stredne vysokej hladiny hlásia silnejšie, markantnejšie, pričom v období vysokej hladiny Dunaja sú tieto vplyvy miernejšie a dominuje hlavné prúdenie Dunaja.

12.2.2.1 2D modelový prieskum prípadov krajne nízkej a krajne vysokej hladiny rieky Dunaj

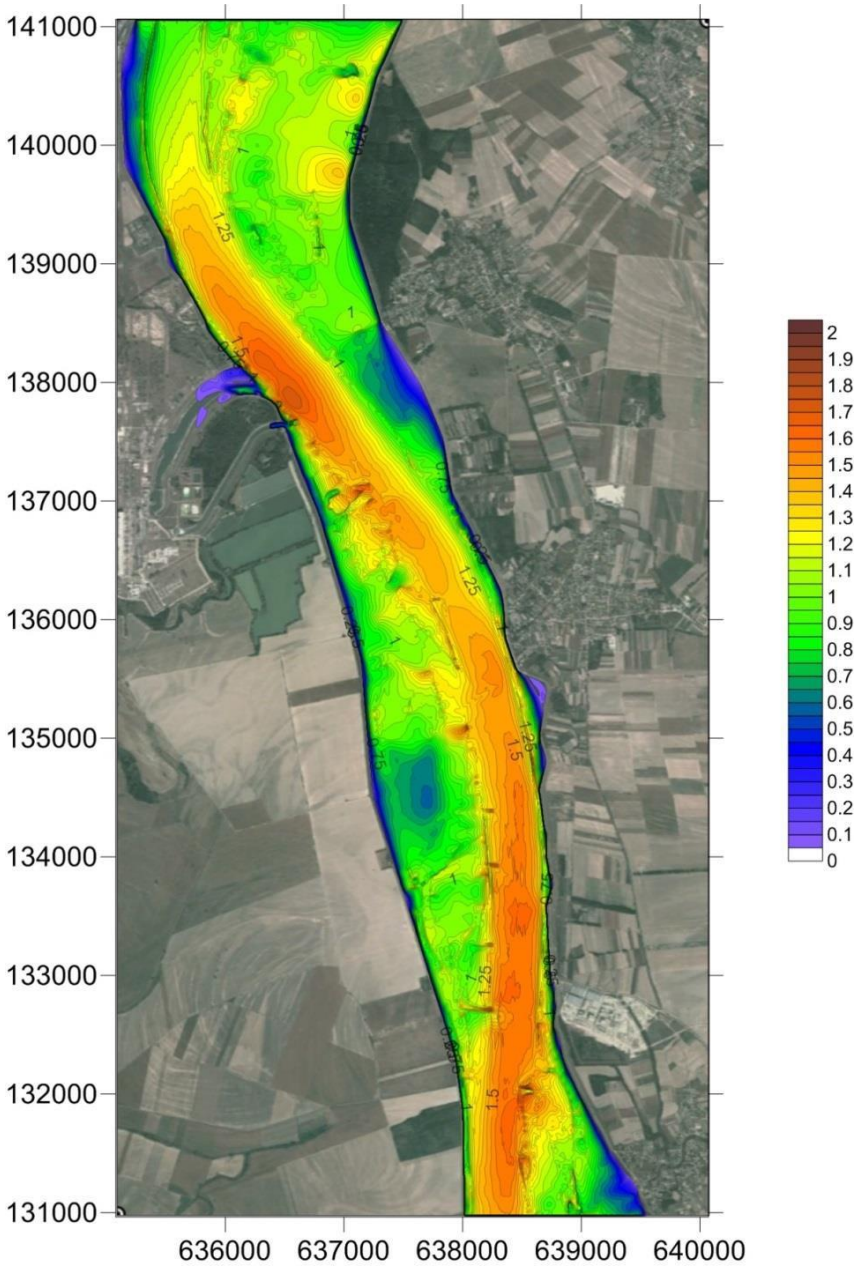
Modelový prieskum nízkej a vysokej hladiny korytového prietoku, ku ktorému dochádza v rieke Dunaj, sme uskutočnili pomocou hydrodynamického modelu Delft3D-Flow a za krajných prúdiacich pomerov v rámci nízkej a vysokej hladiny rieky Dunaj, ku ktorých dochádza približne raz za 20 000 rokov, vzhľadom na úsek koryta rieky Dunaj 1500-1530 fkm v smerodajnom prevádzkovom stave plánovaného rozvoja.

Skúmaný úsek rieky Dunaj v sebe zahŕňa úseky vysokej a nízkej hladiny vody v súvislosti s existujúcou a plánovanou prevádzkou elektrárne.

VÝSLEDKY 2D SKÚMANIA PRÚDENIA V PRÍPADE KRAJNE VYSOKEJ HLADINY RIEKY DUNAJ

Prevádzka Jadrovej elektrárne v obci Paks

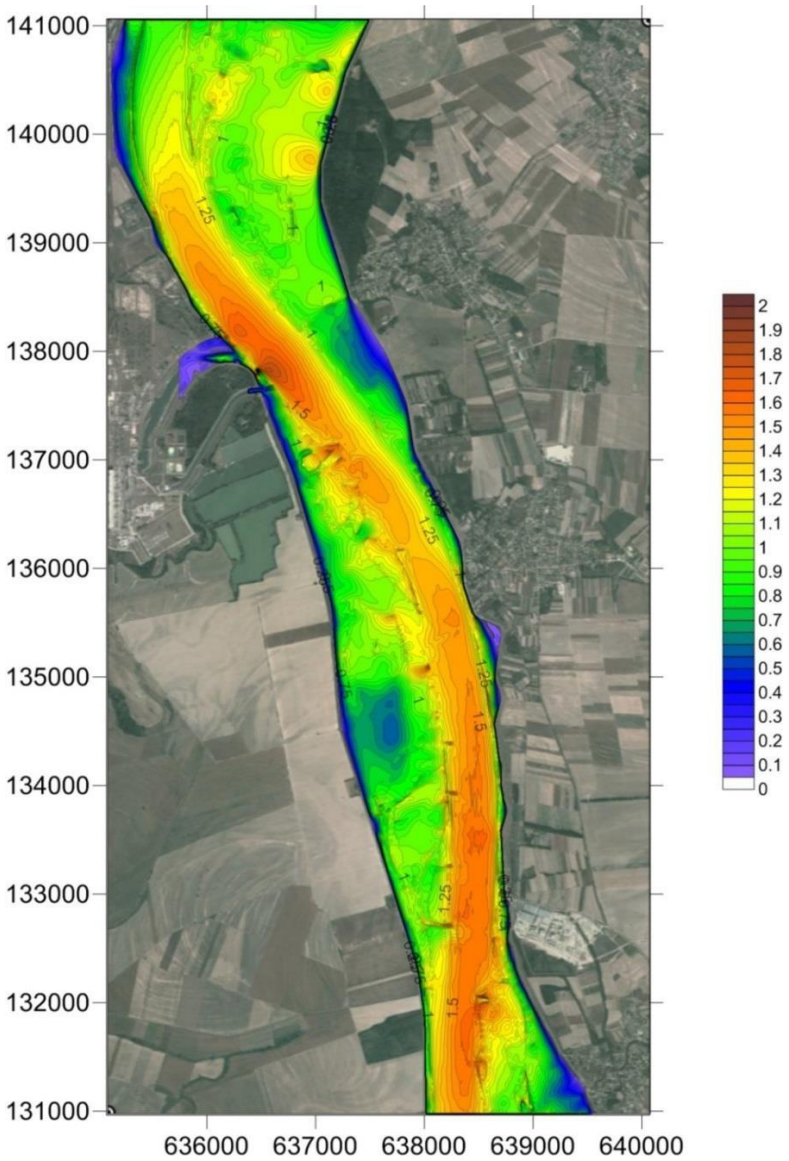
S krajným permanentným prietokom vody v rieke pri jeho vysokej hladine, ku ktorej dochádza raz za 20 000 rokov, **Q_{Dunaj}=14 799 m³/s** , spolu s maximálnym odčerpávaním chladiacej vody v objeme 100 m³/s a s jej spätným odvádzaním cez technický objekt určený na rozrážanie energie.



53. obrázok: Rozdelenie absolútnej rýchlosti prúdenia Dunaja v rkm 1519-1530 [m/s] – Jadrová elektráreň Paks, extrémne vysoká hladina ($Q_{20\ 000rok}$ = 14 799 m³/s, čerpanie vody 100 m³/s) – Jadrová elektráreň Paks samostatne – so súradnicami EOV

Spoločné prevádzkovanie Jadrovej elektrárne v obci Paks a prevádzky Paks II

S krajným permanentným prietokom vody v rieke Dunaj v prípade záplavy, ku ktorej odchádza raz za 20 000 rokov, **Q_{Duna}=14 799 m³/s** a s maximálnym odčerpávaním chladiacej vody 232 m³/s. Spätné odvádzanie vody do rieky Dunaj cez technický objekt slúžiaci na rozrážanie energie, ktorý sa nachádza na konci existujúceho teplovodného kanála s prietokom teplej vody v objeme 100 m³/s , ako aj cez plánovaný rekuperačný technický objekt, ktorý sa bude nachádzať 200 m nad ním, s maximálnym prietokom teplej vody v objeme 132 m³/s.



54. obrázok: Rozdelenie absolútnej rýchlosti prúdenia Dunaja v rkm 1519-1530 [m/s] – smerodajná bežná prevádzka, extrémne vysoká hladina ($Q_{20\,000rok}$ = 14 799 m³/s, čerpanie vody 232 m³/s) – Jadrová elektráreň Paks a Paks II. spolu – so súradnicami EOV

Povodne

Pri skúmaní povodní predstavuje hornú okrajovú podmienku (prietok vody) (Dunaj 1530 fkm) povodňová vlna rieky Dunaj s objemom prúdenia vo výške Q=14 799 m³/s, ku ktorej dochádza raz za 20 000 rokov (v prípade kulminácie). Spodná hladina rieky ako okrajová podmienka (Dunaj 1500 fkm), počas výpočtov 81.55 mBf.

Pri modelových výpočtoch sme v záujme bezpečnosti predpokladali, že súčasné protipovodňové hrádze na Dunaji sa budú v budúcnosti rozvíjať, respektíve, že pomocou protipovodňových zábran dokážu udržať pevnosť hrádz proti valiacim sa záplavám.

Na základe modelových výpočtov v období krajných povodní (prietok vody pri povodniach, ktorý sa opakuje raz za 20 000 rokov), dosahuje Dunaj v prípade najnepriaznivejších podmienok najvyšší vodný stav na úrovni 96,90 mBf v oblasti existujúcej a plánovanej prevádzky. Aksa pri takejto úrovni vodnej hladiny rieky Dunaj protipovodňová hrádza na pravom brehu pretrhne alebo ak sa poškodí ochranná hrádza studenovodného alebo teplovodného kanála, mohol by sa vytvoriť obraz zaplavenia znázornený na nasledujúcom obrázku.

Ako môžeme vidieť, ani toto nemôže ohroziť oblasť prevádzky dotknutú tak existujúcim, ako ani plánovaným rozvojom z hľadiska statického zaplavenia terénu 97,00 mBf, ale ak sa vlnenie z nejakého dôvodu zintenzívni, môže generovať núdzový stav, ak sa na povrchu alebo cez tunely technického objektu dotkne citlivých stavieb. Preto sa odporúča citlivé objekty (parapetný múr, atď.) nachádzajúce sa v blízkosti tejto plochy opatriť aktívnou

ochranou a v prípade plánovaného rozvoja ich vybudovať.

55. obrázok: Statický obraz zaplavenia, ku ktorému môže dôjsť v prípade 96,90 mBf na Dunaji

Vyššie uvedený krajný prípad je možné považovať za haváriu, keďže v dotknutom úseku rieky Dunaj nie je možné ani v budúcnosti v dlhodobom časovom horizonte počítať s hrádzami na ľavom a pravom brehu a s rozvojom, ktorý súvisí so zvýšením úrovní koruny, pretože smerodajné úrovne hladiny v prípade povodne (1 %, teda takýto prípad nastáva raz za 100 rokov) zostávajú pod úrovňou výstavby korún hrádze.

Pri jednorozmerných modelových prieskumoch povodní môžeme vidieť, že v prípade, keď nenavýšime počet hrádzí, maximálna krajná prílivová vlna, ktorá prichádza od Prahy a ktorá sa udrží medzi hrádzami aj pri zohľadnení vplyvov zosuvu pôdy a rozpade oporného múru zostane maximálna hladina Dunaja v oblasti prevádzky pod úrovňou 96,30 mBf . Preto sa v okolí prevádzky môže eventuálne vytvoriť len zaplavenie na úrovni hladiny vody predstavujúcej 96,30 mBf (napr. vplyvom poškodenia protipovodňových hrádzí), čo znázorňuje nižšie uvedený obrázok.

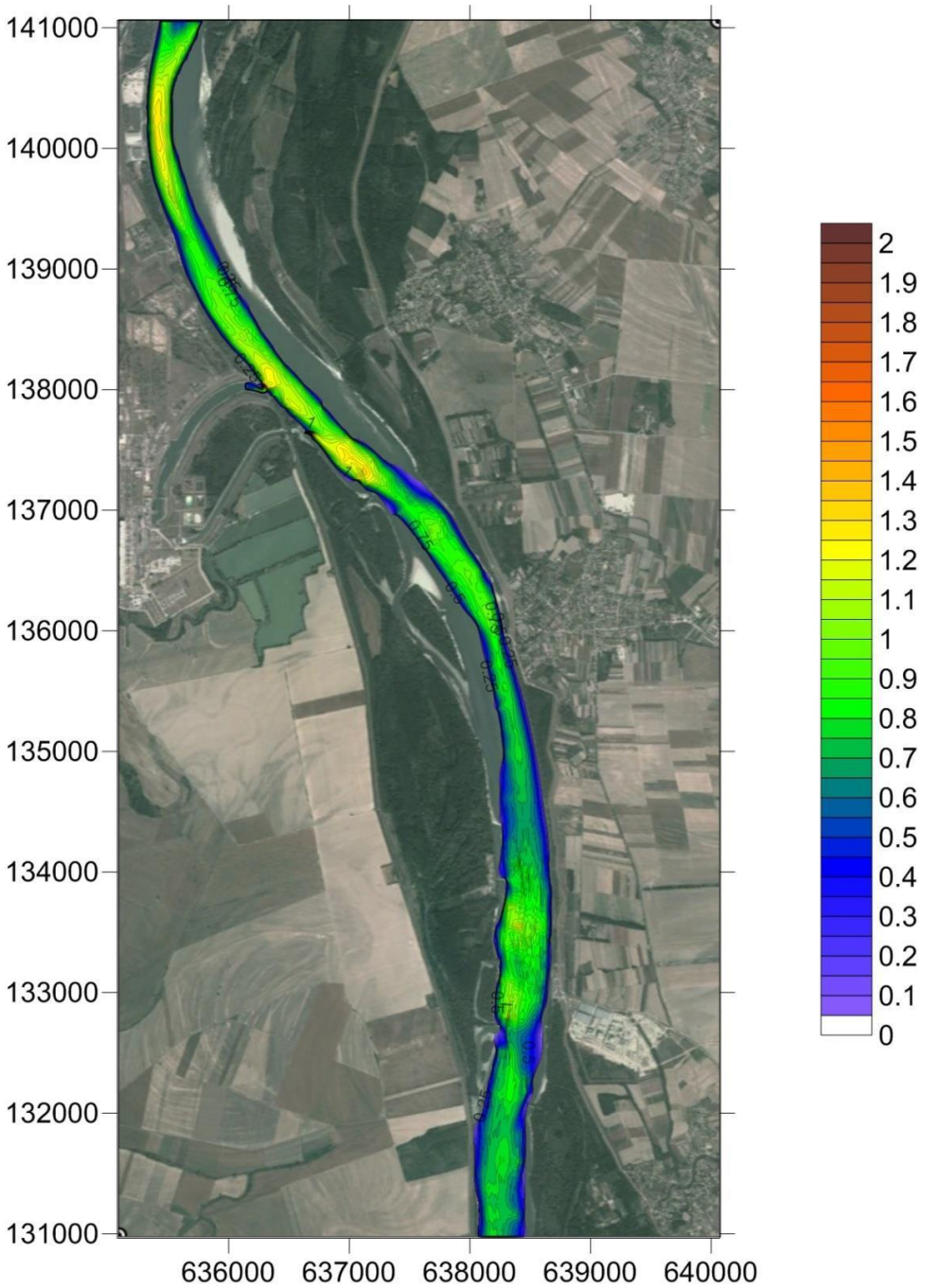
56. obrázok: Statický obraz záplav, ktorý sa môže vytvoriť v prípade 96,30 mBf na rieke Dunaj

VÝSLEDKY 2D SKÚMANIA PRÚDENIA V PRÍPADE KRAJNE NÍZKEJ HLADINY RIEKY DUNAJ

Pri skúmaní okolnosti krajne nízkej hladiny rieky predstavuje hornú okrajovú podmienku (prietok vody) (Dunaj 1530 fkm) rozhodujúci prietok vody s objemom prúdenia Q=579 m³/s, ku ktorému dochádza raz za 20 000 rokov (v permanentnej situácii).

Prevádzka Jadrovej elektrárne v obci Paks

S krajným permanentným prietokom vody v rieke pri jeho vysokej hladine, ku ktorej dochádza raz za 20 000 rokov, **Q_{Duna}=579 m³/s** , spolu s maximálnym odčerpávaním chladiacej vody v objeme 100 m³/s a s jej spätným odvádzaním cez technický objekt určený na lámanie energie.

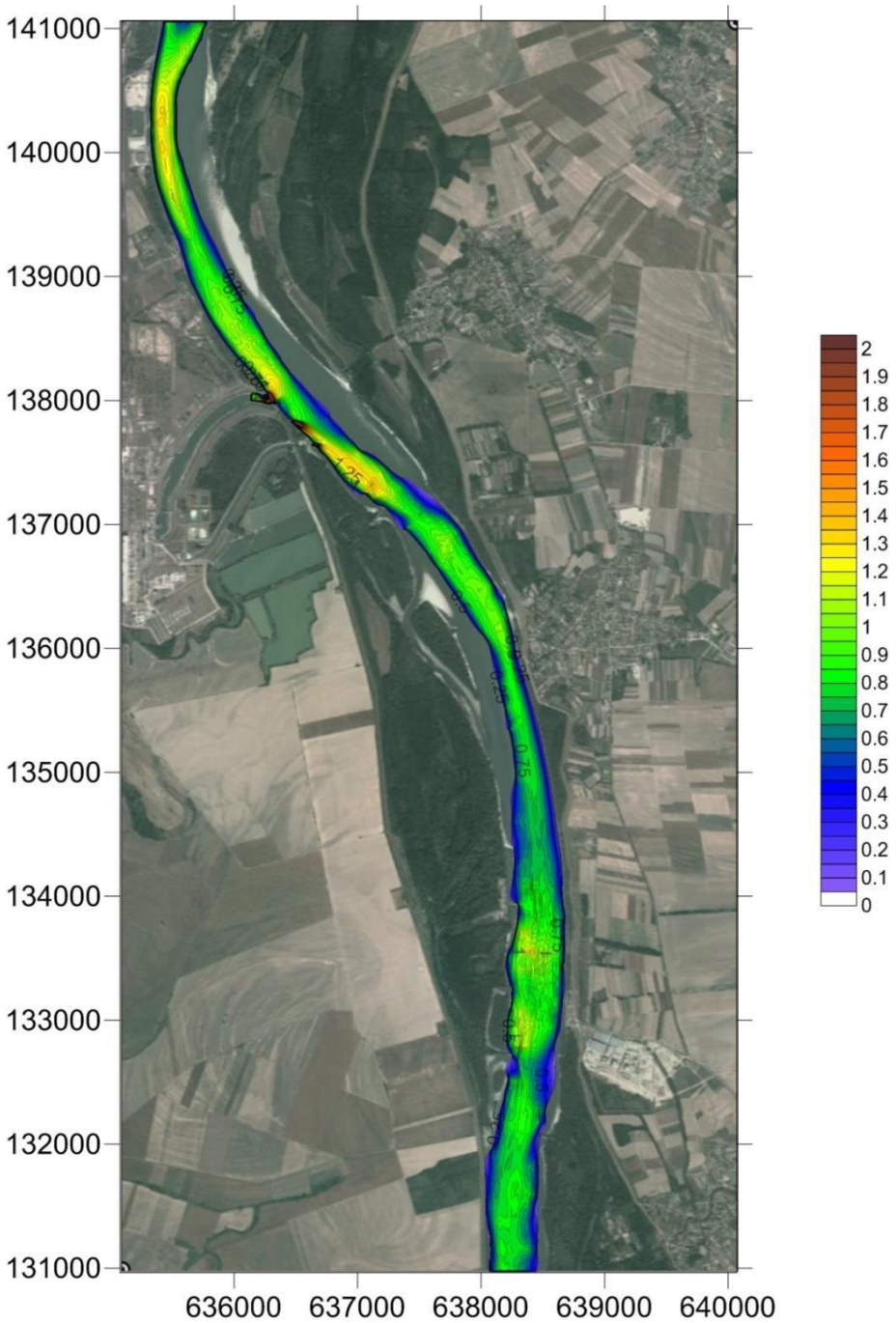


57.obrázok: Rozdelenie absolútnej rýchlosti prúdenia Dunaja v rkm 1519-1530 [m/s] – Jadrová elektráreň Pak samostatne, extrémne nízka voda ($Q_{20\,000rok}$ = 579 m³/s, čerpanie vody 100 m³/s) – so súradnicami EOV

Jadrová elektráreň Paks a Paks II. spoločne

S krajne nízkym permanentným prietokom Dunaja, ktorý sa vracia raz za 20 000 rokov, **Q_{Dunaja} = 579 m³/s** a s maximálnym odčerpávaním chladiacej vody z rieky Dunaj v objeme 232 m³/s (ktorý je možné vytvoriť plánovaným rozšírením existujúceho studenovodného kanála prechádzajúcim priečnym profilom rieky Dunaj). Spätné odvádzanie vody do Dunaja sa bude realizovať sčasti prostredníctvom existujúceho teplovodného kanála cez technický objekt na rozbíjanie energie (vo forme prívodu na pravom brehu) s maximálnym prietokom teplej vody

100 m³/s a sčasti prostredníctvom rekuperačného technického objektu, ktorý je plánovaný 200 m nad tým prvým, s maximálnym prietokom teplej vody 132 m³/s.



58. obrázok: Rozdelenie absolútnej rýchlosti prúdenia Dunaja v rkm 1519-1530 [m/s] – smerodajný prevádzkový stav, extrémne nízka voda ($Q_{20\,000rok}$ = 579 m³/s, čerpanie vody 232 m³/s) – Jadrová elektráreň Paks a Paks II. spolu – so súradnicami EOV

12.2.2.2 Komplexné 2D vyhodnotenie hydrodynamických vplyvov krajných prípadov vysokej a nízkej hladiny Dunaja (Dunaj 1500-1530 fkm)

- V základnom stave (súčasný stav) budú prívalové vlny, ktoré sa objavujú raz za 20 000 rokov, na ľavom brehu Dunaja, ktorého úroveň protipovodňovej koruny je o približne 0,5 m nižšia, spôsobovať problémy s pretrhnutím koruny hrádze. Tomuto vplyvu nie je možné predísť ani za pomoci zajačích hrádzí v prípade, že poznáme výšku koruny hrádze.
- V priečnom profile elektrárne zostane aj v prípade budúceho navýšenia hrádzí krajná hladina rieky pri povodni

pod úrovňou existujúcej a plánovanej oblasti (97 mBf).

- Ak predpokladáme pretrhnutie hrádzí na ľavom brehu, ku ktorému dôjde „prirodzeným spôsobom" alebo v dôsledku rozhodovania sa v núdzovej situácii, zostane jeho vplyv pod úrovňou 20 cm, teda na hornej okrajovej hodnote skúmaného úseku a v takomto prípade prejde prívalová vlna - pod plánovanou a existujúcou úrovňou elektrárne.
- Nárast plánovaného odčerpávania vody spôsobí vďaka realizácii rozšírenia - v prípade krajne nízkej hladiny - pokles vodnej hladiny pod 12 cm, pričom vplyv vysokej hladiny zostane pod 3 cm.
- Verzia zosuvu pôdy nad studenovodným kanálom zvyšuje a vzdúva vodnú hladinu. V úseku pod zosuvom pôdy klesá z dôvodu zrýchleného pohybu vody v úžine hladina vody.
- Vplyv zosuvu pôdy, ktorý zužuje hlavné koryto za podmienok zvyšujúcich aj znižujúcich vodnú hladinu tak v prípade vysokej, ako aj nízkej hladiny (pod miestom zosuvu pôdy, respektíve nad ním). Vplyv zvyšovania vodnej hladiny môže v prípade vysokej aj nízkej hladiny dosiahnuť 5, respektíve 3 cm.

12.2.3 HODNOTENIE PREDPOKLADANÉHO VPLYVU PLÁNOVANÉHO ROZVOJA NA ZMENY KORYTA RIEKY DUNAJ

Trend týkajúci sa zmien koryta na úseku rieky Dunaj pri prevádzke Paks v prípade stredne vysokej hladiny v prvom rade ovplyvnili udalosti, ktoré sa stali v posledných desaťročiach (predovšetkým priemyselné vyhlbovanie koryta, regulácia rieky Dunaj z hľadiska nízkej a stredne vysokej hladiny, pokles prichádzajúceho prietoku splavenín). Na ročný pokles vodnej hladiny rieky Dunaj z hľadiska nízkej a stredne vysokej hladiny, ktorý sa držal vyššie uvedeného trendu, musíme nazerať ako na budúci fakt a preto ho v dôsledku plánovaného rozvoja musíme oddeliť od vplyvov vzťahujúcich sa na očakávané lokálne zmeny koryta.

12.2.3.1 Prieskum lokálnych morfodynamických vplyvov

Zmeny koryta rieky Dunaj, ktoré môžeme očakávať v smerodajných prevádzkových situáciách, sme skúmali pomocou dvojrozmerného (2D) morfodynamického modelu (Delft3D- Flow).

Na základe výsledkov prieskumu modelov môžeme konštatovať, že hlavnú hnaciu silu morfodynamických zmien predstavuje dlhoročný priemerný prietok vody v rieke Dunaj, pričom povodňové vlny s kratším trvaním ho odvracajú len v malej miere.

Hydrologické obdobia (závisiace od celkovej miery zrážok za rok, ktoré sa týkajú povodia):

- obdobie disponujúce priemerným odtokom v rámci koryta (1 - 5 rokov) - prietok Dunaja Q = 2 300 m³/s
- výrazne vlhké hydrologické obdobie (1 - 5 rokov) - prietok Dunaja: Q = 3 000 m³/s

12.2.3.2 Zmena línie prúdenia Dunaja

Prevádzka Jadrovej elektrárne v obci Paks (2014-2025)

Líniu prúdenia rieky Dunaj, ktorú je možné určiť v súčasnom stave prúdenia, môžeme nájsť v okolí prevádzky, v blízkosti pravého brehu hlavného koryta rieky Dunaj. Jej situácia sa môže v malej miere zmeniť aj v závislosti od prietoku rieky Dunaj.

V prípade spoločnej prevádzky Jadrovej elektrárne v obci Paks a prevádzky Paks II (2030-2032)

Línia prúdenia sa v porovnaní so súčasným stavom môže posunúť o maximálne 25 metrov smerom k strednej línii rieky Dunaj, avšak aj naďalej pokračuje v blízkosti pravého brehu. Línie prúdenia v prípade dlhoročného priemerného prietoku Dunaja (2 300 m³/s) sa navzájom od seba odlišujú na dĺžke takmer 1000 metrov. Oblasť vplyvu teda v okolí prevádzky predstavuje rieka Dunaj, úsek približne 150 metrov na jeho pravom brehu, ktorý sme zmerali po dĺžke 1000 metrov v smere prúdenia rieky Dunaj.

V prípade samostatnej prevádzky Paks II (2037-2085)

Línia prúdenia sa od súčasnej línie odchyľuje na celkovo 500 metroch, pričom jej maximálna odchýlka je tiež

25 metrov. Oblasť vplyvu teda v okolí prevádzky predstavuje v prípade dlhoročného priemerného prietoku rieky Dunaj (2 300 m³/s) samotná rieka Dunaj, úsek približne 150 metrov na jeho pravom brehu, ktorý sme zmerali na 500 metroch v smere prúdenia rieky Dunaj.

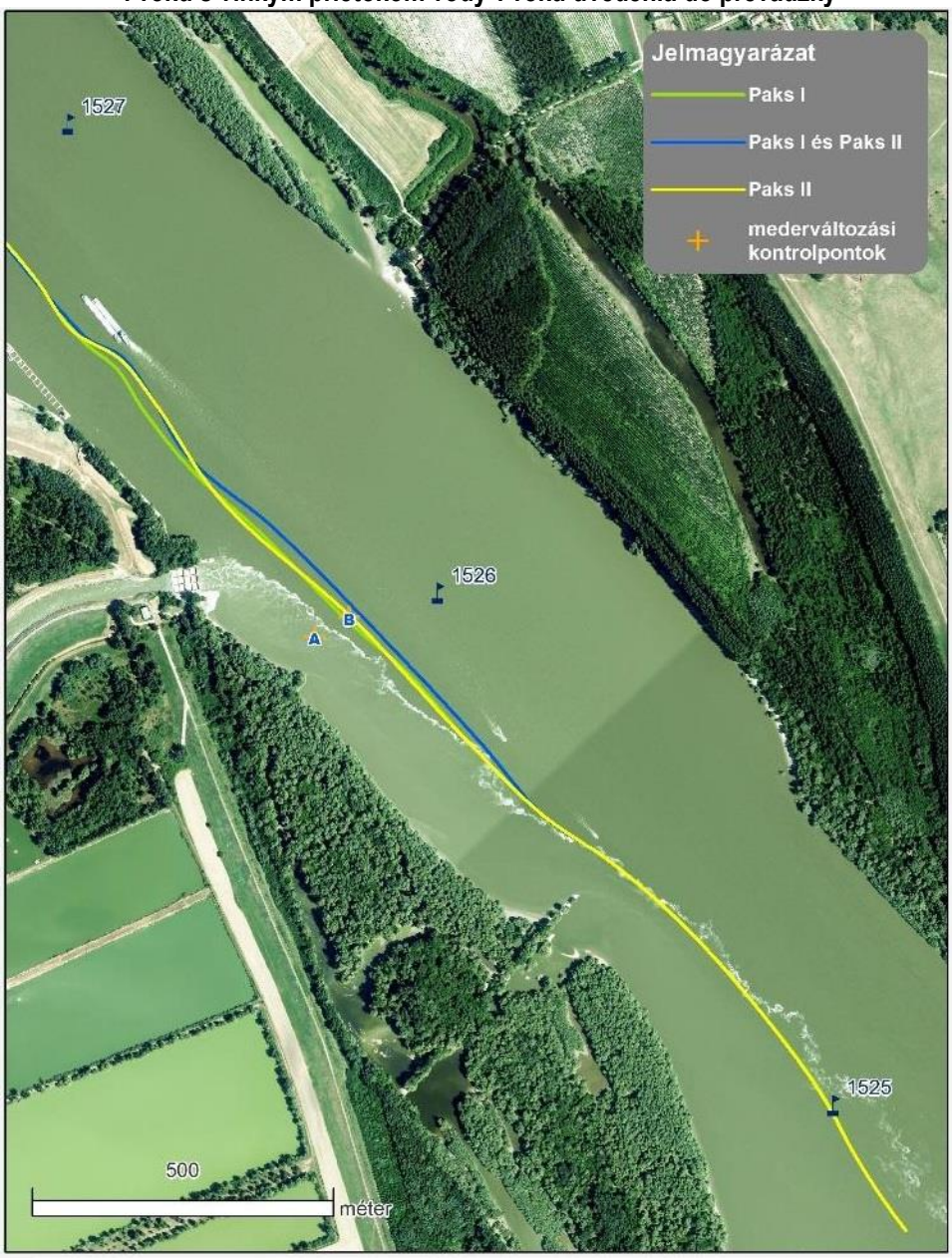
Stav línie prúdenia rieky Dunaj
Bez morfodynamických zmien
v roku s priemerným prietokom vody v roku uvedenia do prevádzky

jelmagyarázat	Vysvetlivky znakov
mederváltozási kontrolpontok	kontrolné body zmien koryta
méter	meter

59. obrázok: Vývoj kalkulovaných línií prúdenia Dunaja v prípade prietoku Dunaja 2 300 m³/s (priemerný hydrologický rok), počas troch prevádzkových období: Jadrová elektráreň Paks samostatne, jadrová elektráreň Paks a Paks II. spolu, Paks II. Samostatne

Vo vlhkom hydrologickom období predstavuje priemerný prietok rieky Dunaj ročne 3 000 m³/s (1,3-násobok dlhoročného priemerného prietoku). V takomto prípade sa pozdĺžna oblasť vplyvu zvyšuje len v malej miere, približne o 10 % (1100 m), pričom posunutie línie prúdenia smerom k stredovej línii Dunaja klesá o približne 10 % (22 m).

Stav línie prúdenia rieky Dunaj
Bez morfodynamických zmien
v roku s vlhkým prietokom vody v roku uvedenia do prevádzky



jelmagyarázat	=	Vysvetlivky znakov
mederváltozási kontrolpontok	=	kontrolné body zmien koryta
méter	=	meter

60. obrázok: Vývoj kalkulovaných línií prúdenia Dunaja v prípade prietoku Dunaja 3 000 m³/s (mokrý hydrologický rok), počas troch prevádzkových období: Jadrová elektráreň Paks samostatne, jadrová elektráreň Paks a Paks II. spolu, Paks II. Samostatne

Zmena, ktorá nastáva v rýchlostiach prúdenia a tým pádom aj presunutie línie prúdenia je najväčšia v počiatočnom období zmeneného rozhodujúceho prevádzkového stavu. Zmeny koryta plynutím času znižujú anomálie v oblasti prúdenia, s uplynutím približne 5 rokov sa koryto prispôsobí zmenenej situácii v oblasti prúdenia (napĺňa sa, respektíve prehlbuje), zmeny koryta sa ustália, respektíve ďalšie zmeny koryta zaniknú.

12.2.3.3 Očakávaný vývoj lokálnych zmien koryta Dunaja vplyvom plánovaného rozvoja

Zmeny koryta vypočítané na prevádzkové obdobie 5 rokov sme znázornili na nižšie uvedenom obrázku. Na obrázkoch sme farebné odlíšenie zmien koryta vyznačili priesvitnou farbou a prispôsobili sme ho ortofotografii, ktorú sme vyhotovili z leteckej snímky z 22. júla 2013. V čase vyhotovenia leteckej snímky, teda 22.07.2013, bol

nameraný prietok Dunaja (Dombori vízmérce) ~2000 m³/s, pričom výpočty sme realizovali na dlhoročný priemerný prietok 2300 m³/s.

PREVÁDZKA JADROVEJ ELEKTRÁRNE V OBCI PAKS (2014-2025)

Prietok Dunaja: (Priemerné) odčerpávanie z Dunaja Q_{Duna} = 2 300 m³/s: Q = 100 m³/s

Na nasledujúcom obrázku môžeme vidieť), že hranica zmien koryta, ktorá sa vytvorila pozdĺž lúča teplej vody na severnom okraji technického objektu na rozrážanie energie sa oddeľuje od usmerňovača, ktorý zasahuje do poľa prúdenia (z malej ostrohy) a potom pokračuje pozdĺž rieky Dunaj, ktorá je spenená radom vírov unášaných do prúdiaceho poľa.

Predpokladaná zmena koryta
v čase prevádzkovania Paks I
v roku s priemerným prietokom vody po päťročnom prevádzkovom období

jelmagyarázat	=	Vysvetlivky znakov
méter	=	meter

61. obrázok: Kalkulované zmeny koryta Dunaja po 5 rokoch prevádzkovania, v prípade prietoku Dunaja 2 300 m³/s (priemerný hydrologický rok) a čerpania chladiacej vody 100 m³/s – nezávislá prevádzka jadrovej elektrárne Paks (2014-2025)

V prípade zmien koryta vypočítaných pre prípad vlhkejšieho hydrologického roka, ako je priemer, je maximálna hodnota lokálneho vyhĺbenia o 40 cm nižšia, pričom jeho opätovné naplnenie je nižšie než 80 cm.

SPOLOČNÁ SMERODAJNÁ PREVÁDZKA ELEKTRÁRNE V OBCI PAKSA PREVÁDZKY PAKS II (2030-2032)

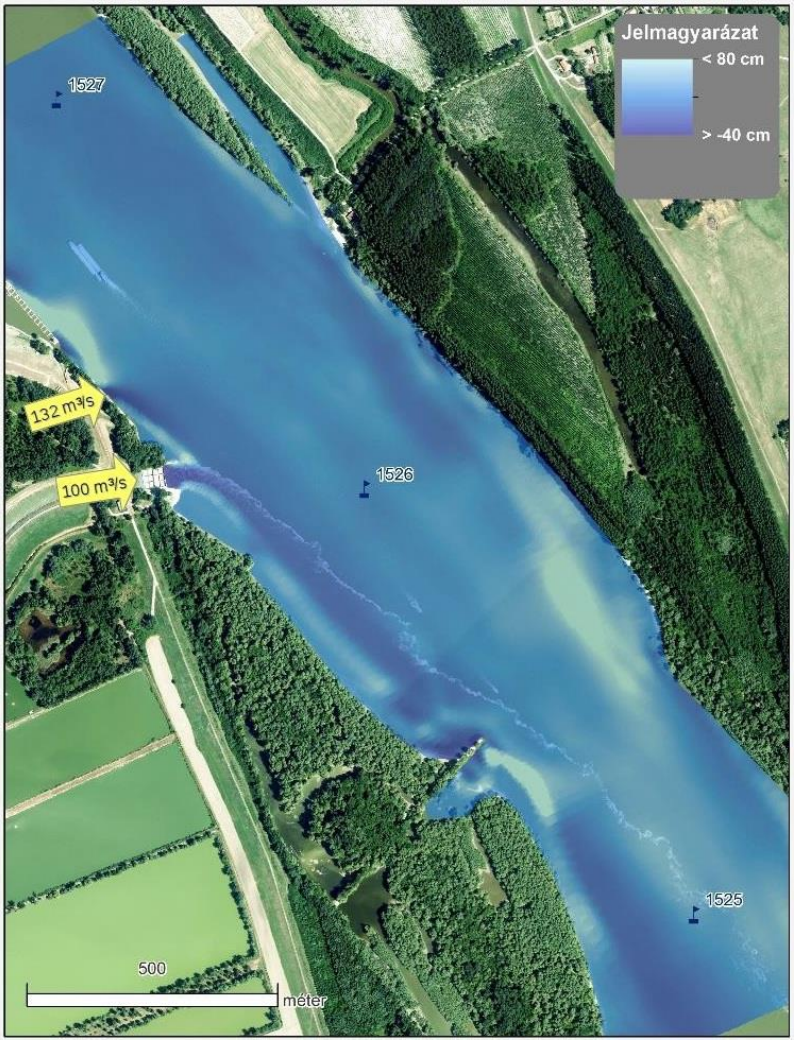
Prietok Dunaja: (Priemerné) odčerpávanie z Dunaja Q_{Duna} = 2 300 m³/s: Q = 100 m³/s + 132 m³/s = 232 m³/s

Zmeny koryta počas 5 rokov spoločnej prevádzky Jadrovej elektrárne v obci Paks a prevádzky Paks II, vykazujú v porovnaní so zmenami koryta v dôsledku prevádzkovania Jadrovej elektrárne v obci Paks približne 10 centimetrové vyhĺbenie v oblasti existujúceho teplého lúča rieky Dunaj, pričom očakávame približne 40 cm-ové vyhĺbenie na 200 metrovom úseku koryta nachádzajúceho sa na mieste medzi plánovaným novým a existujúcim prívodom pozdĺž lúča. Medzi lúčom a brehom očakávame minimálne plnenie. Miestne vplyvy v okolí profilu Dunaja 1525+500 fkm (priečna hrádza postavená na pravom brehu Dunaja, ako dielo zasahujúce do prúdiaceho poľa) sú už ledva citeľné.

Počítaná zmena koryta

pri súbežnom prevádzkovaní Paks I. a Paks II.

v priemernom roku po päťročnej prevádzke



jelmagyarázat	=	Vysvetlivky znakov
méter	=	meter

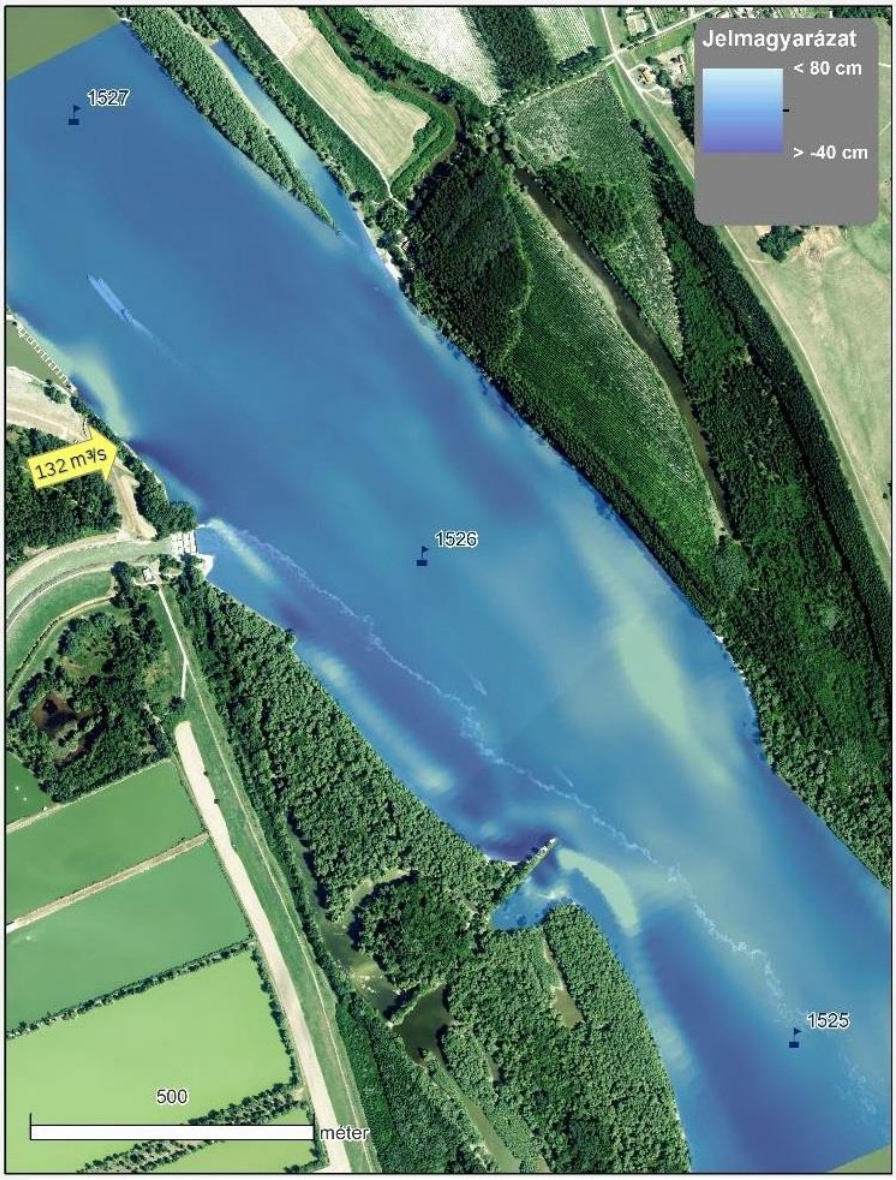
62. obrázok: Kalkulované zmeny koryta Dunaja po 5 rokoch prevádzkovania, v prípade prietoku Dunaja 2 300 m³/s (priemerný hydrologický rok) a čerpania chladiacej vody 100 m³/s (stav v rokoch 2030 až 2032) – Jadrová elektráreň Paks a Paks II. Spolu

SAMOSTATNÁ SMERODAJNÁ PREVÁDZKA (2037-2085)PAKS II

Prietok Dunaja: (Priemerné) odčerpávanie z Dunaja Q_{Duna} = 2300 m³/s: Q = 132 m³/s

V porovnaní so zmenami koryta počas obdobia 5 rokov vypočítaných v súvislosti so samostatnou prevádzkou Paks II a zmenami koryta v dôsledku prevádzky Jadrovej elektrárne vykazuje zaťaženie teplej vody približne 5 centimetrové prehĺbenie v oblasti existujúceho lúča rieky Dunaj. Ešte 10 centimetrové vyhĺbenie môžeme očakávať na 200 m úseku medzi plánovaným novým miestom výpustu teplej vody a medzi existujúcim miestom pozdĺž lúča - keďže zaniknutím spodného lúča zanikne aj jeho vzdúvací účinok. Medzi lúčom a brehom očakávame minimálne plnenie. Miestne vplyvy pod profilom Dunaja 1525 fkm sa stanú zanedbateľnými.

Predpokladaná zmena koryta
v čase prevádzkovania Paks II
v roku s priemerným prietokom vody po päťročnom prevádzkovom období



jelmagyarázat	=	Vysvetlivky znakov
méter	=	meter

63. obrázok: Kalkulované zmeny koryta Dunaja po 5 rokoch prevádzkovania, v prípade prietoku Dunaja 2 300 m³/s (priemerný hydrologický rok) a čerpania chladiacej vody 100 m³/s (stav v rokoch 2037 až 2085) – Paks II. samostatne (2037-2085)

12.2.3.4 Zhrnuté výsledky výskumov lokálnych zmien koryta

Ako výsledok kalkulácií lokálnych zmien koryta je možné konštatovať, že po päť (5) ročnej prevádzke - približujúcej sa ku konsolidácii dna koryta:

- Hlavnou hnacou silou zmien koryta je mnohoročný priemerný prietok Dunaja, ktorý krátkodobé povodňové vlny len v malej miere modifikujú.
- Počas prevádzkových rokov, ktoré sú značne vlhšie od priemeru (3000 m³/s) sa miera zmien koryta v malej miere zvyšuje v porovnaní s mnohoročným priemerným prietokom Dunaja (2300 m³/s).
- Miera lokálneho navýšenia bola max. 80 cm, kým miera lokálneho vyhĺbenia dosahovala max. 40 cm. Ich územný rozsah nie je významný.
- Miera rozdielov zmeny koryta počas prevádzkovania samostatnej Jadrovej elektrárne Paks (2014-2025), resp. samostatnej Paks II. (2037-2085) je minimálna.
- V prípade spoločnej prevádzky jadrovej elektrárne Paks a Paks II. (2030-2032) sa dajú zistiť významnejšie zmeny koryta, v porovnaní s osobitnou prevádzkou. Tento vplyv ale po 2 rokoch klesá v dôsledku výstupov blokov jadrovej elektrárne Paks v súlade s harmonogramom predĺženia prevádzkového času, totiž v prípade blokov sa až o 25 m³/s zníži odber a vypúšťanie vody, a do roku 2037 bude dosiahnuté obdobie samostatnej prevádzky Paks II.

Smerodajné prevádzkové stavy plánovaného rozvoja (Paks II.)	**Stanovenie morfodynamickej a prietokovej oblasti vplyvu koryta Dunaja v prípade realizácie plánovaného rozvoja, v porovnaní so základným stavom**	
	Dĺžka oblasti vplyvu v smere hlavného prúdenia Dunaja [Duna rkm],	**Šírka oblasti vplyvu, od pravého brehu Dunaja, pozdĺž priečneho prierezu [m]**
Jadrová elektráreň Paks a Paks II. spoločne	1525+500 - 1527+000 rkm (1500 m)	maximum 300 m
Paks II. samostatne (132 m³/s)	1526+000 - 1527+000 rkm (1000 m)	maximum 200 m

36. *tabuľka: Stanovenie morfodynamickej a prietokovej oblasti vplyvu koryta Dunaja v porovnaní so súčasným stavom*

12.2.4 PRÍVOD ZOHRIATEJ CHLADIACEJ VODY DO DUNAJA

Zohriatu chladiacu vodu plánovaných nových blokov zavedú do Dunaja na pravom brehu v 1526+450 rkm, na protiprúdnej strane aktuálneho miesta prívodu, ~200 metrov na sever od existujúceho teplovodného kanála, v novom prívodnom bode cez rekuperačné zariadenie.

Harmonogram prevádzkovania jadrovej elektrárne Paks a plánovaného rozvoja sme zhrnuli v nižšie uvedenej tabuľke.

Obdobie [roky]	**Maximum prietoku teplej vody [m³/s]**	**Počet prevádzkovaných blokov [ks]**	**Smerodajné dátumy [rok]**	**Odhadovaná maximálna ročná teplota vody Dunaja [°C]**
2014 (Súčasnosť)	100	Existujúce 4 bloky jadrovej elektrárne Paks	Rok 2014	25,61 [°C]
od r. 2014 do r. 2025	100	Existujúce 4 bloky jadrovej elektrárne Paks		
od r. 2025 do r. 2030	166	Existujúce 4 bloky jadrovej elektrárne Paks + 1 nový blok		
od r. 2030 do r. 2032	232	Existujúce 4 bloky jadrovej elektrárne Paks + 2 nové bloky	Rok 2032	26,38 [°C]
od r. 2032 do r. 2034	207	Existujúce 3 bloky jadrovej elektrárne Paks + 2 nové bloky		
od r. 2034 do r. 2036	182	Existujúce 2 bloky jadrovej elektrárne Paks + 2 nové bloky		
od r. 2036 do r. 2037	157	Existujúci 1 blok jadrovej elektrárne Paks + 2 nové bloky		
od r. 2037 do r. 2085	132	2 nové bloky	Rok 2085	28,64 [°C]
od r. 2085 do r. 2090	66	1 nový blok		
od r. 2090	0	-		

37. tabuľka: Vypúšťanie teplej vody (Q m³/s) v prípade realizácie plánovaného rozvoja, s očakávanou najvyššou teplotou vody Dunaja (T_{Duna}, °C), v smerodajných prevádzkových časoch

V smerodajných časoch (2014, 2032 a 2085) podľa pesimistického klimatologického scenára (DMI-B2 PRODUCE: otepľovanie Zeme v rokoch 2000 - 2100 je 1,8 °C), je trvanlivosť prekročenia najvyšších teplôt vody pozadia prijatých ako smerodajných len 1 deň/rok v rozsahu prietoku Dunaja do 1500 m3/s.

12.2.4.1 Určenie oblasti vplyvu dotknutej teplotou vody Dunaja nad 30 °C, v prípade prietoku Dunaja 1 500 m³/s

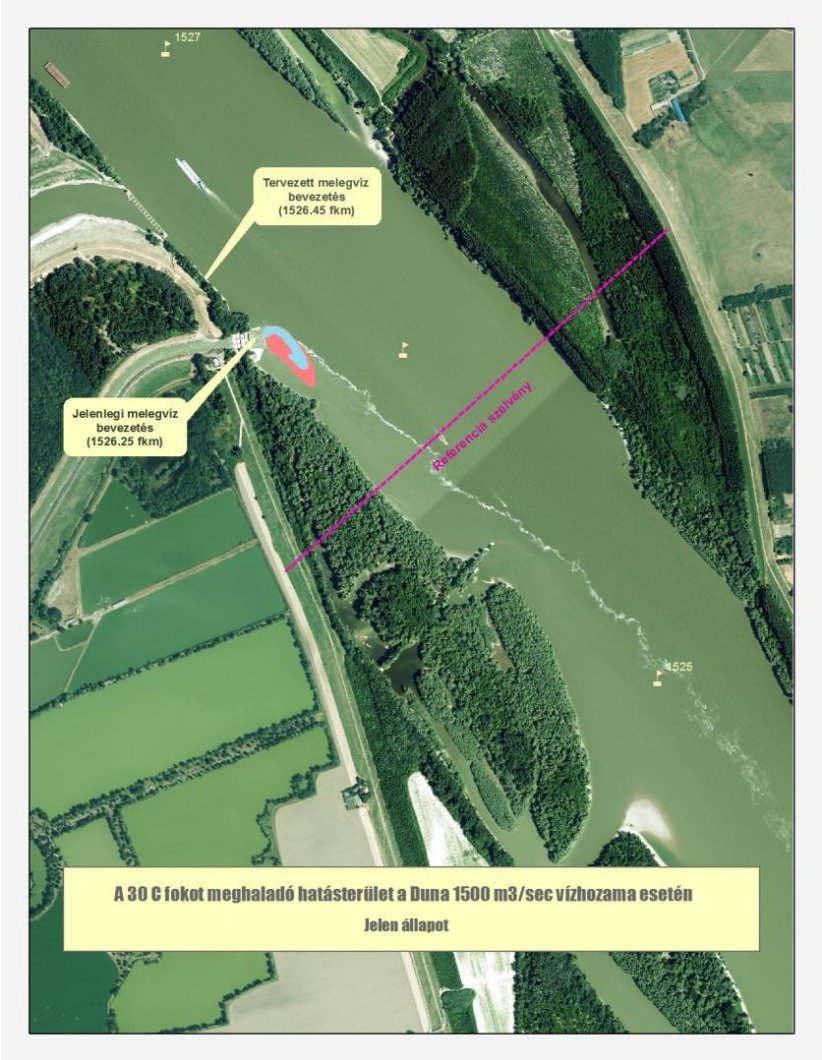
V smerodajných situáciach r. 2014, 2032 a 2085 územia vodnej plochy Dunaja s teplotou vody 30 °C, kalkulované územia vplyvu tepelného lúča uvádzame v nasledovných troch po sebe idúcich tabuľkách.

STANOVENIE ÚZEMIA VPLYVU V SMERODAJNOM STAVE R. 2014, V PRÍPADE PRIETOKU DUNAJA 1 500 M³/S

- teplota pozadia Dunaja (T_{Dunaj}) 25,61°C,
- prietok chladiacej vody (q) 100 m³/s, priteká do Dunaja na aktuálnom mieste prívodu,
- teplota zohriatej chladiacej vody:

  (1. prípad) $T_{teplá\ voda}$=33°C a
  (2. prípad) prívod použitím 8°C teplotného rozdielu ($T_{teplá\ voda}$ = T_{Dunaj}+8°C = 33,61°C).

Plochu vodného útvaru, pre ktoré je charakteristické rozdelenie smerodajnej teploty vody Dunaja, pravdepodobne v trvaní 1 deň/rok, kalkulovanej na rok 2014, teplotou vody presahujúcou 30 °C znázorňuje obrázok nižšie (64. obrázok).



Poznámka:
modrá: vypúšťanie teplej vody 33°C, červená: teplotný rozdiel 8 °C

tervezett melegvíz bevezetés	=	Plánovaný výpust teplej vody (1526,45 rkm)
jelenlegi melegvíz bevezetés	=	Súčasný výpust teplej vody (1526,25 rkm)
referencia szelvény	=	Referenčný úsek
A 30°C fokot meghaladó hatásterulet a duna 1500 m³/sec vízhozama esetén. Jelen állapot	=	Oblasť vplyvu s teplotou vody presahujúcou 30 C v prípade prietoku Dunaja 1500 m3/sec. Súčasný stav.

64.obrázok: Dosah tepelného lúča nad 30 °C – Súčasný stav (T_{Dunaj},max=25,61 °C, Q_{Dunaj}= 1500 m³/s, prietok teplej vody: 100 m³/s)

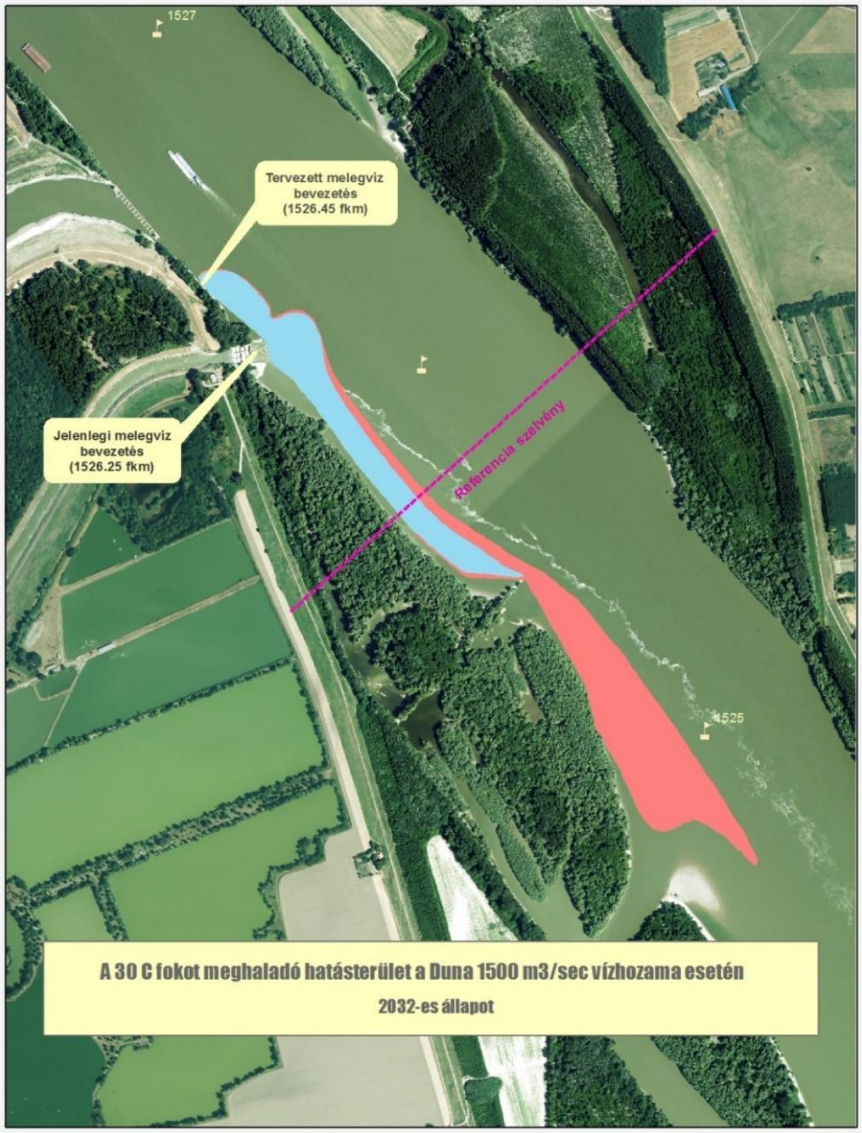
STANOVENIE ÚZEMIA VPLYVU V SMERODAJNOM STAVE R. 2032, V PRÍPADE PRIETOKU DUNAJA 1500 M³/S

- T_{Dunaj}=26,38°C,
- V dôsledku súčasnej prevádzky Jadrovej elektrárne Paks a Paks II $q_{aktuálne}$=100 m³/s a v mieste aktuálneho vypúšťania $q_{2032.}$=132 m³/s, na protiprúdnu stranu (o 200 metrov vyššie) súčasného miesta vypúšťania sa dostáva do Dunaja, cez rekuperačný objekt,
- teplota zohriatej chladiacej vody:

  (1. prípad) $T_{teplá\ voda}$=33°C a

  (2. prípad) $T_{teplá\ voda}$=34,38°C (8°C teplotný rozdiel).

Plochu vodného útvaru, pre ktoré je charakteristické rozdelenie smerodajnej teploty vody Dunaja, pravdepodobne v trvaní 1 deň/rok, kalkulovanej na rok 2032, teplotou vody presahujúcou 30 °C znázorňuje obrázok nižšie.



Poznámka:
modrá: vypúšťanie teplej vody 33°C, červená: teplotný rozdiel 8 °C

tervezett melegvíz bevezetés	=	Plánovaný výpust teplej vody (1526,45 rkm)
jelenlegi melegvíz bevezetés	=	Súčasný výpust teplej vody (1526,25 rkm)
referencia szelvény	=	Referenčný úsek
A 30°C fokot meghaladó hatásterulet a duna 1500 m³/sec vízhozama esetén. 2032-es állapot	=	Oblasť vplyvu s teplotou vody presahujúcou 30 C v prípade prietoku Dunaja 1500 m3/sec. Stav roku 2032

65. obrázok: Dosah tepelného lúča nad 30 °C – Stav v r. 2032 (T_{Dunaj},max=26,38 °C, Q_{Dunaj}= 1500 m³/s, prietok teplej vody: 100 ³/s + 132 m³/s)

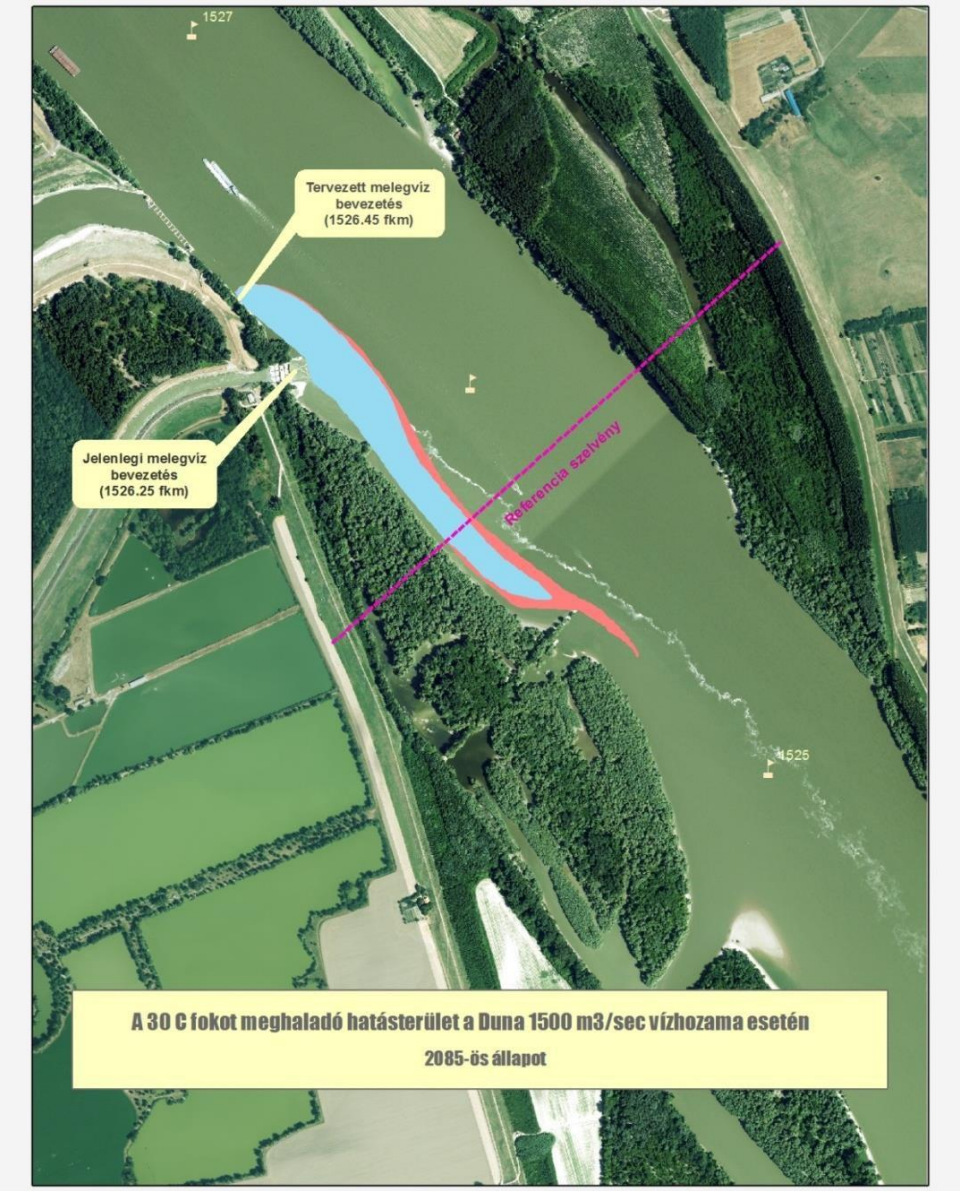
STANOVENIE ÚZEMIA VPLYVU V SMERODAJNOM STAVE R. 2085, V PRÍPADE PRIETOKU DUNAJA 1500 M³/S

- T_{Dunaj}=28,64°C,
- $q_{2085.}$=132 m³/s, tečie do Dunaja na mieste aktuálneho vpustu na protiprúdnej strane, cez rekuperačné dielo,
- teplota zohriatej chladiacej vody:

  (1. prípad) $T_{teplá\ voda}$=33°C, resp.

  (2. prípad) $T_{teplá\ voda}$=36,64°C (8°C teplotný rozdiel).

Plochu vodného útvaru, pre ktoré je charakteristické rozdelenie smerodajnej teploty vody Dunaja, pravdepodobne v trvaní 1 deň/rok, kalkulovanej na rok 2085, teplotou vody presahujúcou 30 °C znázorňuje obrázok nižšie.



Poznámka:
modrá: vypúšťanie teplej vody 33°C, červená: teplotný rozdiel 8 °C

tervezett melegvíz bevezetés	=	Plánovaný výpust teplej vody (1526,45 rkm)
jelenlegi melegvíz bevezetés	=	Súčasný výpust teplej vody (1526,25 rkm)
referencia szelvény	=	Referenčný úsek
A 30°C fokot meghaladó hatásterulet a duna 1500 m³/sec vízhozama esetén. 2085-es állapot	=	Oblasť vplyvu s teplotou vody presahujúcou 30 C v prípade prietoku Dunaja 1500 m3/sec. Stav roku 2085

66. obrázok: Dosah tepelného lúča nad 30 °C – Smerodajný stav v roku 2085 ($T_{Dunaj,max}$=28,64 °C, Q_{Dunaj}=1 500 m³/s, prietok teplej vody: 132 m³/s) – Paks II. samostatne

Na základe vyššie uvedených obrázkov sa dá konštatovať, že v 500 metrovom referenčnom úseku Dunaja (Dunaj1525,75 rkm) maximálna teplota vody Dunaja nedosahuje 30 °C limit. V rokoch 2032 a 2085, ktoré možno považovať za smerodajné, v prípade smerodajného prietoku Dunaja 1 500 m³/s v referenčnom úseku sa dá zistiť mierne prekročenie limitu 30 °C v prípade vypúšťania teplej vody 33 °C.Vo väčšej miere bude prekročený limit v prípade vypúšťania s teplotným rozdielom 8 °C.

1.1.1.1. Trvanie, ustálenosť prekročenia limitu 30 °C v referenčnom úseku +500 m

JADROVÁ ELEKTRÁREŇ PAKS + Paks II (2032)

Vývoj maximálnej teploty vody Dunaja kalkulovanej v 500 m referenčnom úseku a trvanie a stálosť prekročenia limitnej hodnoty 30 °C vypočítanej podľa pesimistickejšieho klimatického modelu (DMI-B2 PRODUCE) sme zhrnuli v nasledovnej tabuľke. Stálosť prietoku Dunaja do 1500 m³/deň je cca 1 deň/rok v prípade smerodajnej teploty vody pozadia Dunaja (26,38 °C), ale v prospech bezpečnosti sme zohľadnili vyššie hodnoty stálosti patriace k 2800 m³/s.

Rozsah prekročenia limitu, ktorý potrebuje zásah	**2014**		**2032**	
	8 [°C]teplotný rozdiel	**33 [°C] vypúšťanie teplej vody**	**8 [°C]teplotný rozdiel**	**33 [°C] vypúšťanie teplej vody**
Predpokladaná maximálna teplota pozadia Dunaja [° c]	25,61 [°C]		26,38 [°C]	
Kalkulovaná maximálna teplota vody Dunaja [°C]	26,11 [°C]	26,36 [°C]	24,31 [°C]	25,11 [°C]
Odhadovaný čas prekročenia, trvanie [nap] - v prípade prietoku Dunaja do 2800 m³/deň	0,2 [deň/rok]	0,1 [deň/rok]	13 [deň/rok]	7 [deň/rok]

38. tabuľka: Trvanie prekročenia limitnej hodnoty, obdobie (2032), Jadrová elektráreň Paks + Paks II.

Paks II. samostatne (2085)

V prípade samostatnej prevádzky Paks II, na novom mieste vypúšťania odvedieme do Dunaja chladiacu vodu v objeme 132 m³/s, cez rekuperačný objekt. Tepelné zaťaženie je síce menšie ako v roku 2032, ale v dôsledku klimatickej zmeny pre časové zvyšovanie maximálnej teploty pozadia je možné hraničných 30 °C - v prípade prietoku Dunaja do 1500 m³/s s očakávaným trvaním 1 deň/rok - dodržať len v úseku po priečnu hrádzu, veď v tomto prípade je povolená teplota navyše tepelného lúča 30 - 28,64 = 1,36 °C, v 500 m referenčnom úseku.

Vývoj maximálnej teploty vody Dunaja kalkulovanej v smerodajných stavoch, kontrolnom úseku (+500 m) a trvanie a stálosť prekročenia limitnej hodnoty 30 °C vypočítanej podľa pesimistickejšieho klimatického modelu (DMI-B2 PRODUCE) sme zhrnuli v nasledovnej tabuľke. Stálosť prietoku Dunaja do 1500 m³/deň je cca 1 deň/rok v prípade teploty vody pozadia Dunaja (28,64 °C), ale v prospech bezpečnosti sme zohľadnili vyššie hodnoty stálosti patriace k 2800 m³/s.

Rozsah prekročenia limitu, ktorý potrebuje zásah	**Smerodajný stav (2014)**		**Smerodajný stav (2085)**	
	8 [°C]teplotný rozdiel	**33 [°C] vypúšťanie teplej vody**	**8 [°C]teplotný rozdiel**	**33 [°C] vypúšťanie teplej vody**
Predpokladaná maximálna teplota pozadia Dunaja [° c]	25,61 [°C]		28,64 [°C]	
Kalkulovaná maximálna teplota vody Dunaja [°C]	26,11 [°C]	26,36 [°C]	23,81 [°C]	25,23 [°C]
Odhadovaný čas prekročenia, trvanie [nap] - v prípade prietoku Dunaja do 2800 m³/deň	0,2 [deň]	0,1 [deň/rok]	40 [deň/rok]	20 [deň/rok]

39. tabuľka: Trvanie prekročenia limitnej hodnoty, obdobie (2085), Paks II. samostatne

Možnosti ako sa vyhnúť prekročenia limitnej hodnoty:

- spätná záťaž,
- zastavenie bloku,
- údržba bloku.

12.2.4.2 Rozdelenie teplôt v úseku Dunaja na južných štátnych hraniciach (Dunaj 1433 rkm), v prípade prietoku Dunaja 1 500 m³/s

Teplá voda od miesta jej vypustenia do Dunaja (Dunaj 1526,25 rkm), až po úsek južnej štátnej hranice (Dunaj 1433 rkm), sa premiestni cca ~93 km v priemere za 24 hodín - v prípade stredného prietoku Dunaja (2300 m³/s), pri

nižšom prietoku sa čas cesty predĺži.

Pri preskúmaní spoločného výskytu prietokov a teplôt vody Dunaja, zohľadnením budúcich klimatických zmien, môžeme konštatovať, že predpokladané priemerné ročné obdobie prekročenia smerodajnej teploty vody Dunaja je 1deň/rok, v smerodajných časoch prieskumu.

Najväčšie zmeny teplôt kalkulované v úseku južnej štátnej hranice Dunaja pre smerodajné roky 2014, 2032 a 2085 sme zhrnuli v nasledujúcej tabuľke.

Vplyv 33 °C vypustenej teplej vody v úseku južnej štátnej hranice Dunaja

Rozsah najväčšej teplotnej zmeny v úseku južnej štátnej hranice Dunaja (Dunaj 1433 rkm) $T_{Teplá\ voda}$ = 33 °C, Q_{Dunaj}= 1500 m³/s ΔT_{Max} = T_{Max}- TPozadie [°C]		
Smerodajný stav pre rok	**Smerodajný stav pre rok 2032**	**Smerodajný stav pre rok 2085**
T_{Max} = 26,08 [°C]	T_{Max} = 28,13 [°C]	T_{Max} = 28,95 [°C]
$T_{Pozadie}$ = 25,61 [°C]	$T_{Pozadie}$ = 26,38 [°C]	$T_{Pozadie}$ = 28,64 [°C]
ΔT_{Max} = 0,47 [°C]	ΔT_{Max} = 1,75 [°C]	ΔT_{Max} = 0,31 [°C]

40. tabuľka: Rozsah najväčšej teplotnej zmeny v úseku južnej štátnej hranice Dunaja, $T_{Teplá\ voda}$ = 33 °C (smerodajný stav v r. 2014, 2032 a 2085)

Vplyv 8 °C teplej vody vypustenej teplotným rozdielom v úseku južnej štátnej hranice Dunaja

Rozsah najväčšej teplotnej zmeny v úseku južnej štátnej hranice Dunaja (Dunaj 1433 rkm) $\Delta T_{Teplotný\ rozdiel}$ = 8 °C, Q_{Dunaj}= 1500 m³/s ΔT_{Max} = T_{Max}- TPozadie [°C]		
Smerodajný stav pre rok	**Smerodajný stav pre rok 2032**	**Smerodajný stav pre rok 2085**
T_{Max} = 26,40 [°C]	T_{Max} = 28,24 [°C]	T_{Max} = 29,55 [°C]
$T_{Pozadie}$ = 25,61 [°C]	$T_{Pozadie}$ = 26,38 [°C]	$T_{Pozadie}$ = 28,64 [°C]
ΔT_{Max} = 0,79 [°C]	ΔT_{Max} = 1,86 [°C]	ΔT_{Max} = 0,91 [°C]

41. tabuľka: Rozsah najväčšej teplotnej zmeny v úseku južnej štátnej hranice Dunaja, $\Delta T_{Teplotný\ rozdiel}$ = 8 °C (smerodajný stav v r. 2014, 2032 a 2085)

12.2.5 VYPÚŠŤANIE ČISTENÝCH KOMUNÁLNYCH ODPADOVÝCH VÔD POČAS PREVÁDZKY

Objemová a čistiaca kapacita existujúcej čističky odpadových vôd (1870 m³/deň), ktorá je prevádzkovaná v jadrovej elektrárni na základe povolenia od Inšpektorátu vydaného v súlade s vodným právom, je postačujúca pre očakávané zvýšenie komunálneho zaťaženia počas výstavby a prevádzky.

Priemerný prietok komunálnej odpadovej vody počas prevádzky Paks II. je 67 m³/deň, špičkové vypúšťanie každých desať (10) rokov počas veľkej údržby 95m³/deň.

Keďže objem komunálnej odpadovej vody, ktorý vzniká na území JE Paks je priemerne ~300 m³/deň (prevádzka Jadrovej elektrárne Paks), z toho dôvodu sa dá očakávať, že objem komunálnej odpadovej vody vyprodukovanej spoločne v JE Paks a Paks II nedosiahne 400 m³/deň, a navyše ostane ešte ~1 470 m³/deň voľnej čistiacej kapacity.

12.2.6 PRESKÚMANIE EXTRÉMNYCH PRÍRODNÝCH A UMELÝCH VPLYVOV NA POVODŇOVÚ DOTKNUTOSŤ AREÁLU A NA BEZPEČNOSŤ ODBERU CHLADIACEJ VODY

Modelovali sme havarijné prípady, kde sa ich ovplyvňujúce faktory môžu vyskytnúť v dôsledku prirodzených a umelých vplyvov, a nie v dôsledku plánovaného rozvoja. Preskúmali sme nasledovné prípady:

- ✓ povodňová dotknutosť areálu v prípade pretrhnutia hrádze vodnej elektrárne Čunovo pri kritickej

hladine Dunaja a čiastočného zatarasenia koryta v extrémnej miere, ako aj v prípade ľadovej povodne s extrémnymi ľadovými kryhami.

- ✓ v období extrémne nízkej hladiny Dunaja možný vývoj bezpečnosti odberu chladiacej vody, počas neprevádzkového fungovanie vodnej elektrárne Čunovo (zadržiavanie vody napájania nádrže počas nízkej hladiny Dunaja), ďalej možného extrémneho uvoľnenia brehu, zosuvy pôdy, a ľadovej zátarasy na hornom úseku.

12.2.6.1 Vplyv extrémnych prírodných a umelých podmienok na povodňovú dotknutosť areálu

V prípade najnepriaznivejšej povodňovej vlny - ktorá ostáva medzi protipovodňovými hrádzami v úseku Dunaja pod Bratislavou - obdobia povodní nad bezpečnostnými úrovňami ($T_{prekročenie}$) uvádzanými aj Jadrovou elektrárňou, smerodajnou v súvislosti s reliéfom Jadrovej elektrárne Paks (úsek Dunaja 1526,5-1527 rkm) a tam nachádzajúcimi sa hlavnými zariadeniami, sú uvedené v nasledujúcej tabuľke.

Ohrozené, hlavné objekty (na území Jadrovej elektrárne Paks, v okolí 1527 rkm Dunaja)	**Smerodajné hladiny vôd (Dunaj 1527 rkm) [mBf]**	**Trvanie prekročenia (v prípade nepriaznivej povodňovej vlny v roku 1965) [deň]**
Hladina koruny hrádze v okolí elektrárne, pravý breh	96,30 mBf	0,0
Hladina koruny hrádze v okolí elektrárne, ľavý breh*	95,80* mBf	16,0
Úroveň terénu elektrárne	97,00 - 97,10 mBf	0,0
Úroveň podlahy v hale vykladania MSVP	92,30 mBf	68,5
Úroveň podlahy trafostanice vedľa južného kanála	93,30 mBf	59,5
Úroveň čistiarne odpadových vôd	94,00 mBf	57,0
Prahová úroveň prepadu nádrže saturačného kalu	97,00 mBf	0,0
Povodňové stupne** (podľa stanice na meranie hladiny JE Paks, Dunaj 1526,5 rkm)		
I. Stupeň	91,50 mBf	108,0
II. Stupeň	93,00 mBf	61,0
III. Stupeň	94,00 mBf	56,5
Smerodajné stupne povodňovej aktivity		
Najvyššia hladina vody bez ľadu (LNV) 11.06.2013	94,06 mBf (8750 m³/s)	56,0
$MÁSZ_{2010}$ (Podľa platného nariadenia 11/2010. (IV. 28.) KvVM o „Smerodajných stupňoch povodňovej aktivity riek“, účinného odo dňa 08.08.2014)	94,14 mBf (na základe hodnôt uvedených v nariadení interpolované lineárne)	55,1

Pripomienky k vyššie uvedenej tabuľke:
* Zdroj údaju o výške uvedenej v tabuľke: Úroveň koruny hrádze sme určili meraním na mieste použitím meracej stanice RTK GPS.
** Nariadenie protipovodňovej pohotovosti: Protipovodňovú pohotovosť nariaďuje, organizuje a riadi miestne príslušné hydrologické riaditeľstvo (Vízügyi Igazgatóság - VIZIG), dotknuté nebezpečnou situáciou (povodňovou vlnou). V prípade, že na danom toku sú dotknuté dva alebo viac riaditeľstvá VIZIG s pohotovostným stupňom III, tak riadenie ochrany preberá Štátny technický kmeň riadenia (Országos Műszaki Irányító Törzs - OMIT) Celoštátneho hydrologického riaditeľstva (OVF - Országos Vízügyi Főigazgatóság).

42. tabuľka: Predpokladané trvanie prekročenia niekoľkých dôležitých ochranných úrovní, stanovených pre zaplavenia okolia elektrárne pri najnepriaznivejšej úrovni (96,30 mBf)

Aditívna povodňová vlna Dunaja, ktorá sa v prípade najkritickejšieho vodného stavu vodnej elektrárne Čunovo, pri maximálne naplnenej nádrži a kanála prevádzkovej vody vytvorí a odplaví v prípade pretrhnutia hrádze, nezníži protipovodňovú bezpečnosť areálu. Aditívna povodňová vlna prevýši na krátky čas len hladinu vody I. (91,50 mBf) protipovodňového stupňa, nevzťahuje sa na objekt v areály, a nevyžaduje si opatrenie.

V prípade extrémnych povodňových situácií (opakujúcich sa každých 20 000 rokov) sme skúmali úsek Dunaja medzi 1500 a 1530 rkm pomocou 2D modelu. Ako havarijný prípad sme brali čiastočné zatarasenie hlavného koryta na nevhodnom mieste (pod kanálom teplej vody) v dôsledku zosunu pôdy v situácii odberu a vypúšťania vody Dunaja v smerodajnom stave r. 2032.

Preskúmanie hydrodynamického modelu prevádzkových porúch, nehôd a havárií si vyžaduje skúmanie dlhšieho úseku Dunaja, z tohto dôvodu sme použili 1D hydrodynamický model.

VPLYV PORUCHY ZARIADENÍ REGULÁCIE VODY NA PROTIPRÚDNEJ STRANE

Ako najnepriaznivejší prípad sme preskúmali povodňovú vlnu z roku 1965, ktorá v úseku Dunaja pod Bratislavou ostala medzi protipovodňovými hrádzami, a bola transformovaná na špičkový prietok 14 000 m³/s. V areály Jadrovej elektrárne Paks sa nevytvorila vodná hladina vyššia než úroveň koruny protipovodňovej hrádze na pravom brehu Dunaja (96,30 mBf), ešte ani v prípade vyššie skúmanej extrémnej vodnej záťaže.

SKÚMANIE VPLYVU POSUVOV HRÁDZE SPÔSOBUJÚCICH ZMENY KORYTA DUNAJA

Počas skúmania nášho modelu sme preverili na dvoch miestach posuv pôdy, a to nad jadrovou elektrárňou Paks, a pri obci Dunaszekcső. V obidvoch miestach sme posudzovali posuv spôsobujúci značné zatarasenie koryta, v celkovej dĺžke až 1 000 metrov, simulovali sme smerodajnú povodňovú vlnu z roku 1926 v Budapešti (raz za 20 000 rokov) transformovanú na 12 200 m³/s. V obidvoch prípadoch sa dá konštatovať, že vplyvy posudzovaných posuvov pôdy nie sú značné, v prípade posuvu nad Paks, maximálne vodné hladiny sa znížia o 5 cm, v prípade posuvu pri obci Dunaszekcső sa maximálne vodné hladiny zvýšia o 13 cm-ov.

PREDPOVEDANIE VYTVORENIA ĽADOVEJ ZÁTKY, SKÚMANIE JEJ VPLYVOV PRI VYSOKEJ HLADINE PROSTREDNÍCTVOM MODELU PRÚDENIA

Cieľom tohto testu je, aby sme určili dotknutosť areálu Jadrovej elektrárne Paks v dôsledku vytvorenej ľadovej zátky pod elektrárňou, v situácii považovanej za najnepriaznivejšiu pri ľadovej vysokej hladine vody, spôsobenej ľadovou zátarasou alebo zátkou (ktorá sa zvyčajne stáva v zimnom období, počas malej a strednej hladine toku).

Počas nášho prieskumu sme zohľadnili smerodajný výskyt ľadu (ľadových krýh) z roku 1965, nehladiac na súčasné tendencie klimatických zmien, generovali sme pod teplovodným kanálom elektrárne cca 5 km dlhú ľadovú zátarasu podľa doterajších skúseností, nad vtedajšie smerodajné ľadové vodné hladiny, napriek tomu, že tento úsek Dunaja nie je vďaka podmienkam koryta náchylný na blokovanie ľadových krýh.

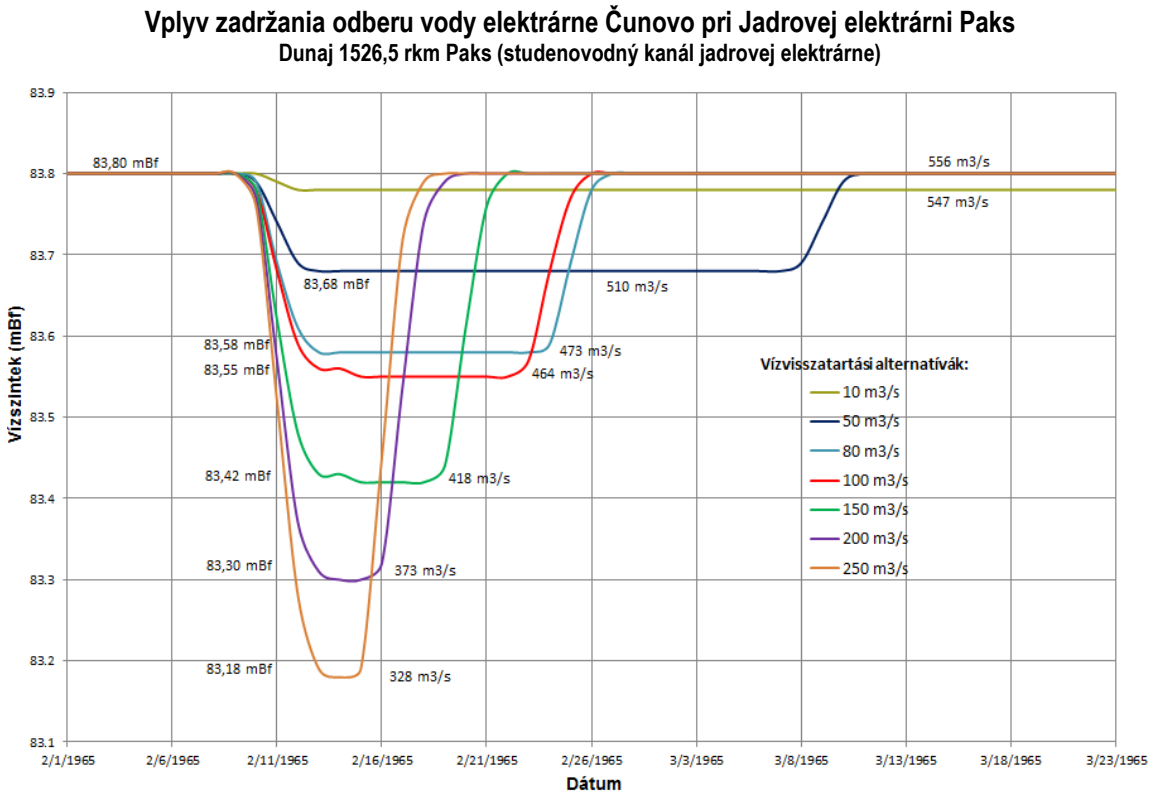
Na základe hydraulického testu môžeme konštatovať, že možné najnepriaznivejšie ľadové vysoké hladiny v prostredí Jadrovej elektrárne Paks, sú na úrovni protipovodňovej korunovej hrádze (95,90 mBf). Na základe predchádzajúcich skúseností a ľadovo-hydraulických testov sa dá konštatovať, že trvanie ľadového krytia na nepriaznivej vysokej úrovni je max. 2-3 dni, po čom sa ľadová zátka/ľadová zátarasa rozpadne. Ľadovou povodňou v okolí Jadrovej elektrárne Paks netreba počítať.

Posledná závažná ľadová povodeň bola v roku 1956. Ľadovou povodňou v okolí Jadrovej elektrárne Paks treba počítať len s veľmi malou pravdepodobnosťou v dôsledku klimatických zmien, prevádzky priehrad na hornom úseku, zohľadnením aj možnosti protiľadovej flotily. Flotilu ľadoborcov v súčasnosti prevádzkujú vodné organizácie (OVF a VIZIG), dunajská flotila pozostáva z 9 lodí.

12.2.6.2 Vplyv extrémnych prírodných a umelých okolností na bezpečnosť odberu chladiacej vody, v prípade extrémnej nízkej hladiny Dunaja

VPLYV POŠKODENIA, NEPREVÁDZKOVÉHO FUNGOVANIA OBJEKTU REGULÁCIE HORNEJ HLADINY

Počas neprevádzkového fungovanie - v prípade extrémne nízkej hladiny Dunaja - vodnej elektrárne Čunovo (zadržiavanie vody napájania nádrže) sa vytvoria a šíria odlivové vlny v smere toku Dunaja. Odlivové vlny vypočítané jednorozmerným (1D) modelom prúdenia prezentujeme na nižšie uvedenom obrázku.



Vízszintek (mBf)	=	Vodné hladiny (mBf)
Vízvisszatartási alternatívák	=	Alternatívy zadržania vody
Dátum	=	Dátum

67. obrázok: Vplyv zadržania odberu vody elektrárne Čunovo / Gabčíkovo charakterizovaného alternatívami, ktoré sa vracia každých 20 000 rokov v období nízkej hladiny, na bezpečnosť odberu vody Jadrovou elektrárňou Paks (Dunaj, 1526,5 rkm)

Hladiny prevádzkového a bezpečnostného odberu vody v existujúcej zátoke prečerpávacej stanice vody budú nasledovné:

- Kritická úroveň odberu vody čerpadiel prevádzkovej chladiacej vody (chladiaca voda kondenzátora): 83,60 mBf na meracej stanici v zátoke, 83,60 mBf, v úseku Dunaja 1526,5 rkm 83,71 mBf (pri meracej stanici Paks, Dunaj 1531,3 rkm: 83,98 mBf).
- Kritická úroveň odberu prevádzkovej chladiacej vody môže nastať v prípade zdržania vody vodným dielom Gabčíkovo nad ~50 m³/s, pri extrémne trvalej nízkej hladiny Dunaja 556 m³/s, ktorá sa vracia každých 20 000 rokov.
- Kritická úroveň odberu vody čerpadiel bezpečnostnej chladiacej vody: 83,50 mBf, na meracej stanici v zátoke, 83,50 mBf, v úseku Dunaja 1526,5 rkm 83,61 mBf (pri meracej stanici Paks, Dunaj 1531,3 rkm: 83,88 mBf).
- Kritická úroveň odberu bezpečnostnej chladiacej vody môže nastať v prípade zdržania vody vodným dielom Gabčíkovo nad ~70 m³/s, pri extrémne trvalej nízkej hladiny Dunaja 556 m³/s, ktorá sa vracia každých 20 000 rokov.

VPLYVY SITUÁCIE, KTORÁ NASTANE V DÔSLEDKU ĽADOVEJ ZÁTARASY, ĽADOVEJ ZÁTKY

Cieľom tohto výskumu je určenie dotknutosti areálu elektrárne počas extrémne nízkej hladiny s ľadom v dôsledku ľadovej zátky nad miestom odberu vody elektrárne, v záujme charakteristiky vývoja bezpečnosti odberu chladiacej vody.

Ľadová zátka je najextrémnejšia verzia je ľadovej zátarasy, ktorá blokuje celý priečny úsek toku. V tomto prípade (aspoň teoreticky) voda na určitý čas prestane tiecť, prietok vody je znížený na nulu. Tento stav existuje dovtedy, kým hladina vody na úseku rieky nad ľadovou zátkou nedosiahne úroveň koruny ľadovej zátarasy, a neprevalí sa

cez zátarasu. Následne prietok dolného úseku sa postupne zvyšuje, a dosiahne východiskový prietok vody.

Modely sme kalkulovali na dve alternatívne výšky ľadovej zátarasy. Prvá zátarasa mala výšku 15,34 m (úroveň koruny 93,0 mBf), ktorá úplne zablokovala hlavné koryto, od najhlbšieho bodu až po hranu pobrežia hlavného koryta. V druhom prípade sme vybrali menšiu, reálnejšiu zátarasu, ktorá ešte stále mala výšku 10,34 m (úroveň koruny 88,0 mBf).

Oba výpočty sme vykonali pre úroveň 84,24 mBf na extrémne malý prietok vody 544 m³/s vyskytujúci sa každých 20 000 rokov (Dunaj 1580,6 rkm, meracia stanica v Dunaújváros) Predtým po mimoriadne nízkej hladine Dunaja v roku 1983 realizoval výpočty VITUKI v roku 1985 na kritické stavy nízkej hladiny Dunaja, nad ústím kanála studenej vody, pri predpokladu vzniku ľadovej zátarasy. (VITUKI, 1985.)

Počas nášho prieskumu sme nekalkulovali vplyvom podzemných vôd tečúcich smerom k Dunaju (zvyšujúcich hladinu Dunaja), a to v prospech bezpečnosti. V prospech bezpečnosti sme nebrali do úvahy ani skutočnosť, že po vzniku ľadovej zátarasy je možné jej vplyvy vhodnými opatreniami (ľadoborce, výbuch) rýchlejšie znížiť.

Vplyvy odlivových vĺn generované ľadovými zátarasami z dvoch odlišných korunových hladín vykazujú značné zmeny. V prípade ľadovej zátarasy s úrovňou koruny 93,0 mBf musíme počítať s trvaním zníženia hladiny Δt = 60 hodín. V prípade nižšej ľadovej zátky s úrovňou koruny 88,0 mBf trvanie hladín pod permanentne nízkymi hladinami sa znížilo na časový interval Δt = 40 hodín.

Zásobovanie chladiacej vody môže vo väčšej miere ovplyvniť jedine ľadová zátka, ktorá vznikne priamo nad kanálom studenej vody, ale aj to len v prípade extrémne nízkej hladiny Dunaja. Na takúto udalosť sa ale veľkou bezpečnosťou dá pripraviť. Medzi pohybom a ustálením ľadu musí uplynúť až 10-15 veľmi chladných dní (denná priemerná teplota do: -10 C°). Ak sa to všetko udeje pri extrémne nízkom prietoku (544 m³/s), ktorý je pravdepodobný raz za 20 000 rokov, tak tomu musí predchádzať niekoľko mesačné obdobie bez zrážok.

Na maďarskom úseku Dunaja protiľadovú ochranu zabezpečuje aj flotila ľadoborcov. Ak by nastala vyššie opísaná neočakávaná situácia, pomocou ľadoborcov sa dá predísť vytvoreniu ľadovej zátky.

Upozorňujeme na to, že po vybudovaní vodnej elektrárne v Čunove a vodného diela v Gabčíkove sa tvorba ľadu začína „od nuly“ na hornom úseku Dunaja v Maďarsku. Ľad, ktorý sa vytvorí na hornom - rakúskom, slovenskom - úseku, zdrž Hrušov nepustí ďalej, tým pádom pod elektrárňou/vodným dielom tečie čistá, bezľadová voda. Tvorba ľadu sa teda opäť začne až pod elektrárňou, a až na konci veľmi chladného obdobia (a ešte nemáme skúsenosti akého chladné) sa môže vytvoriť také množstvo silného ľadu, ktoré by mohlo spôsobiť zátarasy alebo ľadovej zátky.

V prípade dočasnej straty chladiacej vody, keď sa už pri prevádzkových čerpadlách nedá zaistiť hladina vody na 83,60 mBf, a bezpečnostných čerpadlách 83,50 mBf (zátoková meracia stanica), ďalej vzniknú hladiny Dunaja okolo úrovne dna koryta kanála studenej vody, čiže 81,0 - 81,5 mBf, vodnú základňu na účely bezpečnostného chladenia môže predstavovať vodný útvar Dunaja a vodné zdroje inštalované na Dunaj s brehovou infiltráciou. Ani pri 3-4 dňovej mimoriadne nízkej hladiny Dunaja v extrémnych prípadoch sa značne nezníži schopnosť produkcie vody studní brehovou infiltráciou, keďže sa zásobovanie podzemnej vody zo smeru pozadia v takomto prípade posilní. Vyprázdnenie a zásobovanie podzemného rezervoáru je oveľa pomalší proces, ktorý ovplyvňuje nielen Dunaj.

HODNOTENIE ÚČINKOV UVOLNENIA A ZOSUVY BREHU

V rámci nášho modelu sme skúmali účinky zosuvu pôdy na jednom mieste - napriek tomu, že pravdepodobnosť vzniku sa dá takmer celkom vylúčiť - ktorý sa vytvorí nad odberom vody Jadrovej elektrárne Paks. Predpokladali sme zosuv pôdy spôsobujúci zablokovanie koryta vo veľkom rozsahu v dĺžke až 1000 metrov, a simulovali sme stav Dunaja pri extrémne nízkej hladine považovanej za smerodajnú s prietokom 579 m³/s (nízka hladina opakujúca sa každých 20 000 rokov, stanica Dombor, Dunaj 1506,8 rkm). Dá sa konštatovať, že účinky predpokladaného zosuvu pôdy nie sú významné, pod zosuvom hladina vody klesne o jeden centimeter (1 cm), a nad ním sa hladina vody zvýši o 30 cm, a asi o 15 km vyššie už úplne korešponduje s pôvodnou vodnou hladinou.

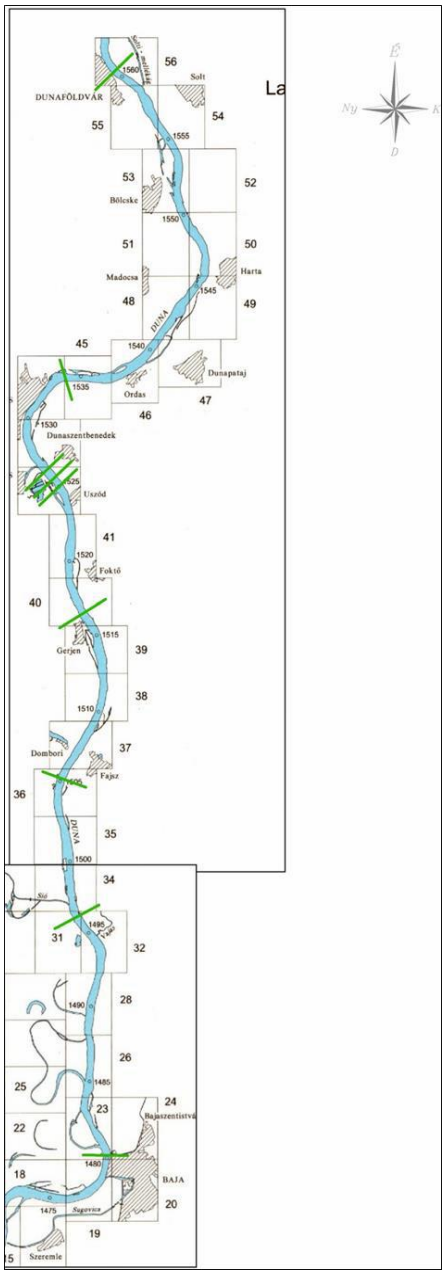
Účinky mimoriadnych uvoľnení a zosuvov brehu Dunaja na bezpečnostný odber chladiacej vody sú teda zanedbateľné a majú dočasný charakter, keďže tok Dunaja ich priebežne odnáša, eroduje.

12.3 PREDPOKLADANÉVPLYVY ODSTAVENIA JADROVEJ ELEKTRÁRNE PAKS II. NA DUNAJ

Predpokladané vplyvy odstavenia Paks II. nemajú väčší význam, ako účinky zriadenia a prevádzky. Podrobnejšia analýza je možná na základe plánu odstavenia areálu (plánované zásahy a ich časový harmonogram).

13 ANALÝZA KVALITY VODY DUNAJA A INÝCH POVRCHOVÝCH VÔD PODĽA RÁMCOVEJ SMERNICE O VODÁCH

V rámci hodnotenia vplyvu na životné prostredie (HVŽP) zriadenia a prevádzky Paks II. sme počas rokov 2012 a 2013 realizovali prieskum a hodnotenie z aspektu VRS v úsekoch Dunaja medzi 1560,6 a 1481,5 rkm, ako aj na ďalších vodných útvaroch, ktoré sú priamo alebo nepriamo spojené s Dunajom.



68. obrázok: Prehľadový situačný plán úsekov Dunaja analyzovaných v rokoch 2012 a 2013

Účelom tohto prieskumu bola analýza vplyvov zriadenia, prevádzky a odstavenia investície Paks II. na životné prostredie, a ich stanovenie v súlade aspektmi Rámcovej smernice o vode.

V súlade s touto základnou požiadavkou sme vytvorili plán analýzy takým spôsobom, že sme rovnako zohľadnili a zosúladili

(1) nariadenie vlády č. 314/2005. (XII.25.) o hodnotení vplyvu na životné prostredie a o jednotnom povoľovacom konaní používania životného prostredia,

(2) systém aspektov vzťahujúcich sa na monitoring, normy, odporúčania obsiahnuté v Rámcovej smernici o

vode č. 2000/60/ES, v Pláne hospodárenia s vodnými zdrojmi,

(3) pravidlá nariadenia 31/2004 (XII. 30.) KvVM o monitorovaní a posudzovaní stavu povrchových vôd, ďalej

(4) výsledku predchádzajúcich výskumov realizovaných na území,

(5) úradný názor DdKTVF číslo 8588-32/2012 sformulovaný jedinečným rozhodnutím vlády („EKD“),

(6) teoretické a praktické úvahy monitorovania skúmaných biologických prvkov.

13.1 HODNOTENIA ZÁKLADNÉHO STAVU

V rokoch 2012 a 2013 v rámci preskúmania Dunaja sa realizovali analýzy nasledovných fyzikálnych a chemických komponentov.

Komponenty	Merné jednotky	Skupiny kvality vody podľa VRS
pH		Stav acidifikácie
Vodivosť	µS/cm	Obsah soli
Rozpustený kyslík	mg/l	Kyslíková rovnováha
Saturácia kyslíkom	%	Kyslíková rovnováha
BOI_5	mg/l	Kyslíková rovnováha
KOI_k	mg/l	Kyslíková rovnováha
Amonný dusík (NH_4^+-N	mg/l	Rastlinné živiny
Dusitan-N (NO_2^--N)	mg/l	Rastlinné živiny
Dusičnan-N (NO_3^--N)	mg/l	Rastlinné živiny
N celkom	mg/l	Rastlinné živiny
Ortofosfát (PO_4-P)	µg/l	Rastlinné živiny
Fosfor celkom	µg/l	Rastlinné živiny
Cd	µg/l	Kovy
Hg	µg/l	Kovy
Ni	µg/l	Kovy
Pb	µg/l	Kovy
As	µg/l	Špecifické znečisťujúce látky (nebezpečné chemické prvky)
Zn	µg/l	Špecifické znečisťujúce látky (nebezpečné chemické prvky)
Cr	µg/l	Špecifické znečisťujúce látky (nebezpečné chemické prvky)
Cu	µg/l	Špecifické znečisťujúce látky (nebezpečné chemické prvky)
TPH	µg/l	
Teplota vody	^{0}C	
Nerozpustené častice celkom	mg/l	
Celková alkalita	mmol/l	
Dusičnan (NO_3^-)	mg/l	
Dusitan (NO_2^-)	mg/l	
Ortofosfát	µg/l	
Amoniak (NH_4^+)	mg/l	
Celkové množstvo kyanidov	mg/l	

43. tabuľka: Zoznam fyzických a chemických prvkov týkajúcich sa Dunaja so skupinami kvality vody VRS

V prípade uvedených komponentov sme uviedli, že do ktorej skupiny kvality vody VRS daný komponent patrí. V predchádzajúcich skúškach sme kvalifikáciu realizovali nie len podľa VRS, z toho dôvodu figurujú v analýze aj prvky, ktoré podľa nariadenia neboli zaradené do skupín kvality vody.

Z biologických prvkov sme skúmali všetky skupiny živočíchov uvedené v Rámcovej smernici o vode (Smernica 2000/60/ES), resp. v nariadení 31/2004 (XII. 30.) KvVM o jednotlivých pravidlách pozorovania a vyhodnocovania stavu povrchových vôd, a to: fytoplanktón (FP); fytobentos (FB); makrofyta (MF); makroskopické vodné bezstavovce (MZB).

Ohľadne fyzikálnych a chemických parametrov v nasledujúcej tabuľke uvádzame úseky Dunaja, v ktorých v rámci

programu prebiehal prieskum (PR) v rokoch 2012 a 2013, a v ktorých sme spracovali výsledky kmeňovej siete kvality vody (ZSKV).

P. č.	Názov úseku	Dunaj rkm	Číslo úseku	Rok	PR_počet priesk.	Poznámka
1	Dunaföldvár (cestný most)*	1560.6	0	2013	2	***Vzdialený horný*** *úsek na Dunaji.* **skúšky PR+ZSKV.**
2	Paks (kompa)	1534,0	1	2012	12	***Blízky horný*** *úsek na Dunaji.* **PR skúšky**
3	Paks teplovodný kanál	1526,0	2	2012	12	***Dolný*** *úsek priamych účinkov.* **PR skúšky**
4	Veľká ostroha	1525.3	3	2012	12	***Dolný*** *úsek priamych účinkov.* **PR skúšky**
5	Uszód	1524.7	4	2012	12	***Dolný*** *úsek priamych účinkov.* **PR skúšky**
6	Gerjen-Foktő	1516,0	5	2012	12	***Dolný*** *úsek priamych účinkov.* **PR skúšky**
7	Fadd-Dombori*	1506.8	6	2013	6	***Vzdialený dolný*** *úsek.* **skúšky PR+ZSKV**
8	Sió-Dél (Gemenc)	1496,0	7	2013	6	***Vzdialený dolný*** *úsek.* **PR skúšky**
9	Baja (cestný most)	1481.5	8	2013	2	***Vzdialený dolný*** *úsek.* **PR skúšky**

44. tabuľka: Skúmané úseky Dunaja a ich ďalšie charakteristiky

Ohľadne biologických prvkov sme ohraničenie skúmaného územia realizovali v deviatych úsekoch Dunaja medzi 1560,6 a 1481,5 rkm, a to v hornom úseku (Dunaföldvár, Paks kompa), blízkom dolnom úseku (výpust teplej vody, veľká ostroha, Uszód), stredne vzdialený úsek (Gerjen, Dombori), a vzdialený dolný úsek (Sió-juh, Gemenc).

V jednotlivých úsekoch bol počet miest odobratia vzoriek v prípade fytoplanktónu tri (pravý breh, stred, ľavý breh), v prípade ostatných skupín živočíchov dva (pravý breh, ľavý breh). Skúmaný úsek Dunaja patrí k vodnému útvaru pod názvom „Medzi Szob-Baja“, označenie HURWAEP444. Okrem toho tento úsek Dunaja je súčasťou územia SCI NATURA 2000 názvu HUDD20023 Tolnai Duna. Okrem Dunaja sme skúmali mŕtve rameno Faddi-Holt-Duna (HULWAIH066) v dvoch úsekoch, rybník v Paksi a jazero Kondor (HULWAIH005) po jednom úseku, severné mŕtve rameno Tolnai-Északi-Holt-Duna (HULWAIH136) v dvoch úsekoch, a kanál Sió (HURWAEP959) v jednom úseku.

Dátum odobratia vzoriek bol 2012, okrem toho sme v rámci územného rozšírenia odoberali vzorky v stredne vzdialených a vzdialených dolných úsekoch Dunaja, na ramene Tolnai-Északi-Holt-Duna a kanály Sió. Metóda odberu vzoriek bola vo vzťahu k všetkým skupinám živočíchov v súlade s požiadavkami VRS, kvantitatívna. Aj kvalifikácia vodných útvarov prebiehala v súlade s klasifikáciou VRS. V prípade vodného útvaru, kde nie je k dispozícii uznaná kvalifikačná metóda, sme uplatnili špecifickú kvalifikáciu s aspektmi VRS. Taká je v prípade makrozoobentosu kvalifikácia stojacích vôd na základe bodového systému rodiny, všeobecne rozšíreného v medzinárodnej literatúre, ako aj v prípade rýb kvalifikácia stojacích vôd podľa metódy uvedenej aj v Pláne hospodárenia s vodnými zdrojmi (Halasi-Kovács et al 2009).

13.1.1 HODNOTENIE ŠTÁTNYCH ARCHÍVNYCH ÚDAJOV SKÚMANÉHO ÚSEKU DUNAJA

13.1.1.1 Fyzikálno-chemické veličiny

Skúmaný úsek Dunaja, ktorý sa od dunajskej pozície jadrovej elektrárne Paks nachádza smerom na sever - to je horný úsek - 34 km, a na juh- to je dolný úsek - rozprestiera do vzdialenosti cca 45 km. Do tohto úseku patria dve úseky kmeňovej siete, stanice Dunaföldvár a Fajsz. Spracovaním archívnych hydrochemických údajov vzťahujúcich sa na obdobie 2007-2011 (Fajsz-2012) sme charakterizovali a realizovali klasifikáciu dunajského úseku v súlade s predpismi VRS.

Spracovanie výsledkov prieskumu lineárnou metódou skúmania trendov tvorí základ skúmania časových zmien hydrochemických komponentov, očakávaných pri zvýšení teploty vody Dunaja.

V rámci preskúmania zmeny spôsobenej zvýšením teploty vody sme hodnotili nasledovné skupiny komponentov.

Stav acidifikácie: *pH*

Obsah soli: Vodivosť

Parametre kyslíkovej rovnováhy: Rozpustený kyslík, saturácia kyslíkom BOI_5, KOI_k, Ammónny-N (NH_4+-N), Dusitan-N (NO_2-N)

Rastlinné živiny: Dusičnan-N NO_3-N), celkový obsah dusíka, celkový fosfor, Ortofosfát (PO_4^3-P),

Kovy: Cd, Hg, Ni, Pb

Špecifické znečisťujúce látky (nebezpečné chemické prvky): Zn, Cu, Cr, As

KVALIFIKÁCIA ÚSEKU DUNAJA DUNAFÖLDVÁR-FAJSZ NA ZÁKLADE ARCHÍVNYCH ÚDAJOV PODĽA VRS

Klasifikáciu skúmaného úseku Dunaja (1560.6-1507.6 rkm) sme realizovali na základe priemerných hodnôt prieskumov vykonaných v rokoch 2007 až 2011, v prípade Fajsz do roku 2012.

K vyhodnoteniu archívnych údajov sme priložili z tabuľky vyhotovenej v roku 2007, z prílohy 5_1 PHVZ, o celoštátnom vyhodnotení stavu vodných útvarov podľa limitných hodnôt VRS kvalifikáciu vzťahujúcu sa na fyzikálno-chemické prvky vodného útvaru Dunaj medzi Szob-Baja HURWAEP444 (typ 24.). V tejto tabuľke sme pre informáciu zverejnili aj kvalifikáciu vzťahujúcu sa na vodný útvar Dunaja medzi Baja-Hercegszántó HURWAEP445.

Stav **acidifikácie** sme na základe priemeru obdobia výsledkov prieskumu kvalifikovali ako **dobrý stav**.

Stav **obsahu soli** sme na základe priemeru obdobia výsledkov prieskumu kvalifikovali ako **výborný stav**.

Stav **kyslíkovej rovnováhy** má klasifikačný priemer 4,5. Na základe VRS to kvalifikujeme ako **dobrý stav**.

Stav **rastlinných živín** má klasifikačný priemer 4,2. Na základe metodiky VRS hodnotenia to kvalifikujeme ako dobrý stav.

Stav kovov má klasifikačný priemer 4,5. Na základe metodiky VRS hodnotenia to kvalifikujeme ako **dobrý stav**.

Úsek Dunaja medzi Dunaföldvár-Fajsz môžeme kvalifikovať na základe skúšok kvality vody realizovaných v rokoch 2007-2011 (2012) z ekologického hľadiska za dobrý stav, z hľadiska špecifických znečisťujúcich látok (nebezpečné chemické prvky) za dobrý, vhodný stav. Kvalifikácia vodného útvaru Dunaja medzi Baja-Hercegszántó z hľadiska fyzikálno-chemických prvkov vzťahujúcich sa na skupiny sa zhoduje s úsekom Dunaföldvár-Fajsz.

Tento kvalifikačný výsledok **(okrem acidifikácie - dobrý)** sa zhoduje s výsledkom vyhotoveným v roku 2010, uvedeným v prílohe 5_1 PHVZ, hodnotením stavu vodných telies podľa limitného systému VRS, ktorý uvádzame v .

	Kód miesta odberu vzoriek		101180039		101178210		101178933		101179653		101178232		**Podľa VRS**
	Miesto monitoringu		**Dunaföldvár**						**Fajsz**		**Hercegszántó**		**skupiny kvality vody**
			ľavý breh		**línia prúdenia**		**pravý breh**						
	číslo úseku rkm Dunaj		**1560.6 rkm**		**1560.6 rkm**		**1560.6 rkm**		**1507.6 rkm**		**1433.0 rkm**		
KAJ	**Parametre kvality vody**		ks	priemer	ks	priemer	ks	priemer	ks	priemer	ks	priemer	
156075	pH (laboratórne meranie)		97	**8.2**	97	**8.2**	97	**8.2**	87	**8.3**	140	**8.3**	**Acidifikácia**
155201	Chlorid (Cl^-)	mg/l	86	**23.7**	86	**24.1**	86	**24.4**	49	**22.7**	121	**22.9**	**Obsah soli**
159469	Vodivosť	µS/cm	97	**405**	97	**414**	97	**424**	87	**403**	140	**405**	**Obsah soli**
158420	(Rozpustený) kyslík (O_2)	mg/l	97	**10.0**	97	**10.0**	97	**9.8**	75	**10.1**	140	**10.0**	**Kyslíková rovnováha**
159487	Rozpustený kyslík (percentá saturácie kyslíkom)	%	97	**91.9**	97	**91.9**	97	**90.5**	75	**95.0**	140	**93.8**	**Kyslíková rovnováha**
158970	Biochemická spotreba kyslíka (BOI_5)	mg/l	97	**2.7**	97	**2.7**	97	**2.7**	75	**2.7**	140	**2.7**	**Kyslíková rovnováha**
159001	Spotreba kyslíka (KOI_d) pôvodná	mg/l	97	**12.0**	97	**11.9**	97	**11.9**	75	**11.3**	140	**11.4**	**Kyslíková rovnováha**
156754	Amoniak-amónny-dusíka (NH_3-,NH_4^--N)	mg/l	97	**0.074**	97	**0.064**	97	**0.064**	75	**0.072**	140	**0.063**	**Rastlinné živiny**
160551	Dusitanový dusík (NO_2-N)	mg/l	97	**0.026**	97	**0.020**	97	**0.019**	75	**0.017**	140	**0.016**	**Rastlinné živiny**
160560	Dusičnanový dusík (NO_3-N)	mg/l	97	**2.0**	97	**2.0**	97	**2.0**	75	**1.8**	140	**1.9**	**Rastlinné živiny**
159405	Dusík celkom (N)	mg/l	97	**2.6**	96	**2.7**	97	**2.7**	87	**2.4**	139	**2.5**	**Rastlinné živiny**
	Ortofosfát-P (PO_4-P)	µg/l	97	**57.1**	97	**58.0**	97	**53.5**	75	**61.6**	140	**47.4**	**Rastlinné živiny**
158154	Fosfor celkom (P)	mg/l	97	**0.11**	97	**0.11**	97	**0.11**	87	**0.11**	140	**0.12**	**Rastlinné živiny**
157601	Kadmium (Cd) (rozpustený)	µg/l	57	**0.090**	56	**0.060**	57	**0.062**	22	**<0,05**	92	**0.125**	**Kovy**
157472	Ortuť (Hg) (rozpustený)	µg/l	57	**0.075**	56	**<0,05**	57	**0.050**	23	**0.063**	92	**0.1**	**Kovy**
157885	Nikel (Ni) (rozpustený)	µg/l	57	**0.7**	56	**0.8**	57	**0.7**	22	**0.9**	92	**0.8**	**Kovy**
158099	Olovo (Pb) (rozpustený)	µg/l	57	**1.9**	56	**<0,5**	57	**<0,5**	24	**<0,5**	92	**4.3**	**Kovy**
157665	Chlorofyl-a	µg/l	96	**28.0**	96	**27.9**	96	**28.3**	74	**28.4**	140	**26.4**	
120498	Arzén (As)	µg/l	6	**1.8**	6	**1.6**	6	**1.6**	0		6	**1.6**	**Špecifické znečisťujúce látky (nebezpečné chemické prvky)**
157050	Zinok (Zn) (rozpustený)	µg/l	57	**4.9**	56	**5.5**	57	**4.7**	25	**4.4**	92	**6.2**	**Špecifické znečisťujúce látky (nebezpečné chemické prvky)**
120434	Chróm (Cr) celkom	µg/l	6	**0.6**	6	**0.7**	6	**0.5**	0		6	**0.7**	**Špecifické znečisťujúce látky (nebezpečné chemické prvky)**
156204	Meď (Cu) (rozpustený)	µg/l	57	**3.7**	56	**1.8**	57	**1.7**	25	**1.3**	92	**2.1**	**Špecifické znečisťujúce látky (nebezpečné chemické prvky)**

45. tabuľka: Priemerné hodnoty prieskumov kmeňovej siete v rokoch 2007-2011, s klasifikáciou podľa kritéria VRS

Príloha PHVZ-5-1.1.: Stav povrchových vodných útvarov - Ekologický stav vodných útvarov vodných tokov

PODJEDNOTKA	KÓVIZIG	Kategória vodného útvaru	vt- VOR	Názov vodného útvaru	**Fyzikálno-chemické prvky**					
					Organické látky	**Živiny**	**Obsah soli**	**Kyslosť**	**Stav fyzikálno-chemických prvkov**	**Spoľahlivosť fyzikálno-chemickej klasifikácie**
1-10	**3**	**prírodné**	**AEP44**	**Dunaj medzi Szob a Baja**	**dobrý**	**dobrý**	**vynikajúci**	**vynikajúci**	**dobrý**	**stredný**

46. tabuľka: Hodnotenie stavu vodného útvaru na Dunaji HURWAEP444 Szob-Baja (typ 24) pod

13.1.1.2 Biologické prvky

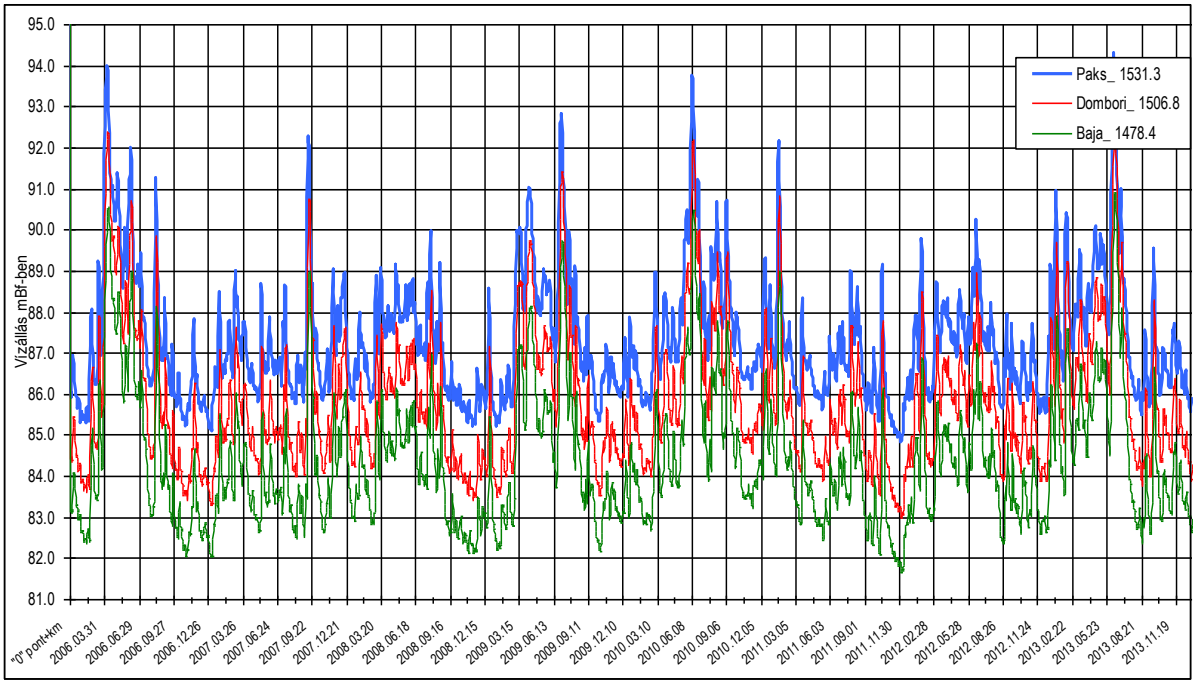
Okrem vyhodnotenia výsledkov skúšok sme zostavili a vyhodnotili aj archívne údaje vzťahujúce sa na úsek Dunaja medzi Dunaföldvár-Baja. Z nich je možné vyvodiť nasledovné zistenia.

- V danom úseku Dunaja, zvýraznením okolia jadrovej elektrárne Paks v posledných 15 rokoch pravidelne vykonávali hydrobiologické testy. Výsledkom toho disponujeme s archívnymi údajmi fytoplanktonu, fytobentosu, makrozoobentosu a rybného spoločenstva. Predchádzajúce makrofyton prieskumy zabezpečujú informácie výhradne pre pozemné územia jadrovej elektrárne Paks.
- Rad koherentných archívnych údajov, ktoré umožňujú určenie komplexného ekologického stavu podľa Rámcovej smernici o vode sú k dispozícii vďaka prieskumov z roku 2009-2010 (Kék Csermely Kft. 2010), kým pre jednotlivé skupiny živočíchov nájdeme len sporadické údaje, ktoré sa dajú vyhodnotiť v súlade s VRS.
- Vyhodnotenie výsledkov prieskumu z r. 2009-2010 v súlade s VRS signalizuje, že na úseku Dunaja pri obci Paks má FP dobrý, FB mierny, MZB mierny a rybné spoločenstvo dobrý stav. Dodržaním kvalifikačného princípu „jeden zlý, všetky zlé“ je ekologický stav Dunaja mierny. Podľa klasifikácie v súlade s VRS medzi horným úsekom a dolným úsekom na základe výpuste JE nie je zistiteľný rozdiel - spôsobujúci zmenu o jednu triedu.
- Archívne údaje dokazujú, že úsek Dunaja HURWAEP444 medzi Dunaföldvár-Baja je v miernom ekologickom stave. V rámci toho údaje fytoplanktónu a rýb sú vo väčšine dobré, kým údaje fytobentosu a makrozoobentosu odzrkadľujú mierny stav.
- Na základe plánu hospodárenia s vodnými zdrojmi čiastkového povodia Dunaja je ekologický stav v celom Maďarskom úseku mierny. Je to čiastočne z kvalitatívnych dôvodov, ale v rovnakej miere aj z hydromorfologických dôvodov. Dobrý ekologický stav vodného útvaru HURWAEP444 Dunaj medzi Szob-Baja sa podľa plánov dá dosiahnuť do r. 2027 (VKKI 2010).
- V súvislosti s účinkami vypúšťania chladiacej vody Jadrovej elektrárne Paks do Dunaja tiež disponujeme s archívnymi údajmi. Fyziologické štúdie rias preukazujú, že intenzita fotosyntézy rias je v kanály teplej vody vyššia ako v kanály studenej vody, čo dokazuje, že biomasa rias chladiacej vody sa v malej miere poškodí počas prechodu cez systém chladenia. Zároveň vzorky z Dunaja nepotvrdili účinky vypúšťania ani v prípade fytoplanktónu (FP), ani v prípade fytobentosu (FB). Na základe výsledkov ekologického skúmania makrozoobentosu (MZB) s jemnejšou stupnicou a rybného spoločenstva, účinky tepelného zaťaženia chladiacej vody vypustenej do Dunaja sa dali spozorovať v asi 2 km pozdĺžnom úseku (Halasi-Kovács 2005, Kék Csermely Kft. 2010). To v prípade MZB spôsobilo predovšetkým kvalitatívne, kým v prípade rybného spoločenstva kvantitatívne zmeny.
- Preskúmali sme údaje využívania úseku Dunaja pri Paksi z hľadiska rybolovu, od roku 2000. Tie preukazujú postupné znižovanie úlovku profesionálneho aj rekreačného rybolovu. Klesanie sa v rokoch 2011 a 2012 zastavilo, v týchto rokoch sa dalo spozorovať opäť mierny nárast. Celkovo jednak z dôvodu značnej neistoty údajov o úlovkoch vzťahujúcich sa na malé územie, a jednak odlišnej štruktúry osadenia a lovenia rýb na Dunaji v porovnaní s ďalšími veľkými tokmi (Halasi-Kovács a Váradi 2012) sa medzi prevádzkovaním Jadrovej elektrárne Paks a využívania a množstva dunajských rýb nedá zaznamenať súvislosť.
- Keďže archívne údaje sú sporadické a menej spoľahlivé, a základné údaje prieskumov realizovaných v rokoch 2012-2013 zabezpečujú kvantitatívne aj kvalitatívne vhodné a koherentné údaje k vyhotoveniu analýzy - nie tak ako predchádzajúce -, počas hodnotenia environmentálnych vplyvov Paks II. sme zohľadnili závery archívnych údajov, ale k analýzam sme použili výlučne výsledky skúšok realizovaných v rokoch 2012 a 2013. Výsledky odberu vzoriek r. 2009-2010 sme počas vyhodnocovania použili ako kontrolné.

13.1.2 ZÁKLADNÝ STAV SKÚMANÉHO ÚSEKU DUNAJA (1560.6 RKM-1481.5 RKM)

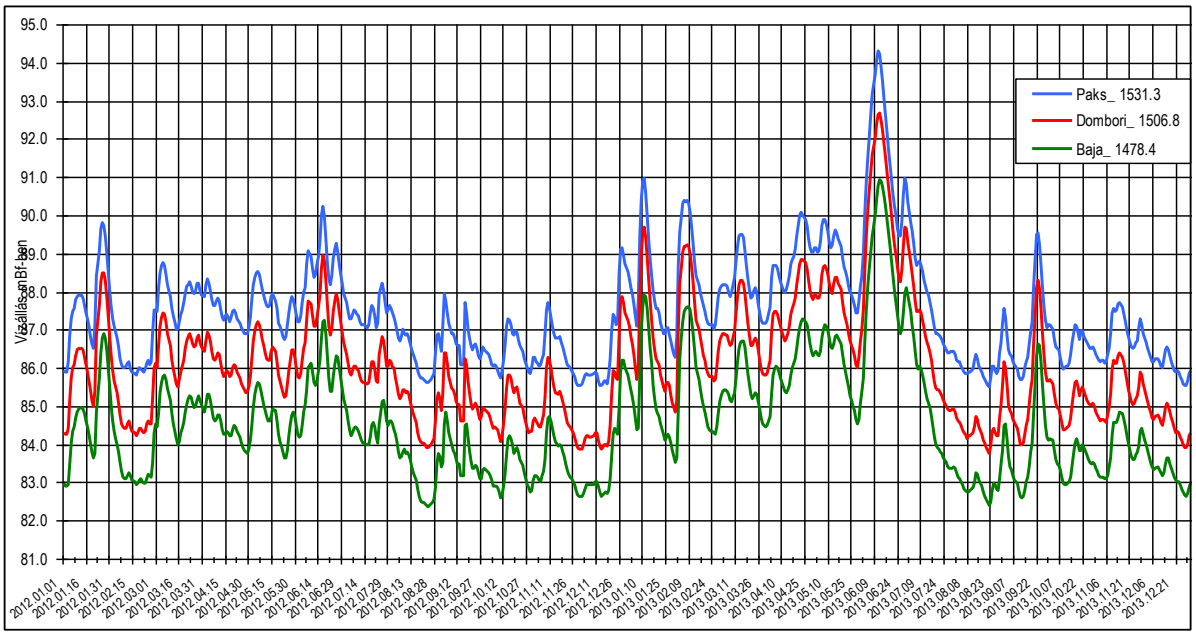
Skúmaný úsek Dunaja sme charakterizovali na základe archívnych údajov z r. 2006-2011, a údajov získaných počas práce v rokoch 2012 a 2013. Hydrologické charakteristiky tohto obdobia uvádzame na nasledovných obrázkoch.

Klasifikáciu úsekov sme realizovali na základe limitných hodnôt VRS vzťahujúcich sa na vodu Dunaja.



Vízállás mBf-ben	Hladiny vody v mBf

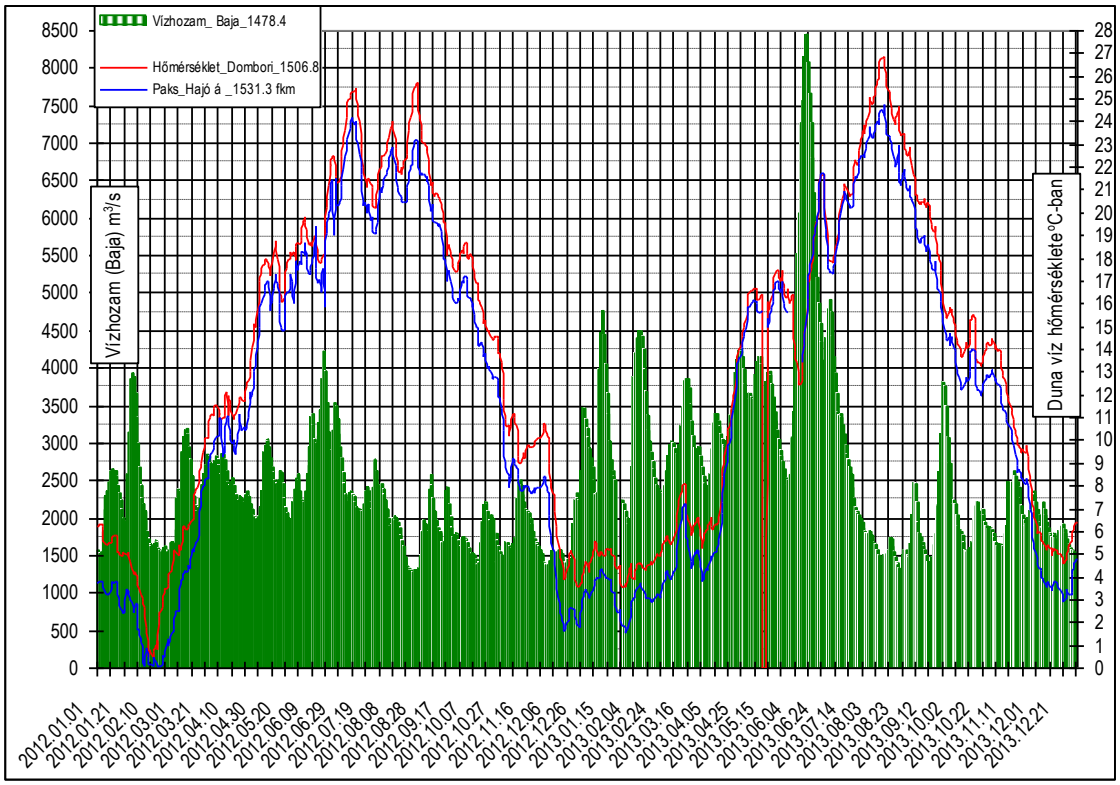
69. obrázok: Prietok Dunaja (Paks-Dombori-Baja) v rokoch 2006-2013



Vízállás mBf-ben	Hladiny vody v mBf

70. obrázok: Prietok Dunaja (Paks-Dombori-Baja) v rokoch 2012-2013

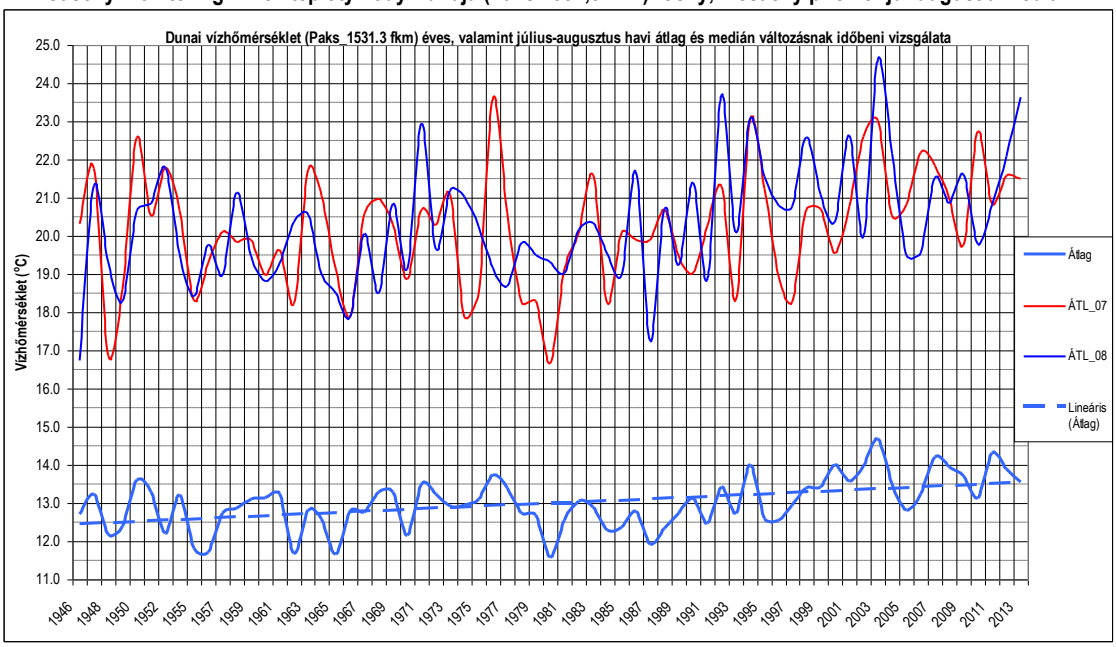
Teplota vody Dunaja v °C



Hőmérséklet Dombori 1506,8 fkm		Teplota pri Dombori 1506,8 rkm
Paks hajó áll. 1531,3 fkm		Prístav lodí Paks 1531,3 rkm
Vízhozam (Baja) m³/s	=	Vodný prietok (Baja) m3/s
Dunai víz hőmérséklete °C-ban	=	Teplota vody Dunaja v °C

71. obrázok: Zmeny prietoku a teploty Dunaja (Paks-Dombori-Baja) v rokoch 2012-2013

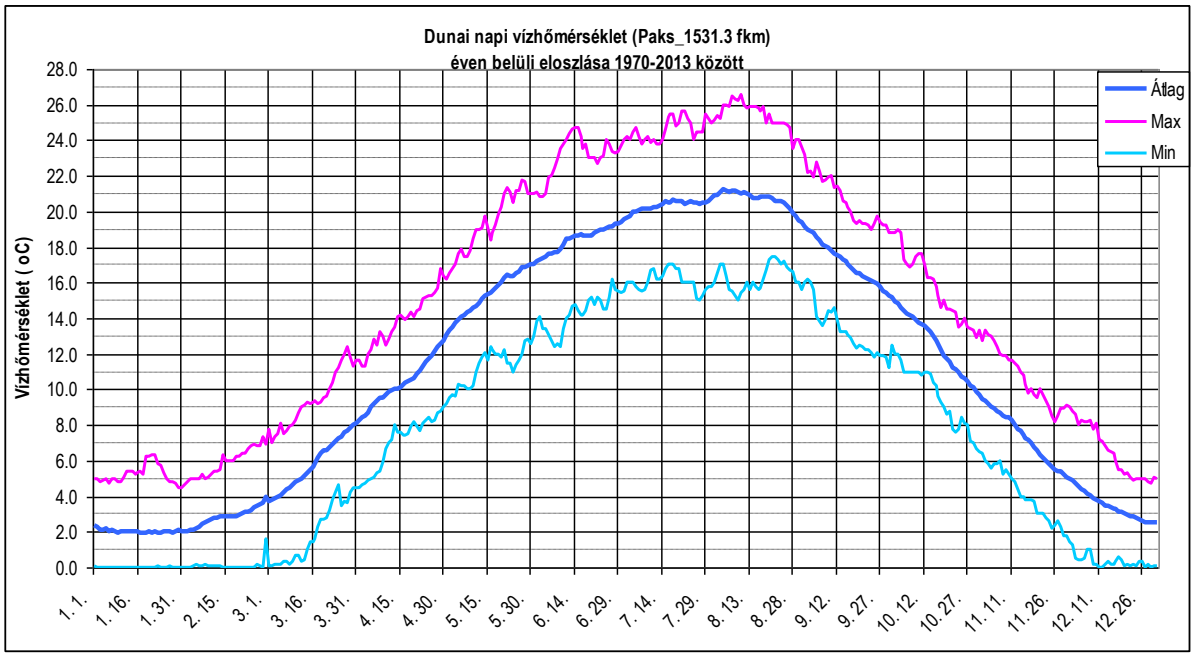
Časový monitoring zmien teploty vody Dunaja (Paks 1531,3 rkm) ročný, mesačný priemer júl-august a medián



Vízhőmérséklet	=	Teplota vody
Átlag	=	Priemer
ÁTL_07	=	PRIEM_07
ÁTL_08	=	PRIEM_08
Lineáris (átlag)	=	Lineárny (priemer)

72. obrázok: Skúmanie ročnej priemernej zmeny teploty vody Dunaja (Paks) v rokoch 1970-2013

Denná teplota vody Dunaja (Paks_1531.3 rkm)
v rokoch 1970-2013



Vízhőmérséklet	=	Teplota vody
Átlag	=	Priemer

73. obrázok: Denná teplota vody Dunaja (Paks) v rokoch 1970-2013

KLASIFIKÁCIA HORNÉHO ÚSEKU DUNAJA

Dunaföldvár	1560.6 rkm	V dobrom stave
Paks kompa	1533.5 rkm	V dobrom stave

47. tabuľka: VRS klasifikácia horného toku Dunaja podľa fyzikálno-chemických parametrov (1560,6-1533,5 rkm)

Úsek Dunaja (HURWAEP444 VODNÝ ÚTVAR) 1560,6-1533,5 rkm patrí podľa výsledkov kvalifikácie VRS fyzikálno-chemických parametrov do stavu dobrý.

V hornom úseku predstavujú najväčšiu časť fytoplanktónovej biomasy v každom období rozsievky, patriace do radu Centrales. Koncentrácia biomasy a chlorofylu-a v jednotkách vzoriek vykazuje aj v rovnakom období značný rozptyl. Výsledky vzoriek z roku 2012 a 2013 signalizujú, že v roku 2012 boli charakteristické vyššie hodnoty biomasy v rovnakom období. Zároveň v odchýlkach daných rokov sa dali v jednotlivých obdobiach registrovať významne väčšie zmeny. To zároveň potvrdzuje aj skutočnosť, že výsledky vzoriek z dvoch rôznych rokov sa navzájom posilňujú, tie poskytujú výsledky, ktoré sú správne aj v dlhšom časovom horizonte. Obdobie s najvyššou hodnotou biomasy je marec a august, najnižšie hodnoty biomasy boli zaznamenané v mesiacoch september, október a november.

Na základe ekologického vyhodnotenia stavu jednotiek vzoriek sa dá konštatovať nasledovné.

(1) Aj medzi jednotlivými jednotkami vzoriek môžu byť v danom období odobratia vzoriek triedne rozdiely.

(2) V skúmaných úsekoch sa dá najvyššia hodnota biomasy namerať väčšinou v línii prúdenia v každom období, avšak tento rozdiel nie je taký veľký, aby spôsobil triedny rozdiel podľa priečneho úseku.

(3) Triedny rozdiel sa dal zaznamenať aj medzi vzorkami odobratými v rovnakom období jednotlivých rokov.

(4) Dynamiku ročných období FP biomasy jasne odzrkadľujú hodnoty klasifikácie.

(5) Robustná, päťstupňová stupnica VRS nie je citlivá na jemnejšie zmeny.

(6) Z hľadiska posudzovania vplyvu je najkritickejším obdobím leto. Ekologický stav úseku je dobrý.

Na základe výsledkov skúmania fytobentosu sa dá konštatovať, že (1) medzi vzorkami z pravého a ľavého brehu aj v rovnakom období sa dá nájsť triedny rozdiel. (2) Vzorka odobratá z úseku Dunaföldvár v lete roku 2013 signalizuje o triedu horší výsledok, ako vzorka odobratá v roku 2012 z úseku Paks kompa, kýmna jeseň nie je žiadny triedny rozdiel, avšak celkový stav úseku Dunaföldvár odzrkadľuje o čosi lepší stav. (3) Kvalifikačné hodnoty úseku sú v súlade s výsledkami prieskumov vykonaných v rokoch 2009-2010. Vyššie uvedené skutočnosti - podobne ako v prípade fytoplanktónu - potvrdzujú, že stabilný výsledok ponúka klasifikácia na základe priemerných hodnôt čo najväčšieho počtu údajov. Robustná, päťstupňová stupnica VRS nie je citlivá na jemnejšie zmeny ani v prípade tohto taxónu. Ekologický stav horného úseku na základe fytobentosu je mierny.

Počas letného a jesenného výskumu sme na hornom úseku Dunaja identifikovali celkom 9 druhov. Ani jeden druh, ktorý sa v úsekoch odobratia vzorky našiel, nie je chránený. Medzi druhmi sa vyskytuje niekoľko nepôvodných (jaseň americký, astra kopijovitolistá), ich hromadný výskyt naznačuje porušenosť územia. Kritériový rastlinný druh územia NATURA 2000 je zeler plazivý (*Apium repens*). Druh sa nenašiel v úseku odobratia vzoriek. Z hľadiska klasifikácie sú výsledky z profesionálneho aspektu málo hodnoverné, keďže pozdĺž tokov - tak aj počas tohto odobratia vzoriek - makrofytóny sa objavili len v malom množstve, ekologický stav určený podľa ich hodnotenia je neistý. Na základe toho počet a množstvo rastlinných druhov nájdených počas odobratia vzoriek neumožnilo presnú klasifikáciu, keďže nedosahovalo minimálnu hodnotu. Z toho dôvodu sú získané hodnoty len orientačné. V dôsledku týchto neistôt sme v záujme určenia environmentálneho účinku vykonali aj jemnejšiu analýzu údajov v rozsahu celého skúmaného úseku. Ekologický stav horného úseku na základe makrofytónov je mierny.

Značný podiel nájdených taxónov makrozoobentosu je invazívny, silne a agresívne sa rozširujúci nepôvodný prvok. Najvýznamnejšie sú z nich kamienka pontická (*Lithoglyphus naticoides*), kopýtko prirastené (*Dreissena polymorpha*), korbikula ázijská (*Corbicula fluminea*) a z rakov *Dikerogammarus villosus*. Počas odberu vzoriek bol nájdený aj druh vážky *Gomphus flavipes*, v malom počte. Kritériovým makrozoobentos druhom územiA HUDD20023 SCI je korýtko riečne (*Unio crassus*), s ktorým sme sa počas odoberania vzoriek nestretli. Podľa ekologického hodnotenia stavu HMMI (Hungarian Macroinvertebrate Multimetric Index) sa dá pozorovať sezónny rozdiel: hodnoty jesenných vzoriek sú nižšie, avšak nespôsobujú kvalitatívny triedny rozdiel. Na základe výsledku prieskumu sa dá konštatovať, že ekologický stav horného úseku je na základe vodného makrozoobentos spoločenstva mierny.

Počas letného a jesenného prieskumu sme v 4 jednotkách vzoriek vyznačených v úseku Dunaja pri Paksi určili celkom 28 druhov a 2 489 jedincov. Z druhov, ktoré sa objavili v úseku odobratia vzoriek sú štyri chránené - hrúz bieloplutvý (*Romanogobio vladykovi*), *lopatka dúhová* (Rhodeus amarus), hrebenačka vysoká *(Gymnocephalus baloni)*, *hrebenačka pásavá* (Gymnocephalus schraetser*),* a dva druhy sú osobitne chránené: mihula ukrajinská (Eudontomyzon mariae), kolok veľký (Zingel zingel). V úseku boli nájdené z kritériových druhov NATURA 2000 *Eudontomyzon mariae*, boleň obyčajný *(Aspius aspius), Zingel zingel, Gymnocephalus baloni* a G. schraetser. Z toho sa dá usúdiť, že kritériové druhy rýb charakteristické pre hlavné koryto na území NATURA 2000 sa v hornom úseku nachádzajú. Z 28 druhov rýb, ktorými sme sa počas odoberania vzoriek stretli, u 24 druhov boli nájdené aj mladé jedince. To znamená, že 86 % druhov je prítomných v úseku aj v mladšej vekovej skupine, čo značí stabilitu populácií. Výsledky skúmania horného úseku Dunaja potvrdzujú, že druhové rozdelenie chytených druhov preukazuje veľkú podobnosť s výsledkami predchádzajúcich prieskumov. Výsledky odoberania vzoriek vykonaných v letnom a jesennom období zabezpečujú vhodné údaje na účely klasifikácie vody podľa VRS. Ekologickú klasifikáciu vody na základe rybného spoločenstva úseku sme realizovali podľa metódy EQIHRF, používanej v Maďarsku. Z hľadiska výsledku klasifikácie považujeme za rozhodujúci letný výsledok.Ekologický stav horného úseku, ktorý nie je dotknutý teplou vodou, je podľa stavu rybného spoločenstva dobrý.

KVALIFIKÁCIA PRIAMEHO ÚSEKU DUNAJA (1534-1516RKM)

Paks teplovodný kanál	**1526.0 rkm**	**v dobrom stave**
Veľká ostroha	1525.3 rkm	**v dobrom stave**
Uszod	1524.8 rkm	**v dobrom stave**
Gerjen-Foktő	1516.0 rkm	**v dobrom stave**

48. tabuľka: VRS klasifikácia priameho dolného toku Dunaja podľa fyzikálno-chemických parametrov (1526-1516 rkm)

Úsek Dunaja (HURWAEP444 VODNÝ ÚTVAR) 1534-1516 rkm patrí podľa výsledkov kvalifikácie VRS fyzikálno-chemických parametrov do stavu dobrý.

Výsledky odberu vzoriek fytoplanktónu na dolnom úseku preukazujú veľmi podobný stav ako v hornom úseku.

(1) V blízkom dolnom úseku predstavujú najväčšiu časť fytoplanktónovej biomasy v každom období rozsievky, patriace do radu Centrales.

(2) Hodnoty biomasy naznačujú sezónny trend.

(3) Obdobie s najvyššou hodnotou biomasy je marec a okrem toho august, kým najnižšie hodnoty biomasy boli zaznamenané v mesiacoch september a november.

Ekologický stav blízkeho dolného úseku podľa klasifikácie fytoplanktónu prejavuje v marci a v júny dobrý, a v septembri a novembri vynikajúci stav. V období augusta je ekologický stav mierny. Sezónna fluktuácia na blízkom dolnom úseku je v plnej miere v súlade so skutočnosťami zaznamenanými v hornom úseku. Hodnoty stavu podľa ročných období - a spolu s tým aj celého obdobia - sa zhodujú s výsledkami nameranými v hornom úseku. Ekologický stav blízkeho dolného úseku na základe fytoplanktónu je dobrý.

Dolný úsek na základe klasifikácie fytobentos spoločenstva je v letnom období stredný, kým na jeseň bol v slabom ekologickom stave. Medzi pravými jednotkami vzoriek (ovplyvnené s vypúšťaním teplej vody) a ľavými (neovplyvnené) sme pri každom odobratej vzorke zistili rozdiel minimálne o jednu triedu. Hodnoty vzoriek z pravého brehu ovplyvnené výpustom tendenčným spôsobom vykazujú nižšiu hodnotu. Podobný obraz ponúka aj horný úsek pri kompe Paks, na základe výsledku odoberania vzoriek na jeseň. Nízka - mierna - klasifikačná hodnota je v súlade s výsledkom predchádzajúcich výskumov, realizovaných v tom istom období. Priemerný výsledok hodnotenia sa zhoduje s výsledkom horného úseku. Spoločným zohľadnením obidvoch období získame priemernú hodnotu, ktorá zodpovedá miernemu ekologickému stavu.

V blízkom dolnom úseku sme počas letného a jesenného prieskumu našli v šiestich jednotkách vzoriek celkom 51 druhov makrofytónov. Ani jeden druh, ktorý sa v úsekoch odobratia vzorky našiel, nie je chránený. Podobne ako v hornom úseku aj tu sa v hromadne vyskytoval jaseň americký a astra kopijovitolistá, čo naznačuje porušenosť územia. Kritériový druh územia nebol nájdený ani na tomto úseku. Výsledok klasifikácie blízkeho dolného úseku sa zhoduje s výsledkom horného úseku. Na základe výsledku výskumu je ekologický stav blízkeho dolného úseku Dunaja podľa hodnotenia makrofytónov mierny.

Vo vzorkách makrozoobentosu odobratých na 6 miestach sme zaznamenali celkom 44 rôznych taxónov. Podobne ako na hornom úseku, značný podiel zistených makrozoobentos taxónov je invazívny druh. Z nich *Dikerogammarus villosus* sa vyskytoval v značnejšom počte priamo v dotknutej jednotke vzoriek na pravej strane pod výpustom chladiacej vody. Na piesčinách pod výpustom sa našlo veľké množstvo prázdnych ulít (napr. *Corbicula fluminea, Dreissena polymorpha, Sinanodonta woodiana*), čo zásadne súvisí s prúdením. Na územiach po ostrohách, kde voda prúdi pomalšie a vracia sa, sa vo väčšom počte objavujú škrupiny plávajúce v rieke. Z medzi chránených druhov sa našla vážka *Gomphus flavipes* a druh slimáka *Fagotia acicularis.* Podobne ako na hornom úseku, ani tu sa nenašiel kritériový druh NATURA 2000, korýtko riečne. Niekoľko druhov (napr. *Lithoglyphus naticoides*, *Corophium curvispinum)* okolie vypúšťania teplej vody obišlo. Multimetrický ukazovateľ HMMI, podobne ako ukazovatele používané v EU, je citlivý na všeobecnú degradáciu, z toho dôvodu s kvalitatívnymi indexmi, ktoré sú k dispozícii je pomerne neisté hodnotenie výlučného vplyvu znečistenia teplom. Preto sme realizovali aj ekologické hodnotenie úsekov jemnejšieho stupňa. Hodnota klasifikácie sa zhoduje s výsledkom klasifikácie vypočítanej pre horný úsek. Ekologický stav blízkeho dolného úseku dotknutého teplou vodou je na základe vodného makrozoobentos spoločenstva mierny.

V blízkom dolnom úseku sme identifikovali 3 679 jedincov z 33 druhov rýb. Štruktúra druhov rýb tohto úseku Dunaja je veľmi podobná ako v prípade skorších, podobných prieskumov (Halasi-Kovács 2005, SCIAP Kft. 2010), a výsledky horného úseku. Z druhov, ktoré sa objavili v úseku odobratia vzoriek je päť chránených - hrúz bieloplutvý (*Romanogobio vladykovi*), lopatka dúhová *(Rhodeus amarus)*, pĺž vrchovský (Sabanejewia balcanica), *hrebenačka vysoká* (Gymnocephalus baloni)*, hrebenačka pásavá* (Gymnocephalus schraetser), *a dva druhy sú osobitne chránené: mihula ukrajinská* (Eudontomyzon mariae)*, kolok veľký* (Zingel zingel). Z kritériových druhov NATURA 2000 bolo identifikovaných päť druhov ako na hornom úseku *(Eudontomyzon mariae, Aspius aspius, Gymnocephalus baloni, Gymnocephalus schraetser, Zingel zingel).*

Na základe analýzy štruktúry druhov v jednotkách odobratých vzoriek je jasné, že v dôsledku teplej vody mihula ukrajinská *(Eudontomyzon mariae)*, mieň sladkovodný *(Lota lota)*, hlaváč holokrký *(Babka gymntrachelus*) vykazujú mierne obídenie, kým preferenciu teplej vody ukazuje boleň obyčajný (*Aspius aspius*), belička európska *(Alburnus alburnus)*, pleskáč malý *(Blicca bjoerkna)*, podustva severná *(Chondrostoma nasus)*, mrena obyčajná

(Barbus barbus), karas striebristý *(Carassius gibelio)*, ostrież zelenkavý *(Perca fluviatilis)*, býčko čiernoústy *(Neogobius melanostomus)*. Tento výsledok je v súlade s výsledkami prieskumu r. 2010. Počas odoberania vzoriek sme sa stretli s mladými jedincami 27 druhov. To znamená, že mladé jedince sme zaregistrovali v prípade 82 %druhov. Tento pomer je podobne, ako pri hornom úseku, vysoký. Hodnoty všetkých úlovkov z jednej jednotky dĺžky odobratia vzoriek (100 m) na základe výsledkov letného vzorkovania preukazujú vzorky odobraté z pravých vzorkových jednotiek, čiže z úseku dotknutého vypúšťaním teplej vody, najvyššie hodnoty z úsekov skúmaných v roku 2012. Súčasne hodnoty jednotiek vzorov ľavej strany, čiže nedotknuté teplou vodou, preukazujú značnú zhodu s jednotkami vzoriek z horného úseku. Ekologický stav blízkeho dolného úseku na základe rybného spoločenstva je dobrý.

KVALIFIKÁCIA VZDIALENÉHO DOLNÉHO ÚSEKU DUNAJA (1506,8-1481,5RKM)

úsek Dombori	**1506.8 rkm**	**v dobrom stave**
Sió -dél (Gemenc)	**1496 rkm**	**v dobrom stave**
úsek Baja	**1481.5 rkm**	**v dobrom stave**

49. tabuľka: VRS klasifikácia vzdialeného dolného toku Dunaja (1506,8-1481,5 rkm) podľa fyzikálno-chemických parametrov

Úsek Dunaja (HURWAEP444 VODNÝ ÚTVAR) 1506,8-1481,5 rkm patrí podľa výsledkov kvalifikácie VRS fyzikálno-chemických parametrov do stavu dobrý.

Výsledky dvoch podúsekov vzdialeného dolného úseku, stredne-vzdialený a vzdialený podúsek vykazujú veľkú podobnosť v oblasti fytoplanktónov. Fytoplanktónové výsledky úseku zároveň vykazujú vo veľkej miere podobný stav, resp. tendenciu ako pri hornom úseku a blízkom dolnom úseku. V biomase fytoplanktónu je rozhodujúce množstvo rozsievok; obdobie s najvyššou hodnotou biomasy je marec, okrem toho august, kým najnižšie hodnoty biomasy sa prejavili v mesiacoch september a november. Na základe priemeru hodnôt miest odberu vzoriek ekologický stav stredne-vzdialeného dolného úseku podľa kvalifikácie fytoplanktónu prejavuje v marci a v júny dobrý, a v septembri a novembri vynikajúci stav. Najnižšie hodnoty sme dostali počas odberu vzoriek v auguste. V tomto období je ekologický stav mierny. Hodnoty stavu podľa ročných období - a spolu s tým aj celého obdobia - sa zhodujú s výsledkami nameranými v hornom úseku, resp. blízkom dolnom úseku. Ekologický stav stredne vzdialeného úseku a vzdialeného dolného úseku je podľa fytoplanktónu dobrý. Celkovo sa dá konštatovať, že v porovnaní s horným úsekom vypúšťanie teplej vody z Jadrovej elektrárne Paks v prípade fytoplanktónu nespôsobí na dolnom úseku zmenu jednej klasifikačnej hodnoty.

Výsledky dvoch podúsekov vzdialeného dolného úseku vykazujú veľkú podobnosť kvalifikácie ekologického stavu, ako výsledky horného úseku a blízkeho dolného úseku. Aj tendencie hodnôt kvalifikácie sa zhodujú so skutočnosťami z horných úsekov. Pre oba podúseky je charakteristický mierny ekologický stav. Celkovo sa dá konštatovať, že v porovnaní s horným úsekom vypúšťanie teplej vody z Jadrovej elektrárne Paks v prípade fytobentosu nespôsobí na dolnom úseku zmenu v miere jednej klasifikačnej hodnoty.

V stredne vzdialenom dolnom úseku sme zapísali celkom 31, a vo vzdialenom dolnom úseku 19 druhov rastlín. Ani jeden druh, ktorý sa v úsekoch odobratia vzorky našiel, nie je chránený. Zároveň je masový výskyt nepôvodných rastlín, ako jaseň americký, astra kopijovitolistá. Zeler plazivý, kritériový druh územia, nebol nájdený na vzdialenom dolnom úseku. Podľa makrofytónov je ekologický stav stredne-vzdialeného aj vzdialeného dolného úseku Dunaja mierny, kvalifikácia sa zhoduje so stavom nájdeným v hornom úseku a blízkom dolnom úseku.Dá sa konštatovať, že v porovnaní s horným úsekom vypúšťanie teplej vody z Jadrovej elektrárne Paks nespôsobí na dolnom úseku zmenu v miere jednej klasifikačnej hodnoty.

V stredne vzdialenom dolnom podúseku sme počas letného a jesenného odoberania vzoriek našli celkovo 42, kým vo vzdialenom dolnom úseku 37 rôznych makrozoobentos taxónov. Prítomnosť inváznych taxónov preukázaných v predošlých úsekoch sa dala aj tu zaznamenať, hlavne druh slimákov *Lithoglyphus naticoides*, ktorý bol nájdený v obrovskom množstve. Ďalej treba spomenúť mnohoštetinatého červa názvom *Hypania invalidapontokaspického pôvodu, a druh lastúrnika* Dreissena bugensis, ktorý je u nás prítomný len na niekoľkých miestach. V úseku sa dala potvrdiť prítomnosť chráneného druhu vážky *Gomphus flavipes, a druh mäkkýšov* Fagotia acicularis. Kritériovým makrozoobentos druhom územia NATURA 2000 je korýtko riečne (*Unio crassus*), s ktorým sme sa počas odoberania vzoriek nestretli. Na základe makrozoobentos spoločenstva bol stredne-vzdialený dolný podúsek v miernom stave. Vzdialený dolný úsek je tiež v miernom stave. Kvalifikačná hodnota úseku sa zhoduje s hodnotou registrovanou na hornom úseku a blízkom dolnom úseku. Celkovo sa dá konštatovať, že v porovnaní s horným úsekom vypúšťanie teplej vody z Jadrovej elektrárne Paks nespôsobí na dolnom úseku zmenu v miere jednej klasifikačnej hodnoty.

Počas skúmaní rybného spoločenstva sme v stredne-vzdialenom úseku určili celkovo 3 367 jedincov z 34 druhov, a vo vzdialenom dolnom podúseku 4 151 jedincov z 33 druhov. Z druhov, ktoré sa objavili v úseku odobratia vzoriek je päť chránených - plotica lesklá (Rutilus virgo), hrúz bieloplutvý (Romanogobio vladykovi), lopatka dúhová (Rhodeus amarus), hrebenačka vysoká (Gymnocephalus baloni), hrebenačka pásavá (Gymnocephalus schraetser) – a dva druhy sú osobitne chránené – mihula ukrajinská (Eudontomyzon mariae), kolok veľký (Zingel zingel) –. Z kritériových druhov rýb SCI územia označením HUDD 20023 sme v tomto úseku našli ploticu lesklú (Rutilus virgo), kým ostatné kritériové druhy sú totožné s vyššie zaznamenanými. V stredne vzdialenom dolnom úseku sme zaznamenali mladé jedince až 27 druhov. To je 79 % prezentovaných druhov.Vo vzdialenom dolnom úseku sme chytili mladé jedince 26 druhov, čo predstavuje 79 % zaznamenaných druhov. Tieto pomery sú jednak podobné ako v ďalších skúmaných úsekoch, a jednak sa dajú považovať za podobne vysoké hodnoty. Na základe výsledkov odberu vzoriek sa dá konštatovať, že druhové zloženie vzdialeného dolného úseku nevykazuje v porovnaní s vyššími úsekmi rozdiel, druhové zloženie skúmaných úsekov je rovnaké. Čiže vypúšťanie teplej vody z Jadrovej elektrárne Paks nespôsobuje zmeny v druhovom zložení. V toho dôsledku sa nestratí ani jeden druh, ale ani nový sa neobjaví. V období odobratia vzoriek bolo možné zaznamenať v oboch rokoch vyšší počet jedincov. To je charakteristické pre všetky skúmané úseky.

Celkovo výsledky odoberania vzoriek v obidvoch obdobiach zabezpečujú vhodné údaje na účely klasifikácie vody podľa VRS. Ekologický stav vzdialeného úseku sa zhoduje s klasifikačnou hodnotou horného úseku a blízkeho dolného úseku, vykazuje dobrý stav. Celkovo sa dá konštatovať, že v porovnaní s horným úsekom vypúšťanie teplej vody z Jadrovej elektrárne Paks nespôsobí na dolnom úseku zmenu v miere jednej klasifikačnej hodnoty.

Už aj na základe predchádzajúcich skúmaní – 2009-2010 – sa dala určiť skutočnosť, podobne ako pri výsledkoch recentných skúšok, že päťstupňový robustný klasifikačný systém VRS nie je schopný detekovať jemnejšie štrukturálne zmeny. Preto sme realizovali aj ekologické hodnotenie úsekov na jemnejšieho stupňa.

SÚHRNNÉ HODNOTENIE ÚSEKU DUNAJA PATRIACEHO K VODNÉMU ÚTVARU HURWAEP444 Z HĽADISKA OCHRANY EKOSYSTÉMU A VRS

Hodnotenie skúmaného úseku Dunaja sme realizovali zohľadnením základných princípov ECOSTAT guidance document no. 13. (ECOSTAT 2005: Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), a národných smerníc stanovených počas plánovania hospodárenia s vodnými zdrojmi v roku 2008. Pri klasifikácii Dunaja podľa VRS sme sledovali princíp *„jeden zlý, všetky zlé“* na úrovni prvkov kvality, skupiny prvkov. To znamená, že hodnotu kvalifikácie určuje prvok najhoršej kvality. Hodnoty kvalifikácie makrofytov sú len pre informáciu.

ÚSEKY DUNAJA	FYZIKÁLNO-CHEMICKÉ	FYTOPLANKTÓN	FYTOBENTOS	MAKROFYTA	MAKRO-ZOOBENTOS	RYBY
HORNÝ ÚSEK	Dobrý	Dobrý	Mierny	Mierny	Mierny	Dobrý
BLÍZKY DOLNÝ ÚSEK	Dobrý	Dobrý	Mierny	Mierny	Mierny	Dobrý
VZDIALENÝ DOLNÝ ÚSEK	Dobrý	Dobrý	Mierny	Mierny	Mierny	Dobrý
		Dobrý	Mierny	Mierny	Mierny	Dobrý

50. tabuľka: Klasifikácia skúmaného úseku Dunaja (HURWAEP444) z hľadiska VRS

Na základe hodnotení ekologický stav vodného telesa Dunaja HURWAEP444 medzi Szob a Baja je podľa kvalifikácie vody vykonanej v rokoch 2012-2013 podľa VRS v *MIERNOM* stave.

Výsledok tohto skúmania je v súlade s hodnotou klasifikácie archívnych údajov, ktoré sú k dispozícii. Dá sa konštatovať, že výpust z Jadrovej elektrárne Paks do Dunaja v prípade ani jednej testovanej skupiny nespôsobuje zmenu veľkosti o jeden triedny rozdiel.

Zároveň analýza údajov jemnejšej štruktúry poukazuje na skutočnosť, že vypúšťanie má vplyv na štruktúru ekosystému v dolnom úseku, tým pádom VRS klasifikácia samostatne nie je vhodná na presné vyhodnotenie vypúšťania z jadrovej elektrárne. Preto považujeme v každom prípade za dôležité, aby počas nasledujúcich prieskumov sa odoberanie vzoriek riadilo naďalej VRS, aby bola vykonaná klasifikácia, zároveň plánovanie a realizácia odobratia vzoriek umožnila jemnejšie ekologické analýzy, a tým aj presnejšie vyhodnotenie ekologických účinkov vypúšťania vody.

TEORETICKÉ ÚČINKY ZOHRIATEJ CHLADIACEJ VODY JADROVEJ ELEKTRÁRNE PAKS NA UKAZOVATELE KVALITY

VODY SKÚMANÉHO ÚSEKU DUNAJA

Na základe výsledkov štúdie realizovanej v rokoch 1979-2004 **v úsekoch kmeňovej siete sa dá konštatovať, že zmena kvality vody sa v prípade väčšiny komponentov vyskytuje oveľa markantnejšie v závislosti od času, ako v závislosti od miesta.**

Zohľadnením miest odobratia vzoriek nad a pod jadrovou elektrárňou Paks vo väčšine miest odberu vzoriek a parametra kvality vody *v závislosti od času sa priaznivo vyvíjali pomery kvality vody.* Na miestach odberu vzoriek pod Jadrovou elektrárňou Paks (Fajsz, Baja, Mohács, Hercegszántó) sa vo väčšine prípadov neobjavil rozdiel v kvalite vody v porovnaní s miestom nad ním (Dunaföldvár). To znamená, že **Jadrová elektráreň v súvislosti s vyhodnotenými komponentmi vo vývoji kvality vody Dunaja doteraz nehrala významnú úlohu**.

13.2 PAKS II. NA EKOSYSTÉM DUNAJA

V súvislosti s investíciou Paks II. - zriadenie, prevádzkovanie, odstavenie - sme počas environmentálneho posudzovania vplyvu ekologického stavu Dunaja určili a vyhodnotili potenciálne pôsobiace faktory, predpokladané účinky, charakter vplyvu, znášateľov vplyvu. Navyše sme zostavili návrhy opatrení, ktoré sa majú realizovať za účelom zachovania ekologického stavu povrchových vôd.

Na základe hodnotení základného stavu sa dá konštatovať, že ani potenciálne účinky investície Paks II. nemôžu mať vplyv na blízke povrchové vodné útvary, v súlade s tým sme počas posudzovania vplyvov realizovali výlučne len zistenia vzťahujúce sa na Dunajský vodný útvar (HURWAEP444), ktorý je potenciálne dotknutý výpustmi jadrovej elektrárne.

Ohľadne vplyvov a územia vplyvov na základe príslušného právneho predpisu (314/2005 (XII. 25.) Korm. r.) rozlišujeme priame, nepriame a cezhraničné účinky, resp. ich územia. Počas posudzovania vplyvov sme charakter vplyvu určili spôsobom orientovaným na živočíchy (čiže z hľadiska vodných organizmov), podľa jeho stálosti, sily a významu. Zohľadnením aspektov VRS sme za znášateľa vplyvov považovali ekosystém. Počas posudzovania vplyvov sme ako znášateľov vplyvov vymenovali biologické prvky, ktoré sú počas vyhodnotenia stavu podľa VRS relevantné. Fyzikálne, chemické vlastnosti vody, alebo vodu Dunaja nepovažujeme za znášateľa vplyvov, ale tie nám zabezpečujú kľúčovú informáciu k vyhodnoteniu ekologického stavu.

Faktory, ktoré počas investície Paks II. majú potenciálny vplyv, sme zhrnuli v nasledovnej tabuľke.

Potenciálne faktory vplyvu	Zriadenie	Prevádzkovanie	Odstavenie	Havária
Podzemná voda odčerpaná počas zníženia hladiny podzemnej vody	X		X	
Vypúšťanie čistených komunálnych odpadových vôd	X	X	X	
Zriadenie rekuperačnej vodnej elektrárne	X			
Poškodenie nádrže nafty počas zriadenia				X
Prevádzková chyba čističky komunálnej odpadovej vody havarijného charakteru				X
Odber vody z Dunaja		X		
Vypúšťanie zohriatej chladiacej vody do Dunaja		X		
Vypúšťanie technologickej odpadovej vody do Dunaja		X		
Vypúšťanie čistenej zrážkovej vody do Dunaja		X		
Poškodenie nádrží chemických látok, odčerpávania, palivovej nádrže dieselového generátora				X
Vypustenie odpadových olejov a iných kvapalných odpadov				X
Vypúšťanie neprečistenej priemyselnej odpadovej vody				X

51. tabuľka: Potenciálne faktory vplyvu pôsobiace počas investície Paks II.

Zriadenie

Podzemná voda odčerpaná počas zníženia hladiny podzemnej vody

Počas realizácie blokov Paks II. sa viac budov stavia hĺbkovým zakladaním, práce sa vykonávajú pod úrovňou podzemnej vody. V tomto období je potrebné odčerpávať vodu z pracovnej jamy. Množstvo čerpanej podzemnej vody je podľa výpočtov Isotoptech Zrt. vo výške 13 000 – 18 000 m^3/deň (max. 0,2m^3/s). Čerpaná podzemná voda bude privádzaná do kanála chladiacej vody, odkiaľ sa cez chladiaci okruh dostane do kanála teplej vody, a napokon do Dunaja. Obsah rastlinných živín odčerpanej podzemnej vody - najmä formy dusíka - bude pravdepodobne vyšší, ako vo vode Dunaja, z toho dôvodu bude musieť ekosystém kanála chladiacej vody znášať následky. V dôsledku skoro 500-násobného riedenia a miešania sa zároveň nedá očakávať priamy alebo nepriamy účinok na ekologický stav ekosystému Dunaja.

Vypúšťanie čistených komunálnych odpadových vôd

Maximálne množstvo pitnej vody, zároveň odpadovej vody potrebnej počas realizácie Paks II. sa vynorí vo fáze začínajúcej prevádzky prvého bloku a súčasnej výstavby druhého bloku, plánovane na 5 ročné obdobie. Podľa výpočtov realizovaných spoločnosťou VITUKI Hungary Kft., maximálne množstvo komunálnej odpadovej vody bude v tomto období 614 m^3/deň. V súčasnosti sa na území jadrovej elektrárne Paks vyprodukuje v priemere 300 m^3/deň komunálnej odpadovej vody. Čiže smerodajné množstvo komunálnej odpadovej vody, ktoré je nutné čistiť, bude pre istotu zaokrúhlene až 1000 m^3/deň. Vlastná čistiareň odpadových vôd Jadrovej elektrárne Paks používa technológiu oxidácie a aktivovaného kalu s kapacitou 1 870 m^3/deň. Čistenú odpadovú vodu privedú cez potrubie do teplovodného kanála, a odtiaľ sa dostane späť do Dunaja. Na základe modelu miešania vyhotoveného spoločnosťou VITUKI Hungary Kft. pre extrémne nízky prietok 579 m^3/s, ktorý sa vracia každých 20 000 rokov, sa dá konštatovať, že hodnoty znečisťujúcich parametrov 10 metrov pod bodom vypúšťania do Dunaja ostávajú už pod limitnými hodnotami maďarských noriem pre analytické metódy použité na ich detekciu. Koncentrácia a zloženie zvyškov živín v čistenej odpadovej vode bude pravdepodobne trošku vyššia ako v Dunaji, resp. sa bude líšiť od parametrov prirodzene charakteristických pre Dunaj. Počas skoro deväťtisíc-násobného riedenia prebiehajúceho v kanáli teplej vody, a prirodzený proces čistenia počas miešania tento účinok ešte ďalej znižuje. Z toho dôvodu vypúšťanie čistenej odpadovej vody nebude mať priamy, resp. nepriamy dokázateľný vplyv na ekologickú štruktúru akvatických organizmov Dunaja. Zohľadnením vypúšťaného množstva ani jeho hydrologický vplyv nebude dokázateľný.

Zriadenie rekuperačnej vodnej elektrárne

Zriadenie rekuperačnej vodnej elektrárne je spojené so zriadením Paks II., preto sme ho zaradili medzi potenciálne faktory vplyvu, ale táto investícia je aj samostatne činnosť vyžadujúca environmentálne posúdenie vplyvu a podlieha povoleniu z hľadiska vodného práva, z toho dôvodu v tomto dokumente sa jeho hodnotením nebudeme ďalej zaoberať.

Poškodenie nádrže nafty počas zriadenia

Rozšírenie a dôsledky prípadne vypustenej znečisťujúcej látky v areáli skúmala spoločnosť Isotoptech Zrt. Ako zhrnutie sa dá skonštatovať, že čas zasiahnutia medzi areálom a Dunajom spadá do rozmedzia 10-20 rokov. V prípade prípadného poškodenia naftovej nádrže sa dá okamžitou lokálnou elimináciou oleja na povrchu pôdy zabezpečiť, aby sa znečisťujúce látky nedostali do Dunaja. Z toho dôvodu takáto havarijná udalosť ani priamym ani nepriamym závažným spôsobom nevplýva na povrchové vody.

Prevádzková chyba čističky komunálnej odpadovej vody havarijného charakteru

Potenciálnou havarijnou udalosťou obdobia zriadenia a prevádzky je uvoľnenie neprečistenej komunálnej odpadovej vody do Dunaja v dôsledku pokazenia čističky komunálnych odpadových vôd. Najväčšie množstvo sa dá očakávať aj v tomto prípade počas 5 rokov výstavby. V súlade s tým aj modelovanie havarijnej situácie prebehlo s množstvom komunálneho odpadu 1000 m^3/deň, pre extrémny nízky prietok Dunaja 579 m^3/s, a koncentrácia odvedenej surovej odpadovej vody bola daná na základe najvyššej koncentrácie nameranej v posledných dvoch rokoch. V tomto prípade v dôsledku miešania dosiahnú všetky parametre vykázateľné limitné hodnoty podľa maďarskej normy v dolnom úseku Dunaja 1 500 metrov.

Porucha čističky odpadovej vody predstavuje reálnu hrozbu z hľadiska ekosystému Dunaja. Vypustenie neprečistenej komunálnej odpadovej vody do kanála teplej vody a následne do Dunaja v množstve ~1000 m^3/deň,

spôsobí v porovnaní s bežnou prevádzkou vyššiu koncentráciu živín a nerozpustných látok, a zvýši zakalenie vody. Zohľadnením skoro deväťtisíc-násobného zriedenie teplovodného kanála, a ďalšie cca. desaťnásobné riedenie Dunaja aj v prípade kritického LKV, vypúšťanie neprečistenej odpadovej vody môže mať na ekosystém Dunaja malý, subletálny účinok. Hodnota biomasy fytoplanktónu bude v lúči znečistenej vody vykazovať zvýšenie. Teoreticky môže rásť v lúči biomasa rýb. Vplyvom znečistenia sa v okolí emisií môžu spomedzi fytobentos organizmov vo väčšej miere objaviť druhy, ktoré sú menej citlivé na zaťaženie organickou hmotou. V dôsledku riedenia vypustenie nevyčistenej odpadovej vody nedosiahne letálny prah ani v prípade makrozoobentos organizmov. Druhy MZB budú reagovať na zaťaženie organickou hmotou jednak vzdialením sa, jednak zmenou počtu jedincov, respektíve v závislosti s toleranciou na hladinu kyslíka. Neprečistená odpadová voda spôsobí v lokalite vypustenia z hľadiska citlivejších druhov rýb skôr ich vzdialenie, kým v prípade druhov, ktoré sú voči živinami tolerantnejšie, sa môžu prejaviť vo väčšom počte jedincov. Z dôvodu značného rozdielu množstva vznikajúcej odpadovej vody a zavedenej chladiacej vody môžeme počítať len lokálnym účinkom ešte aj v tomto prípade. V súlade s tým je účinok krátkodobý, stredne silný a málo významný. Zároveň sa navrhuje vytvoriť takú puffer kapacitu čistiarne, ktorá umožňuje zamedziť priame vypustenie odpadovej vody. Oblasť priameho účinku na Dunaj <500m. Od toho rozsiahlejším priamym územím vplyvu nemôžeme počítať.

Prevádzkovanie

Odber vody z Dunaja

Odber vody z Dunaja na účely zabezpečenia chladiacej vody sa realizuje cez kanál studenej vody. Množstvo odobratej vody sa zhoduje s množstvom teplej vody, ktorý sa cez kanál teplej vody vypúšťa späť. V súčasnom prevádzkovom stave Jadrovej elektrárne Paks je to 25 m^3/s za každý blok, celkom 100 m^3/s. V prípade blokov, ktoré sa majú postaviť, je to 66 m^3/s za každý blok, celkom 132 m^3/s. Najvyšší odber vody sa dá očakávať počas spoločnej prevádzky oboch zariadení, v rokoch 2030 až 2032. Vtedy množstvo odobratej vody bude 232 m^3/s. Odber vody zmení prietok Dunaja len v úseku medzi kanálom studenej vody a kanálom teplej vody. Množstvo odobratej vody ani počas nízkej hladiny Dunaja nepredstavuje meritórny zásah pre tento úsek rieky. Na základe miery morfologických zmien koryta vypočítanej spol. VITUKI Hungary Kft., z hľadiska ekosystému nepočítame ani priamym ani nepriamym účinkom.

Vypúšťanie zohriatej chladiacej vody do Dunaja

Chladiace systémy plánovaných nových blokov jadrovej elektrárne sa môžu deliť na tri hlavné časti (1) chladiaca vody kondenzátora, (2) technologická chladiaca voda, (3) bezpečnostná chladiaca voda. Z hľadiska tepelného zaťaženia zásadné množstvo chladiacej vody počítanej pre dva bloky v hodnote celkom 132 m^3/s predstavuje chladiaca voda kondenzátora.

S najväčším prietokom teplej vody sa dá počítať v období medzi 2030 a 2032.

Chladiace vody a iné vody sa dostávajú do hlavného koryta Dunaja cez cca. 1500 metrov dlhý úsek kanála teplej vody. To v bode vypúšťania mení prietokové pomery Dunaja. V dôsledku toho v okolí výpuste sa na základe výsledkov výskumov realizovaných na účely posudzovania vplyvov dá preukázať modifikácia štruktúry druhov, v prípade fytobentosu podmienečne, a preukázateľným spôsobom u makrozoobentosu a rybného spoločenstva, a tiež čiastočne ich zvýšenie hodnoty abundancie. Tento účinok je dlhodobý, stredne silný, ale jeho význam je zanedbateľný. Územie priameho a nepriameho vplyvu je <250 m. Počas prevádzky v záujme ochrany rybného spoločenstva sa dá navrhnúť v 250 m polomere bodu vypúšťania zákaz rybolovu.

Od pustenia prevádzky Jadrovej elektráreň Paks sa nepretržite zaoberajú otázkami tepelného zaťaženia spôsobeného chladiacou vodou vypúšťanou späť do Dunaja. Ich závery sú zhrnuté nasledovne.

(1) Maximálna letná teplota vody Dunaja smerodajná z hľadiska tepelného zaťaženia je zvyčajne 21-24 °C, výnimočne dosahuje aj hodnoty nad 25 °C. Časové rady teploty vody sú charakteristické, vhodne stanovené obdobie maximálnych teplôt trvá od začiatku júla do konca augusta.

(2) Ročný prietok Dunaja je menej pravidelný, ale je jednoznačné, že nízke hladiny predstavujúce maximálne relatívne teplotné zaťaženie rieky sa vyskytujú v jesennom a zimnom období.

(3) Je charakteristické pre Dunaj, čo znižuje nebezpečenstvo tepelného zaťaženia, že vysoké teploty vody sa

vyskytujú skoro len v mesiacoch júl-august, a nízke hladiny približujúce sa k 1000 m3/s väčšinou len od septembra.

Tento štatisticky potvrdený, potenciálny stav zmenilo mimoriadne suché a teplé letné počasie v období od r. 1992 do 2003, lebo počas mesiacov júl a august sa teplota vody pohybovala medzi 20 - 26 °C.

Celkovo predchádzajúce prieskumy zistili, že do roku 2015 sa neočakávajú zmeny kvality vody, ktoré by priamo spôsobila voda spracovaná a vypúšťaná do Dunaja z Jadrovej elektrárne Paks, a ktorá by znamenala zmenu v prípade zaradenia Dunaja do tried podľa kvality vody.

Skúmanie vzťahu teploty vody Dunaja a hydrochemických parametrov Dunaja, a ich predpoveď pre smerodajné obdobia, v lokalite Dunaföldvár, Fadd a Hercegszántó

Predpovede, predpokladaný interval výskytu zmien hydrochemických parametrov Dunaja, patriacich ku kritickým hodnotám teploty vody sme určili štatistickými metódami. V rámci meraní v kmeňovej sieti realizovali každý mesiac, väčšinou ročne dvanásťkrát prieskumy rôznych komponentov. Mesačné výskumy boli vhodné na monitorovanie aj ročných sezónnych zmien. V rámci výskumu realizovaného na veľký počet prvkov sme prostredníctvom analýzy rozptylu lineárneho trendu zisťovali, či daný trend súvisí s teplotnými zmenami, alebo je od nich nezávislý. Ak existuje takýto vzťah pomocou štatistických metód sa dajú vypočítať predpokladané hodnoty patriace k jednotlivým teplotným hodnotám. Ak neexistuje korelačný vzťah medzi daným komponentom a teplotou vody Dunaja, tak môžeme predpokladať, žepriemer a rozdelenie výskytu komponentu meraného v posledných siedmych rokoch sa zhoduje s predpokladanou hodnotou budúceho obdobia aj jej výskytom.

V záujme toho sme stanovili korelačný faktor a parametre vyrovnávajúceho lineárneho trendu. Korelačný faktor poskytol parametre blízkosti kontaktu, a rovnica vyrovnávajúceho lineárneho trendu umožnila, aby sme v prípade rôznych teplotných scenárov stanovili očakávané hodnoty. V rámci štatistických výskumov sme definovali rozptyl daného prvku, ktorý ovplyvňovali teplotné zmeny ročných období, stavy hladiny Dunaja a aktuálne príslušné hodnoty prietoku, ďalej aj minimálne a maximálne hodnoty skúmaného obdobia. Zohľadnením korelačného faktora reprezentujúceho korelačný vzťah, sme na základe hodnôt rozptylu a doterajších minimálnych a maximálnych hodnôt odhadovali predpokladanú hodnotu budúceho výskytu daného komponentu prvku, a interval danej hodnoty.

Klasifikáciu podľa VRS sme vykonali na základe očakávateľných hodnôt a kalkulovaného predpokladaného intervalu.

Pre účely porovnania sme spomedzi dolných úsekov na základe údajov kvality vody úseku Fadd vypočítali aj hodnoty pre maximálne povolené tepelné zaťaženie 30 ^{0}C pri veľkej ostrohe.

Zhrnutie dôsledkov vypúšťania zohriatej chladiacej vody do Dunaja

Na základe zhrnutia predchádzajúcich výsledkov v dôsledku kvality vody, prietoku a teplotných pomerov vody Dunaja sa zvýšenie tepelného zaťaženia dá realizovať spôsobom, ktorý nie je v rozpore s obmedzeniami ochrany kvality vody recipienta, resp. neprotirečí ani kritériám ochrany prírody. Z hľadiska tepelnej záťaže počas prevádzky, dodržiavaním obmedzení podľa predpisov, sa ani počas nepriaznivých situácií nezmení hydrochemická a fyzická kvalita Dunaja v dôsledku vypúšťania z Jadrovej elektrárne Paks II., v porovnaní so súčasnou situáciou.

Zhrnutím výsledkov prieskumov realizovaných v bodoch kmeňovej siete medzi rokmi 2006 až 2011 a 2012-2013 sa dá konštatovať, že tepelné zaťaženie sa po realizácii plánovaného zvyšovania výkonu podľa výpočtov v male miere zvyšuje.

Avšak v dôsledku zvýšenia výkonu sa v budúcnosti nedá očakávať základná zmena hodnôt ukazovateľov kvality vody Dunaja (acidifikácia, obsah soli, kyslíková rovnováha a rastlinné živiny), ktoré v menšej alebo väčšej miere závisia od zvýšenia teploty vody Dunaja.

Síce v dôsledku zohriatej chladiacej vody, ktorá sa z Jadrovej elektrárne vypúšťa do toku, zrýchlia procesy rozkladu organických látok v rieke, ktoré sprevádza spotreba či nedostatok kyslíka, ale hydraulické pomery, či pomery premiešavania vody ako aj prevažne vysoký pomer zriedeného kyslíka v rieke sú schopné kompenzovať. Tieto spomínané účinky pravdepodobne nebudú výrazné, ale z hľadiska ochrany kvality vody sa predsa nedajú prehliadnuť, preto je naďalej dôležité ich budúce monitorovanie.

Počas vyhodnotenia základného stavu sa dá v prípade fytobentosu podmienečne a preukázateľným spôsobom u makrozoobentosu a rybného spoločenstva dokázať v cca 2 km dĺžke vplyv teplej vody v úsekoch na pravej strane. To znamená preukázateľnosť zvýšenia teploty Δt=2,5 °C v prípade týchto taxónov. Zároveň zvýšenie teploty v štruktúre planktónového spoločenstva rias nespôsobil zistiteľný účinok. Výsledky ekologickej analýzy ukazujú, že preukázaný účinok sa môže hodnotiť ako účinok dlhodobého horizontu. Na základe analýz je dokázané, že účinky teplej vody sa aj pri optimálnych podmienkach odobratia vzorky pohybujú na hranici preukázateľnosti, účinky vypúšťania z Jadrovej elektrárne Paks prevyšujú aj prirodzené zmeny životného okolia Dunaja. Aj samotný účinok je významný skôr pre trvanlivosť expozície, a nie pre jej mieru.

Fyzikálne a chemické výsledky analýzy vody realizovanej v dotknutých úsekoch Dunaja potvrdzujú, že vplyvom fyzického zvýšenia výkonu sa nedá očakávať zásadná zmena hodnôt stavu acidifikácie, obsahu soli, kyslíkovej rovnováhy a rastlinných živín, čiže ukazovateľov, ktoré v menšej či väčšej miere závisia od teploty vody.

Na ekologický stav Dunaja predstavuje najvýraznejší environmentálny vplyv vypúšťanie zohriatej chladiacej vody. Tento vplyv bude najsilnejší v období rokov 2030-2032. Okrem troch dotknutých taxónov stanovených počas vyhodnotenia základného stavu (fytobentos, makrozoobentos, ryby) pravdepodobne ani v tomto období netreba počítať so skupinou živočíchov, ktorá by priamo musela znášať následky. Účinky spôsobené teplotnou záťažou sú dlhodobé, silné a veľkého významu. Zároveň na základe výsledkov ekologických výskumov sa dá predpokladať, že účinky tepelného zaťaženia (a spoločné prevádzkovanie šiestich blokov) ani v prípade jednej skupiny živočíchov nespôsobí na základe VRS klasifikácie zhoršenie stavu o jednutriedu v dotknutom úseku Dunaja. Prevádzkovanie rekuperačnej vodnej elektrárne bude pravdepodobne z hľadiska teploty vypustenej vody prospešné. Počas letného obdobia s nízkou hladinou vody, môže byť potrebná spätná záťaž blokov.Podľa modelu vyhotoveného pre obdobie spoločnej prevádzky lokalita priameho účinku sa bude nachádzať na dolnom úseku Dunaja od výpuste vo vzdialenosti cca 11 km, na úrovni 1515,8 rkm Dunaja. Podľa výpočtu modelu tepelný lúč Δt=2,5 °C charakterizovaný izotermou dosiahne strednú líniu Dunaja, ale výrazne ju neprekročí.

Nepriamy vplyv tepelného zaťaženia jeho šírením cez živočíšne spoločenstvá jednak v spotrebnom spoločenstve v dôsledku zmien obehu živín, a jednak v dôsledku zvýšenia relatívnej alebo absolútnej abundancie invazívnych druhov ako výsledok kompetície alebo konkurencie, znamenajú štrukturálne zmeny prejavujúce sa v dotknutých spoločenstvách. Na základe predchádzajúcich analýz (Halasi-Kovács 2005, SCIAP 2010) a výsledkov monitoringu základného stavu je totiž preukázateľnou skutočnosťou, že v dôsledku nepriameho vplyvu vypúšťania teplej vody môžu vodné lokality vhodného charakteru dotknutého úseku slúžiť ako reprodukčné body invazívnych druhov, čím prispievajú k ďalšiemu rozšíreniu týchto druhov. V súvislosti s biologickými prvkami počas spoločnej prevádzky sa nepriame územie vplyvu stanovené pre tepelné zaťaženie, ohľadne živín nelíši významným spôsobom od priameho územia vplyvu. Z hľadiska vypúšťania invazívnych druhov na supraindividuálnej úrovni nie je možné aplikovať rozšírenie územia vplyvu, z toho dôvodu účinok síce registrujeme, ale k tomu patriace územie vplyvu nešpecifikujeme. Celé územie vplyvu v súlade s tým sa zhoduje s priamym územím vplyvu.

Počas obdobia samostatnej prevádzky Paks II. (2037-2085) je možné kalkulovať s nižším tepelným zaťažením ako sú hodnoty základného stavu. Okrem vyššie uvedených je vplyv spôsobený tepelnou záťažou aj v tomto období dlhodobý, stredne silný a veľkého významu. Na základe výsledkov základného stavu sa dá predpokladať, že účinky tepelného zaťaženia počas samostatnej prevádzky ani v prípade jednej skupiny živočíchov nespôsobí na základe VRS klasifikácie zhoršenie stavu o jednu triedu v dotknutom úseku Dunaja. Podľa výpočtov realizovaných na základe modelu VITUKI Hungary Kft. územie priameho vplyvu sa nachádza v tomto období na dolnom úseku vypúšťania do Dunaja, asi vo vzdialenosti 1 000 m, kde jej šírka dosiahne strednú líniu Dunaja. Pre nepriamy účinok, resp. pre jej územie sú platné skutočnosti obsiahnuté vo vyššie uvedenom odseku.

Vypúšťanie technologickej odpadovej vody do Dunaja

Počas používania technologických vôd vznikajú rôzne rádioaktívne a klasické priemyselné odpadové vody, ktorých množstvo je v období samostatnej prevádzky 50 m^3/h. Z toho sú 10 m^3/h rádioaktívne, a 40 m^3/h klasické odpadové vody. Tieto nečistoty odstraňujú počas prevádzkových podmienok prostredníctvom špecifických čistiacich metód. Takto vzniknuté odpadové vody, v ktorých koncentrácia znečisťujúcich látok nedosahuje limitné hodnoty, sa do Dunaja dostanú cez kanál teplej vody. Časť znečisťujúcich látok, ktoré sa počas používania dostali do vody, môžu byť prítomné aj po čistení, a to v zistiteľných koncentráciách. Zároveň v kanáli teplej vody časť znečisťujúcich látok prechádza biologickou degradáciou, resp. sa vypúšťa do Dunaja, ako recipienta, spolu s chladiacou vodou v značne riedenom pomere (1:0,0001). Počas hodnotenia základného stavu tento vplyv Jadrovej elektrárne Paks

nebolo možné zistiť pre ekologický stav akvatických organizmov. Počas prevádzky teda celkovo vypustená odpadová voda nebude mať zistiteľný vplyv na štruktúru akvatických organizmov Dunaja. Počas prevádzky sa treba priebežne usilovať o dosiahnutie čím vyššieho stupňa čistenia, respektíve je dôležité nepretržité monitorovanie emisií.

V období spoločnej prevádzky množstvo vypustenej priemyselnej odpadovej vody je cca. 90 m^3/h, avšak v dôsledku ich prečistenia sa ich koncentrácia nezmení. Na základe vyššie uvedených stanovisko vzťahujúce sa na obdobie prevádzky Paks II. platí aj pre spoločnú prevádzku.

Vypúšťanie čistenej zrážkovej vody do Dunaja

Zrážkovú vodu z prevádzkového areálu odvádzajú cez lapače olejov do S a J záchytných kanálov, a odtiaľ sa odčerpávajú do kanála studenej vody na severe a kanála teplej vody na juhu. Podľa vyšetrovania základného stavu vypúšťanie teplej vody do Dunaja nemal zistiteľný účinok na ropné deriváty.

Poškodenie nádrží chemických látok, odčerpávania, palivovej nádrže dieselového generátora, vypustenie odpadových olejov a iných kvapalných odpadov

Skladovanie nádrží chemických látok, odčerpávania, odpadových olejov a iných kvapalných odpadov je plánované v uzamknutej budove V otvorenom priestore sa nachádza palivová nádrž pre dieselový generátor. Ako súhrn šetrenia prípadného rozšírenia znečisťujúcej látky v areály sa dá konštatovať, že medzi areálom a Dunajom sa časy dosahu pohybujú v rozsahu 10-20 rokov. V prípade prípadného poškodenia nádrží chemických látok, odčerpávania, palivovej nádrže dieselového generátora, odpadových olejov a iných kvapalných odpadov sa dá okamžitou lokálnou eliminóciou oleja na povrchu pôdy zabezpečiť, aby sa znečisťujúce látky nedostali do Dunaja. Z toho dôvodu takáto havarijná udalosť ani priamym ani nepriamym závažným spôsobom nevplýva na povrchové vody.

Vypúšťanie neprečistenej priemyselnej odpadovej vody

Porucha čističky/iek priemyselných odpadových vôd samostatne nespôsobí, že sa neprečistené priemyselné odpadové vody priamo dostanú do Dunaja alebo do iných povrchových vôd, keďže tie sa dostávajú najprv cez odkaliská do kanála teplej vody, a následne cez neho do Dunaja. Konečné čistenie sa realizuje v odkaliskách. Ich poškodenie nemôže reálne spôsobiť znečistenie povrchových vôd, len znečistenie podzemných vôd. Ak sa na vypúšťania neprečistených priemyselných odpadových vôd do Dunaja pozrieme z teoretického hľadiska, môžeme konštatovať nasledovné. Počas znečistenia vypustenie danej odpadovej vody do Dunaja cez teplovodný kanál v dôsledku značného riedenia (1:0,0003) ešte ani v neprečistenom stave nespôsobí úhyn živočíchov, dopad je pravdepodobne subletálny, dá sa spozorovať dočasné vzdialenie živočíchov schopných na aktívny pohyb. Zároveň v dôsledku uvoľnených toxických látok a ich pomalého rozkladu môže mať aj dlhodobý vplyv na akvatické organizmy. Tento vplyv, zohľadnením riedenia v Dunaji, na základe znaleckého odhadu nepresahuje 50 km.

13.3 HODNOTENIEINVESTÍCIE PAKS II. Z HĽADISKA PLÁNU HOSPODÁRENIA S VODNÝMI ZDROJMI

Na základe plánu hospodárenia s vodnými zdrojmi (VKKI 2010) stav čiastkového povodia Dunaja je v celom Maďarskom úseku mierny, nedosahuje dobrý stav. To má skôr kvalitatívne, alebo podobné, resp. vo väčšej miere hydromorfologické dôvody, veď z hľadiska chemického stavu je Dunaj kvalifikovaný ako dobrý. Podľa fytoplanktónu a fytobentosu je kvalifikácia úseku Dunaja medzi Szob-Baja a južne od obce Baja dobrá. Podľa kvalifikácie makrozoobentosu a rybných spoločenstiev ani jeden vodný útvar Dunaja nedosiahol dobrý stav. To je spôsobené predovšetkým hydromorfologickými vplyvmi protipovodňovej ochrany, zabezpečenia pobrežia, zmien koryta, keďže na základe iných prvkov indikujúcich organické znečistenie všetky úseky dostali dobrú kvalifikáciu. Podľa vyhodnotenia prieskumu bezstavovcov koryta, odsúhlaseného aj ICPDR, Dunaj a väčšina jeho ramien vykazuje stredné-kritické hodnoty znečistenia. Na základe skutočností obsiahnutých v PHVZ sa dá konštatovať, že na maďarskom úseku Dunaja sa dá dosiahnuť dobrý ekologický stav len v dôsledku spoločného prístupu krajín ležiacich v povodí toku. Mierny ekologický stav v dôsledku hydromorfologických zásahov a emisií znečisťujúcich látok je možné zlepšiť o jednu triedu len prostredníctvom zásahov značnej veľkosti a nákladov. Dobrý ekologický stav vodného útvaru HURWAEP444 Dunaj medzi Szob-Baja sa podľa plánov dá dosiahnuť do r. 2027 (VKKI 2010).

Výsledky monitoringu základného stavu podľa VRS realizovaného v r. 2012 a 2013 ako súčasť hodnotenia environmentálneho vplyvu potvrdili, že klasifikačné hodnoty skúmaných prvkov (fyzické a chemické ukazovatele vody: dobré; FP: dobré; FB: mierne; MF: mierne; MZB: mierne; ryby: dobré) sa zhodovali s hodnotami PHVZ, ani jeden z nich nevykazoval horší stav. Celkovo skúmaný úsek Dunaja bol stanovený ako mierny podľa PHVZ.

Zároveň jemnejšie analýzy preukázali, že prevádzka Jadrovej elektrárne Paks spôsobuje preukázateľný účinok vďaka tepelného zaťaženia vypúšťanej teplej vody, a to v ekologickej štruktúre makrozoobentosu a rýb, kým ten istý účinok v prípade fytobentosu sa nedal vylúčiť. Účinok preukázaný v ukazovateľoch štruktúry spoločenstiev je možné preukázať do zmeny teploty Δt=2,5°C. Zmena teploty počas prevádzky jadrovej elektrárne Paks sa ukazuje v dĺžke 2 km, v dotknutom úseku Dunaja, pri pravom brehu. Výsledkami prieskumov sa potvrdilo aj to, že miera preukázaného účinku nespôsobilo zhoršenie o jednu triedu v ekologickom stave daného úseku Dunaja.

Počas investície Paks II. najvýraznejší environmentálny účinok predstavuje tepelná záťaž. S najväčšou tepelnou záťažou je možné počítať v rokoch 2030 až 2032. V tomto období budú fungovať všetky štyri bloky Jadrovej elektrárne Paks, aj dva bloky Paks II. Celková oblasť tepelného zaťaženia siaha na dolnom úseku Dunaja od výpuste do vzdialenosti 11 km. Tento bod sa nachádza v 1515,8 rkm Dunaja. Na základe vyššie uvedených sa dá vyhlásiť, že v dôsledku tepelného zaťaženia sa neočakáva cezhraničné znečistenie.

V zmysle vyššie uvedených odsekov skupiny živočíchov, ktoré budú priamo znášať účinky, budú fytobentos, makrozoobentos a ryby. Nepriamo budú znášať účinky predovšetkým spotrebujúce organizmy - makrozoobentos, ryby. Najsilnejší účinok teplej vody sa prejavuje v jej úlohe pri rozšírení invazívnych druhov. Účinky spôsobenéteplotnou záťažou sú dlhodobé, silné a veľkého významu. Zároveň na základe výsledkov ekologických výskumov sa dá predpokladať, že účinky tepelného zaťaženia ani v prípade jednej skupiny živočíchov nespôsobia na základe VRS klasifikácie zhoršenie stavu o jednu triedu v dotknutom úseku Dunaja. To isté platí aj na zhrnutý ekologický stav.

Počas samostatnej prevádzky Paks II. (2037-2085) podľa modelových výpočtov miera tepelného zaťaženia nedosiahne súčasnú hodnotu emisií Jadrovej elektrárne Paks. Rozsah oblasti vplyvu bude ~1 km na dolnom úseku Dunaja od výpuste. To zároveň znamená, že od roku 2037 sa na dolnom úseku dá počítať lepším ekologickým stavom, ako dnes.

Na základe monitoringu sa dá konštatovať, že environmentálne ciele daného vodného útvaru Dunaja, dosiahnutie dobrého stavu dotknutého vodného útvaru Dunaja investícia Paks II. neobmedzuje, z tohto dôvodu nie je nutné modifikovať dátum cieľa.

14 GEOLOGICKÉ PROSTREDIE A PODZEMNÉ VODY V ZÁVODE A JEHO BEZPROSTREDNOM OKOLÍ

Stanovenie a charakteristika geologického prostredia a stavu podzemnej vody v oblasti Jadrovej elektrárne Paks sa realizovala na lokalitu rozšírenia a na jej úzke okolie (3 km najbližší zdroj pitnej vody, Csámpa).

Charakteristika vodného prostredia podzemnej vody zahŕňala podzemnú vodu v území monitoringu, vodné zdroje možných studní s brehovou infiltráciou a medzivrstvové vody.Horizontálny rozsah oblasti monitoringu určuje viac než 220 ks studní, ktoré sú súčasťou monitorovacej siete hladiny podzemnej vody a kvality vody, a fungujú aj v súčasnosti, a studne vodárne Csámpa. Prieskum - zohľadnením miesta zdrojov medzivrstvových vôd - sa zaoberal geologickou plochou ťahajúcou sa až 210 metrov do hĺbky vertikálne od povrchu.

V lokalite existujú dva typy podzemných vôd: medzivrstvové vody v panónskych piesočnatých vrstvách, ktoré sa nachádzajú hlboko pod vrstvami uzatvárajúcimi vodu, a nad nimi, v pleistocén-holocénovom sedimente sa nachádzajúca súvisiaca podzemná voda.

V areály sa až po úroveň podzemnej vody nachádza násyp rôznej hrúbky a zloženia, z Dunaja sa usadzuje aluviálny íl, aluviálny piesok, aluviálne bahno z mladšieho holocénu. Ďalej od koryta Dunaja pôvodnú úroveň terénu pokrýva pohyblivý piesok zo staršieho holocénu. Cez vyššie vrstvy sa zrážková voda zvislým presakovaním dostáva k podzemnej vode. Nízke inundačné územie križujú bývalé meandre, ktoré sú zvýšené násypmi. V súčasnosti protipovodňové hrádze vybudované 96-97 mBf od povodňového územia ochránia územie, ale zmeny hladiny Dunaja - predovšetkým cez bývalé meandre - značne ovplyvňujú vývoj hladiny podzemnej vody.

Nad riečnymi nánosmi horného a stredného pleistocénu Dunaja sa až 6-8 m rozprestiera terasa staršieho holocénu, s vrstvami drobného štrku a riečneho drobného a stredne zrnitého piesku. Toho povrch tvorí piesok z novšieho holocénu. Na podmienky hladiny podzemnej vody terasy Dunaj už len mierne alebo vôbec nevplýva.

Údolie Dunaja zo severozápadu do výšky 160-180 mBf obkolesuje sprašové plató. Zrážková voda padajúca a presakujúca na povrch sprašového plató, nahromadením nad vrstvami uzatvárajúcimi vodu je v poréznejších vrstvách odvádzaná k báze erózie (Dunaj). To je zdrojovou oblasťou podzemnej vody údolia Dunaja. Substrát vrstvy zachytávajúcej podzemnú vodu tvoria na celom území hornopanónske sedimenty, striedajú sa tu vrstvy rôznej hrúbky zachytávajúceu a obmedzujúce vodu z piesku, hlinitého slieňu, slieňovej kamennej múčky. Horná časť hrúbky 20-30 m má vertikálny priesakový faktor 10^{-6}-10^{-7} m/s. Hrúbka formácie hornej časti Panónskej je v oblasti cca. 500 m. Z dôvodu tlakových pomerov vôd uložených vo vrstvách zachytávajúcich vodu podzemné vody sa nemôžu dostať dole k medzivrstvovým vodám.

Podzemná voda tvorí v lokalite ucelený systém, priemerná hladina podzemnej vody sa ťahá v horných formáciách s jemnými zrnami (piesočnaté, kamennej múčky), 8-10 m hĺbke pod úrovňou terénu. Aktuálnu hladinu podzemnej vody určuje aktuálna hladina Dunaja.

Počas vysokej hladiny, v prípade povodní rieka odovzdáva vodu do vrstiev zachytávajúcich vodu, podzemná voda, ktorá presakuje z pozadia sa navýši, a tým sa zvýši aj hladina podzemnej vody. Zmeny hladiny vody Dunaja - kolísanie prevyšuje 8,5 m - sa najviac prejavujú na základe údajov studní monitoringu podzemnej vody v pásme širokom 200-500 m, ale tento účinok je preukázateľný aj vo vzdialenosti 1500 metrov od pobrežia. Účinok je oneskorený, len v prípade dlhodobých povodní sa prejavuje v celom pásme, miera zvýšenia hladiny je od brehu čoraz menšia. Počas krátkodobých povodňových vĺnje jej miera zanedbateľná. Zvýšenie hladiny podzemnej vody spôsobenej povodňami sa vo vzdialenosti 100-200 metrov od brehu preukáže o 2 dni.

Pri kanály studenej vody sa maximálne hladiny podzemnej vody očakávajú okolo 94 mBf. V oblastiach elektrárne, ktoré ležia ďalej od Dunaja viacročné priemerné sezónne kolísanie hladiny je okolo 2 m. Rýchlosť prietoku podzemnej vody nie je rovnomerná, mení sa v závislosti od skladby zrnitosti vrstvy vodných zdrojov.

Chemické zloženie podzemnej vody je hydrouhličitanovo vápenaté. Celkový obsah rozpustených látok vody je v priemere 300-400 mg/l, pH je mierne alkalická, celková tvrdosť vody v priemere 15–25 nk°, koncentrácia chlorid-ionu je väčšinou 20– 30 mg/l, obsah síranových-ionov je v priemere 100–150 mg/l. Typický je vyšší obsah železa (0,5–1,0 mg/l) a mangánu (0,3–0,8 mg/l).

14.1 PREVLÁDAJÚCE PROCESY PRÚDENIA PODZEMNÝCH VÔD NACHÁDZAJÚCICH SA V OKOLÍ ZÁVODU

Podzemná voda

Realizovali sme komplexné skúšky modelu prietoku podzemnej vody a medzivrstvovej vody užšieho okolia areálu Jadrovej elektrárne Paks, ako aj analýzu rozšírenia najmobilnejšieho rádioaktívneho izotopu a trícia (^3H). Keďže sa elektráreň nachádza na brehu Dunaja, hlavným faktorom ovplyvňujúcim prietok podzemnej a medzivrstvovej vody je samotný tok Dunaja a kanál studenej vody. Okrem dvoch hlavných faktorov má silný vplyv aj jazero Kondor a západná sprašová oblasť. Spoločný vplyv vyššie uvedených faktorov určuje prietokové pomery podzemných vôd v danom období.

- Územie sa dá charakterizovať nasledovnými rýchlostnými lokalitami:
- V blízkosti severnej strany hlavnej budovy a kanála studenej vody sa vytvárajú oveľa vyššie prietokové rýchlosti podzemnej vody ako na južnej strane. Rozdiel môže predstavovať aj 1-2 hodnoty.
- Na juhovýchodnej strane sa stretávajú dve proti sebe tečúce oblasti. V dôsledku toho sa na sever od studne O5 vytvára lokalita s pomalým prietokom.

V prípade radu studní T (na východ od radu studní O) sa vytvára prúdenie od jazera Kondor.

Na základe porovnania maximálnych rýchlostí sa dá konštatovať, že najnižšia rýchlosť sa vytvorí počas strednej hladiny Dunaja $V_{min} = 7{,}7 \cdot 10^{-6}$ m/s. Najvyššie rýchlosti patria k najnižšej hladine Dunaja $V_{max} = 1{,}6 \cdot 10^{-5}$ m/s. Vyššie rýchlosti sú charakteristické pozdĺž Dunaja a kanála studenej vody, v bezprostrednej blízkosti hlavnej budovy je prietok podzemnej vody pomalší. To znamená denne 0,66 – 1,38 metrov v blízkosti kanála studenej vody. Rozdiel rýchlostí nameraných pri kanály studenej vody a hlavnej budovy môže byť vyšší aj o jeden rad.Denné cesty vypočítané pre okolie hlavnej budovy kolíšu v závislosti od miesta a času medzi 0,028 – 0,53 m.V nenasýtenej zóne sa dajú spozorovať vertikálne oscilujúce pohyby.Ich veľkosť je o rádovo menšia, než rýchlosť v nasýtenej zóne.

K vyhodnoteniu vzájomných účinkov podzemnej vody a povrchových vôd sme vytvorili hydrologický model kopírujúci pomery extrémnych hladín Dunaja v blízkosti areálu a jeho blízkeho okolia. Extrémne hodnoty sme vyberali z dát meracej stanice v Paksi a stanice pri kanály studenej vody (až z trinástich rokov: 2000 -2013). Najnižšia hladina vody bola zaznamenaná 03.12.2011. Pri meracej stanici Paks namerali 84,81 mBf, kým pri kanály studenej vody 84,3 mBf. Najvyššia hladina vody bola zaznamenaná 11.06.2013. Pri meracej stanici Paks namerali 94,29 mBf, kým pri kanály studenej vody 94,01 mBf.

V prípade extrémne nízkej hladiny Dunaja procesy kopírujú procesy definované počas nízkej hladiny vody, čiže od rybníkov smerom k Dunaju sa dá pozorovať východné prúdenie, a od kanála studenej vody severozápadné prúdenie. Z územia súčasnej elektrárne sa dá spozorovať severovýchodné prúdenie, z lokality plánovanej elektrárne východné prúdenie, a od západnej spraše prúdi podzemná voda smerom na východ ku kanálu studenej vody. To znamená, že v prípade nízkej hladiny Dunaja rybníky fungujú ako zdroj, kým Dunaj a kanál studenej vody ako prijímateľ.

V prípade extrémne vysokej vody Dunaja síce procesy kopírujú procesy definované počas vysokej hladiny vody, ale spätné vzdúvanie je oveľa markantnejšie. V južnej časti areálu vedľa Dunaja sa dá spozorovať vzdúvací efekt smerom na západ, k rybníkom. Na východnej strane kanála studenej vody sa dá spozorovať juhovýchodný vzdúvací efekt, tiež smeromk rybníkom. Južne od kanála studenej vody pri záchytnom kanály sa stretávajú prietoky smerujúce na západ a východ (od západnej spraše). Na východnej strane kanála studenej vody (oblasť rozšírenia) sa dá spozorovať severo-západné prúdenie, ktoré sa po stretnutí s juhovýchodným prúdením od spraše zmierni. V tomto prípade Dunaj a kanál studenej vody tvoria zdroj, a rybníky a záchytný kanál tvoria príjem.

Rýchlostnú oblasť modelu sme spojili s miestami, kde sa dá predpokladať, že dané miesto, napríklad lokalita pod blokmi, daný úsek technologických systémov, potrubia môžu slúžiť ako zdroj trícia. Počas sčítania trícia sme predpokladali, že na vybratých miestach sa môže vytvoriť koncentrácia vyššia ako v prípade nezaťaženej oblasti, v dôsledku trícia, ktoré sa dostane do pôdy.Model počítal ďalšie šírenie počiatočného množstva trícia, ktoré bolo predpokladané na týchto miestach a priradené k meraným údajom. Trícium vo východiskovom stave sme získali „steady state" simuláciou, ktorá rieši rovnicu časovo ustáleného stavu, ktorý predchádza časovo meniacim

(tranzientným) výpočtom. Pri počtoch spojených s tríciom sme sa zameriavali hlavne na okolie hlavnej budovy. Čas dosahu je medzi hlavnou budovou a najbližšími studňami na monitorovanie podzemnej vody 1-6 mesiacov, kým medzi hlavnou budovou a Dunajom 12-20 rokov, v závislosti od hladiny vody Dunaja. Tieto údaje sme okrem modelového výpočtu validovali aj vodovými časmi počítanými vysoko citlivými tríciovými a rozpustenými izotopmi hélia $^3H/^3He$.

Medzivrstvové vody

V okolí Paks porézne vrstvy hornopanonského sedimentu skladujú medzivrstvové vody. Priemerné množstvo medzivrstvových vôd je 1,0-1,5 l/s/km$^{2.}$ Hĺbka odčerpávaných hornopanonských vodných vrstiev sa mení v rozmedzí 60–229 m.Pokojné hladiny studní - počas ich zriadenia - nastali nad úrovňou daného terénu, čiže môžeme hovoriť o studniach s kladným tlakom. Miera tlakových úrovní sa pohybuje medzi +0,1 – +6,7 m.Špecifické prietoky sa pohybujú v rozmedzí 5,2–87,7 l/min/m, teplota odčerpanej vody sa menila v rozmedzí 14–23°C, v závislosti od hĺbky podzemných vrstiev vody.

Na základe vyššie uvedených plytké medzivrstvové vody hornopanonského sedimentu tvoria pravdepodobne niekoľko samostatných hydraulických systémov. Na základe tlakových pomerov je možná komunikácia len v smere od medzivrstvových vôd k podzemnej vode.

Kvality medzivrstvových vôd závisí hlavne od látkového zloženia vrstiev. Základný typ vôd je väčšinou vápenato-horčíkový-hydrogénuhličitanový, pH je alkalické. Celkový obsah rozpustených látok väčšinou nedosahuje koncentráciu 1000 mg/l. Vody z hlbších vrstiev obsahujú väčšinou väčšie množstvo rozpustenej soli. Obsah iónov chloridu (10-190 mg/l) sa zvyšuje v závislosti od hĺbky. Vody prakticky neobsahujú sulfát. V dôsledku značného obsahu železa a mangánu je potrebné vodu upraviť.

Vodný zdroj Csámpa-puszta zabezpečuje pre Jadrovú elektráreň Paks pitnú vodu. Podľa súčasného stavu systém odčerpávania a monitorovania vody tvoria 4 produktívne studne a 3 náhradné studne. Celkový objem produktívnych studní sa mení okolo 800 m^3/deň, čo sa počas výstavby Paks II. podľa predbežných výpočtov zvýši na 1400-1500 m^3/deň. Zvýšenie predstavuje cca. 650 m^3/deň. Za posledných 10 rokov (2004 – 2013) výška produkcie ukazuje klesajúci trend, v čoho dôsledku sa zvýšili aj pokojné hladiny, aj prevádzkové hladiny vôd. Definovali sme smery prúdenia okolo produktívnych studní, trasy s 50 ročným časom dosahu, aj depresné kuželi, ktoré sa tvoria v dôsledku zvýšenej produkcie. Na základe hydrologického modelu vodného zdroja je vylúčené, že sa podzemná voda spod jadrovej elektrárne Paks dostane do vodného zdroja Csámpa-puszta, to je totiž územie prúdením nahor, čiže tlak hĺbkou klesá. Prítomnosť prípadnej čerstvej vody v medzivrstvových hladinách sme prostredníctvom veľmi presných kontrolných meraní vylúčili, aj v prípade studne medzivrstvovej vody v Csámpa aj na území elektrárne.

14.2 VPLYV VÝSTAVBYA PREVÁDZKY PAKS II. NA GEOLOGICKÉ PROSTREDIE, RESPEKTÍVE NA PODZEMNÉ VODY

V projektovej fáze netreba počítať s vážnejšími prácami rozsiahlejšieho objemu, čiže ani s nimi spojenými vplyvmi - čo sa týka geologického prostredia. Dá sa očakávať len výrub stromov a menšie zemné práce spojené s prekládkou inžinierskych sietí. V investičnej aj pracovnej oblasti sa nachádza niekoľko studní monitorovania podzemnej vody, treba sa postarať o ich zrušenie/premiestnenie.

Zeminy z pracovných jám vyhĺbených k zakladaniu nových objektov sa vo väčšine prípadov považujú za odpad, ale ich umiestnenie je možné na stavebnom území. K manipulácii humusových vrstiev treba predstihu vyhotoviť projekt odstránenia humusu. Selektívne odstránená vrstva humusu sa môže na stavenisku uložiť do depónie, a neskôr využiť kúprave zelene. Ďalšou možnosťou je, že sa odvezie na územie podobnými vlastnosťami, a tam sa využije na účely zlepšenia ornice. Účinky prípravných prác sú neutrálne. Počas výstavby je vplyv odstránenia humusovej pôdy jednorazový, časovo sa dá dobre ohraničiť. Humusové pôdy, ktoré sú aktuálne zakryté sa využijú, tým pádom sa tento účinok dá považovať za zlepšujúci.

Vytvorením pracovných jám zakladania stavby, násypov, pracovných ciest, sa dostane do popredia aj prašnosť pôdy. Tento efekt sa prejaví len do hĺbky 20 cm od povrchu. Priemerná smerodajná veľkosť zŕn pôd odkrytých pri pracovných jamách sa mení medzi 0,1–0,3 mm, z toho dôvodu tieto pôdy z hľadiska ich zloženia zŕn môžu byť prašné. Prašnosť pôdy sa prejavuje hlavne v suchom, teplom letnom období. V zimnom polroku, v dôsledku nižších

teplôt a vyššej relatívnej vlhkosti tento efekt nie je významný. Prašnosť pôd je nepriaznivý z hľadiska kvality ovzdušia, hlavne v bezprostrednej blízkosti zemných prác, oblasť vplyvu závisí od veľkosti pracovných jám. Efekt prašnosti je dočasný, viaže sa len k otvoreným pracovným jamám, nepriaznivý účinok sa dá znížiť polievaním, a vytvorením štrkovej vrstvy na prepravných trasách.

Stálosť pracovných jám - okrem podzemnej vody - ohrozujú najviac intenzívne zrážky. Piesčité pôdy sú veľmi citlivé na eróziu, preto vhodný stav stavebných jám sa dá zabezpečiť len odborným odvedením zrážok (priekopy, šachty, stabilizácia pôdy, štetovnicové steny).

V oblasti stavieb sa z dôvodu hmotnosti objektov dá očakávať zväčšenie zaťaženia na jednotlivé vrstvy. V dôsledku rastúceho zaťaženia vrstiev sa pôda postupne zhutňuje, kompaktuje. Objem piesočnatých sedimentov s rovnomernou veľkosťou zŕn sa už po usadení - prostredníctvom jednoduchého preskupenia zŕn môže znížiť až o 20 %. V najväčšej miere sa stlačia usadeniny s obsahom organických látok, jemnozrnné pelitové, kým úlomkové usadeniny s hrubšími zrnami (pieskovitý štrk) sa zhutňujú najmenej. V oblasti investície sa tieto útvary dajú všetky nájsť, ale zaťažujúci účinok objektov sa môže týkať predovšetkým piesočnatých usadenín.Vplyv zakladania stavieb sa dá považovať v súvislosti s pôdou za neutrálny, naviac sa jednotlivé geofyzikálne vlastnosti (napr. hutnosť, vodivosť vody) zlepšujú. Zároveň nerovnomerné poklesy pôdy ktoré nastanú v dôsledku zhutnenia, môžu byť škodlivé na konštrukciu stavieb.

Odvodnenie stavebných jám vyhĺbených na účely zakladania stavieb bude mať vplyv na hladinu podzemnej vody, resp. odvodnením odstránia veľké množstvo podzemnej vody, ktoré sa dostane do Dunaja. Na základe technických výkresov sme umiestnili budovy plánovaných blokov s hĺbkovým zakladaním , ktoré sme zohľadnili ako neaktívne bunky v stave po výstavbe. Podľa technických údajov je predpokladaná hĺbka vyššie uvedených objektov v oblasti 16 až 20 metrov. Počas nášho výskumu sme konzervatívnym spôsobom počítali jednotne s hĺbkou 20 metrov. Zakladanie nových blokov sa pravdepodobne nebude realizovať súčasne, z toho dôvodu sme ich vplyvy aj v modeli skúmali osobitne (najprv Paks II. 1. blok, potom 2. blok).

Stavebnú jamu, na ktorú model prihliada ako na neaktívnu bunku, sme obkolesili drenážnou sieťou. Množstvo vody, ktoré pretečie cez drenážnu sieť sa zhoduje s množstvom vody, ktorá sa má odstrániť z dôvodu odvodnenia. V praxi pravdepodobne bude treba umiestniť ochrannú stenu alebo štetovnicovú stenu na okraji výkopu, čo bude mať za úlohu zmierniť opätovné naplnenie jamy, a fyzickú stabilizáciu násypu. V modeli sme výkop obkolesili stenou, ktorej hĺbka o niekoľko metrov prevyšuje 20 metrovú hĺbku stavebnej jamy.

Ročná priemerná hodnota kolísania hladiny vody meraná v studniach monitorovania nachádzajúcich sa na celom území areálu je o čosi väčšia než 3 m. Ročná priemerná hodnota kolísania hladiny vody meraná v studniach monitorovania nachádzajúcich sa v severnej časti areálu, v stavebnej a pracovnej oblasti, je viac než 4 m. Vplyv odvodnenia pracovnej jamy sme k ohraničeniu oblasti definovali priemernou hodnotou kolísania hladiny vody (~3,12 m = 3 m) meranej v studniach monitorovania z celého areálu.

V priamej blízkosti severnej strany súčasnej elektrárne sa hodnoty odvodnenia pohybujú okolo 3-3,5 m. To veľkou pravdepodobnosťou nemôže spôsobiť na severnej strane hlavnej budovy statické problémy, keďže pod váhou budovy sa pôda počas rokov konsolidovala, resp. aj v súčasnosti je vystavená podobným vplyvom v dôsledku kolísania hladiny vody Dunaja. Počas odvodnenia pracovnej jamy druhého bloku sa dá spozorovať menšie zníženie hladiny vody, keďže podlahová plocha objektov patriacich k 2. bloku je menšia. Oblasť vplyvu nedosahuje severnú hranicu súčasných blokov, tým pádom nemožno očakávať žiadny vplyv na území existujúcich blokov. Zároveň pri zakladaní prvého bloku treba zohľadniť účinky odvodnenia druhého bloku.

Depresný kužeľ spôsobený odvodnením výkopov zakladania stavieb „pritiahne“ vodu k sebe, v čoho dôsledku sa bude pohybovať aj najmobilnejšia znečisťujúca látka, trícium. Lúč trícia v základnom stave prúdi smerom ku kanálu studenej vody, na sever-severovýchod. V dôsledku odvodnenia sa lúč nasmeruje na sever.

Z hydrologického modelu areálu sa dajú jednoznačne vyvodiť 2 závery, že odvodnenie má len veľmi obmedzený účinok (pole pôsobnosti niekoľko 10 metrov), a že akákoľvek znečisťujúca látka, ktorá sa dostane do podzemnej vody sa môže dostať do susedných krajín len nepriamou trasou (podzemná voda →Dunaj). Vypúšťanie akejkoľvek znečisťujúcej látky do podzemnej vody nie je povolené. Aj vo všeobecnosti sa dá povedať, že ešte aj v prípade prevádzkovej poruchy množstvo znečisťujúcich látok, ktoré sa dostanú do podzemnej vody predstavujú len zlomok plánovaných kvapalných emisií, tým pádom nespôsobia cezhraničný účinok, resp. v rámci tolerancie chýb nemodifikujú vplyvy pochádzajúce z určujúceho atmosferického prenosu.

Prezentácia dráh prúdenia, časov dosahu odvedených z modifikovaného hydrologického modelu areálu (po

doplnení umiestnenia nových blokov, rozšírenia kanálov teplej a studenej vody, iných budov, ktoré môžu zmeniť súčasné pomery prúdenia) sa realizovala pre charakteristické nízke, stredné a vysoké hladiny Dunaja. Modelové situácie uvádzajú permanentný stav, čo znamená, že hladina Dunaja je stála počas celej periódy prevádzky. Samostatná prevádzka Paks II. sa plánuje na obdobie 2037 -2090. Pravdepodobne medzi jednotlivými periódami prevádzky bude prekrytie. Vplyv Paks II. na smer prúdenia podzemnej vody resp. na jej rýchlosť sa dá pozorovať len v objeme pod budovami s hlbokými základmi a pri ich bezprostrednej blízkosti. Pri stranách budov sa prúdenie odkloní, ale prevládajúci smer bude viesť aj takto ku kanálu studenej vody. V objeme pod budovami sa zvýši rýchlosť prietoku, keďže medzi ílovitou vrstvou a základmi bude môcť prúdiť voda len cez menší objem. Smery pri nízkej a strednej hladine Dunaja sa neodklonia od spomínaného smeru, len sa budú meniť rýchlosti, a to spôsobom, že pri nízkej hladine budú najvyššie rýchlosti cestou do kanála studenej vody. Zdôrazňujeme, že modelovanie vytvára pesimistické odhady, ktoré sa vzťahujú na 53 rokov. Také nízke a vysoké hladiny sa nikdy nevedia vytvoriť na Dunaji, ktoré by trvali viac ako pol roka, keďže prietok rieky a jej hladina sa neustále mení.

Na základe kalkulovaných trás prúdenia a predpokladaného umiestnenia technologických systémov sme navrhli miesta pre studne monitorujúce podzemnú vodu. Monitorovacie studne treba umiestniť tak, aby v prípade nekontrolovaného presakovania do podzemnej vody kdekoľvek alebo do nenasýtenej zóny, bol schopný systém monitoringu veľkou bezpečnosťou detekovať za čo najkratší čas a oveľa skôr, než sa znečisťujúca látka dostane do Dunaja. Pri vyhotovení studní sme zohľadnili, aby vplyv dvoch elektrární sa dal jednoznačne oddeliť, respektíve skutočnosť, že prvoplánovú dotknutú vrstvu tvorí zóna podzemnej vody nad prvou blokujúcou vrstvou. Sieť studní sme rozdelili na dve skupiny: na studne ihneď realizovateľné, resp. na studne blízko budov bloku, ktoré sa dajú vybudovať po ukončení základových prác a dodatočných terénnych úprav. Pri studniach medzivrstvovej vody treba zohľadniť, aby prípadná chyba pri technike vŕtania, resp. drastické zníženie tlaku medzivrstvovej vody ani spoločne nemohli spôsobiť migráciu prípadných znečisťujúcich látok do vodného zdroja. Keďže ani vo fáze výstavby ani v neskoršej fáze prevádzkovania tieto studne neposkytujú základnú informáciu navyše, z toho dôvodu studne medzivrstvovej vody navrhujeme inštalovať len obmedzenom počte.

Keďže v prípade normálnej prevádzky rádionuklidy vypustené z nových dvoch blokov, resp. spoločne zo štyroch starých a dvoch nových blokov ďaleko nezvýšia celkovú alfa aktivitu vody Dunaja o 0,1 Bq/dm^3, a celkovú beta aktivitu o 1 Bq/dm^3 koncentráciu aktivity, jediný izotop, ktorého účinok sa dá zmerať, bude trícium. Dva nové bloky sú schopné zvýšiť koncentráciu aktivity trícia Dunaja pri nízkej hladine o 0,96 Bq/dm^3, a spoločne prevádzkované štyri staré a dva nové bloky o 2,14 Bq/dm^3. Pre porovnanie: koncentrácia aktivity trícia súčasných zrážok je 0,5-2 Bq/dm^3 0,5-2 Bq/dm^3 a hranica pitnej vody je 100 Bq/dm3, čiže nemá významný vplyv ani na Dunaj, ani na vodné zdroje s brehovou infiltráciou vody Dunaja, oblasť vplyvu nie je možné určiť.

14.3 PREVÁDZKOVÉ PORUCHY, HAVÁRIE

Keďže jednotlivé scenáre nepredpokladajú, že sa rádioaktívne znečisťujúce látky dostanú do podzemnej vody, znečistenie podzemných vôd je možné len nepriamou formou: Atmosférický spád a vymytie na povrch pôdy → následné rozšírenie v nenasýtenej zóne až po dosiahnutie nasýtenej zóny. Tento proces nebude mať žiadny vplyv na podzemnú vodu z dôvodu vysokej sorpčnej schopnosti pôdy, resp. niekoľko storočného času dosahu špecifického podľa izotópu (čas presakovania môže v prípade trícia znamenať obdobie od niekoľkých rokov až po 10). Zároveň je pravdou, že po prípadnom dosiahnutí nasýtenej zóny, z dôvodu charakteristických prietokových pomerov (a látok, ktoré sa pohybujú spolu s prúdením) bude konečným recipientom Dunaj. Keďže časy dosahu spadajú medzi areálom a Dunajom aj v prípade trícia prúdiaceho spolu s podzemnou vodou do rozsahu 12-20 rokov, na spravovanie prípadných udalostí, elimináciu škôd bude k dispozícii dostatočne dlhý čas, a to ešte pred tým, ako by sa znečisťujúce látky dostali do Dunaja. Na vodné zdroje brehovou infiltráciou nebude mať táto udalosť vplyv.

Na plánovanom území nových blokov sa za najpravdepodobnejší potenciálny zdroj znečistenia môže považovať skladovanie chemikálií, olej v transformátoroch, a skladovanie nafty.

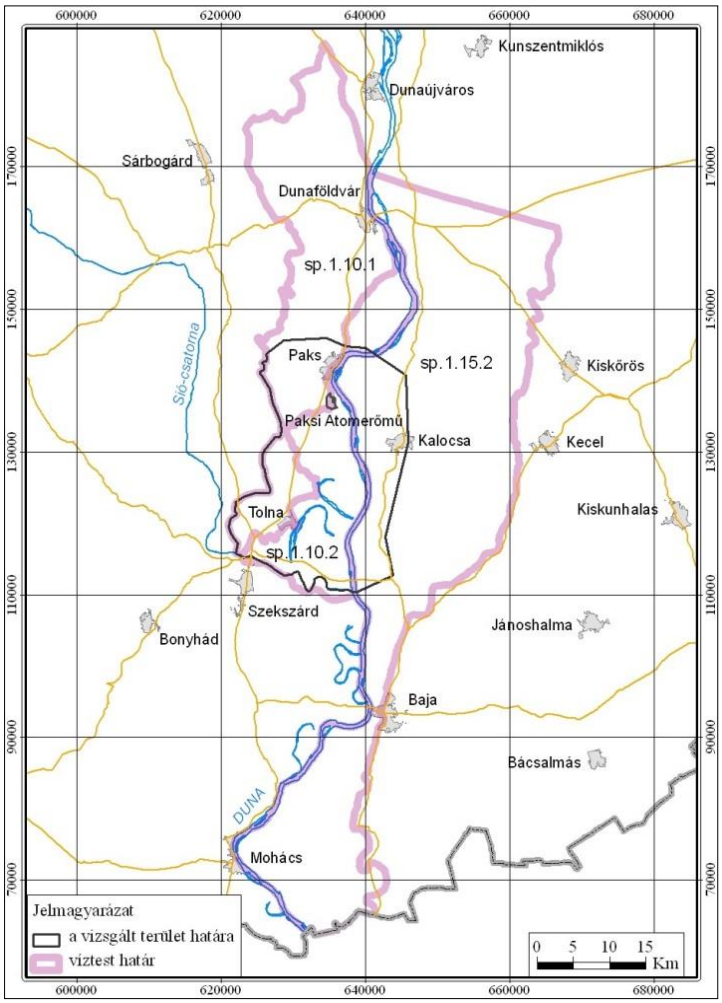
Rozšírenie oleja ako znečisťujúcej látky zásadne ovplyvňujú 4 procesy, advektívny transport, disperzia, sorpcia, resp. biodegradácia. Kým v zóne presakovania po ukončení infiltrácie oleja ostane len olej absorbovaný k malým zrniečkam pôdy (relatívne malé množstvo), tak v kapilárnom pásme sa množstvo voľného oleja zvýši a jeho pohyb obmedzuje účinok kapilárnej sily. Kým v pásme presakovania sa olej pomerne rýchlo pohybuje, tak v kapilárnom pásme môže ostať väčšie množstvo oleja aj po mesiacoch, či aj po rokoch. Maximálna rýchlosť rozšírenia olejovej škvrny v charakteristickom geologickom prostredí môže spadať do rozsahu 10^{-8} m/s. Územie prevádzky sa

nachádza cca 1000 metrov od okraja pobrežia Dunaja, čiže migrujúca škvrna oleja by dosiahla Dunaj za asi 3000 rokov. Keďže znečisťujúce oleje sú vo vode menej rozpustné (20-80 mg/l) priamy transport podzemnou vodou nebude rozhodujúci faktor, síce aj ten dosiahne Dunaj za 12-20 rokov. Pre ropné deriváty je charakteristický polčas biodegradácie 1-2 roky (pri zabezpečení adekvátneho obsahu kyslíka), tak na ohraničenie a elimináciu olejovej škvrny je k dispozícii dostatočný čas, ešte skôr, než dosiahne Dunaj.

Chemikálie, ktoré sa používajú (skladujú) vo veľkých množstvách: Kyselina boritá (v tuhej forme, a vyslovene v rámci kontajnmentu), hydrazín, amoniak, hydroxid sodný, hydroxid draselný, kyselina chlorovodíková a kyselina dusičná. Stanica vyprázdňovania bude navrhnutá tak, aby počas dávkovania chemikálií nedošlo k ich úniku, odtoku. Na zabezpečenie toho, aby sa chemikálie nemohli dostať počas havarijných udalostí do životného prostredia, budú realizované vhodné bazény na elimináciu škôd, tým pádom nemusíme počítať ich zaťažením pôdy, podzemnej vody.

15 GEOLOGICKÉ PROSTREDIE A PODZEMNÉ VODY V ÚDOLÍ DUNAJA

Podľa bodu 2. c) prílohy č. 2. Nariadenia vlády 219/2004. (VII.21.) o ochrane podzemných vôd, je okolie Jadrovej elektrárne Paks považované z hľadiska stavu podzemných vôd za citlivé územie. Vplyv Paks II. v dôsledku hydrogeologických pomerov údolia Dunaja sa môže rozšíriť do podzemných vôd mimo areálu len nepriamym spôsobom, cez rieku Dunaj.

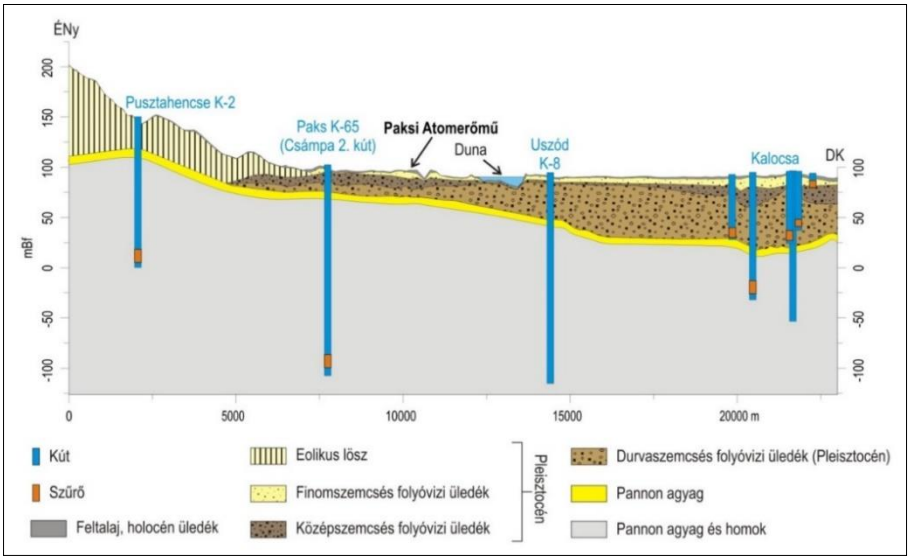


Jelmagyarázat	=	vysvetlivky
a vizsgált terület határa	=	štúdia hranice
víztest határ	=	hranica teploty vody

74. obrázok: Vzťah medzi dotknutými vodnými objektmi a riešeným územím

Vzťah rieky Dunaj a podzemnej vody je rôznorodý, závisí od hladiny Dunaja, ktorá rôznymi spôsobmi a v rozsahu vplýva na podzemnú vodu.

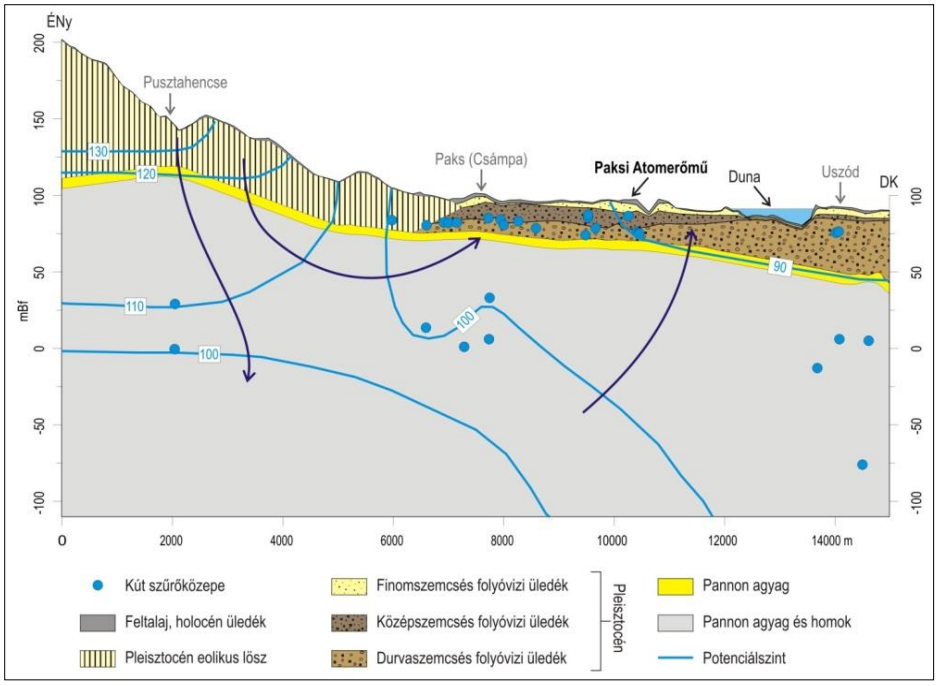
V údolí Dunaja podzemnú vodu skladuje sediment z doby pleistocén, holocén aluviálneho štrkového, piesočnatého charakteru. Všeobecný smer prúdenia podzemnej vody kopíruje sklon reliéfu, na pravom brehu Dunaja od SZ na JV, kým na ľavom brehu prúdenie smeruje od V na Z. Najvyššie hladiny podzemnej vody môžeme nájsť na západ od Paksu, na spraši. Hydraulický gradient od Mezőföld k Dunaji sa výrazne znižuje.



kút	=	studňa
Szűrő	=	Filter
feltalaj, holocén üledék	=	Povrch pôdy, sediment z holocénu
Eolikus lösz	=	Eolický spraš
Finomszemcsés folyóvizi üledék	=	Riečny sediment jemných zŕn
Középszemcsés folyóvizi üledék	=	Riečny sediment stredných zŕn
Durvaszemcsés folyóvizi üledék (Pleisztocén)	=	Riečny sediment hrubých zŕn (pleistocén)
pannon agyag	=	Panónsky íl
pannon agyag és homok	=	Panónsky íl a piesok
Csámpa 2. kút	=	Csámpa 2. studňa
Paksi Atomerőmű	=	Jadrová elektráreň Paks

75. obrázok: Hydrogeologický úsek SZ-JV smeru cez riešené územie

Medzi prírodnými potenciálnymi podmienkami Dunaj odčerpáva podzemné vody prichádzajúce z pozadia. Dunaj v porovnaní zmien výšok podzemných vôd svojimi rýchlymi zmenami hladiny riadi výšku pobrežných podzemných vôd. Rozširovanie tlaku pri prirodzených podmienkach presakovania zriedkakedy spôsobuje skutočný príliv podzemnej vody do nosnej vrstvy. Tlaková vlna Dunaja podzemné vody skôr vzdúva naspäť, ako by ich mala vtlačiť späť do vrstvy.



Kút szűrőközepe	Filtračný stred studne
feltalaj, holocén üledék	Povrch pôdy, sediment z holocénu
Pleisztocén, eolikus lösz	Eolický spraš pleistocénu
Finomszemcsés folyóvizi üledék	Riečny sediment jemných zŕn
Középszemcsés folyóvizi üledék	Riečny sediment stredných zŕn
Durvaszemcsés folyóvizi üledék	Riečny sediment hrubých zŕn
pannon agyag	Panónsky íl
pannon agyag és homok	Panónsky íl a piesok
Potenciálszint	Potenciálna úroveň

76. obrázok: Potenciálny úsek cez jadrovú elektráreň Paks

Na základe vyhodnotenia časových radov hladín nameraných v monitorovacích systémoch Jadrovou elektrárňou Paks a riaditeľstvami vodární z územia, hydrodynamická oblasť vplyvu Dunaja sa rozprestiera v prípade najvyšších povodňových vĺn cca 1 000 m od pravého brehu, a 1 200 m od ľavého.

Hydrodynamická oblasť vplyvu Dunaja sa ale nezhoduje s oblasťou rozšírenia znečisťujúcich látok pochádzajúcich z Dunaja. Väčšinou roka podzemná voda presakuje od pozadia smerom k Dunaji, Dunaj odčerpáva vodu z rezervoáru podzemnej vody. Z Dunaja voda v prirodzenom stave presakuje do sedimentu zadržiavajúcu podzemnú vodu len počas strmých povodňových vĺn. Voda sa pohybuje smerom k pozadiu len kým hladina vody Dunaja tento opačný systém prúdenia podporuje.

V úsekoch, kde vedľa brehu funguje rad produktívnych studní, sa vplyvom produkcie prúdenie od Dunaja stane trvalým.

Fungujúci vodný zdroj s brehovou infiltráciou je v riešenom území len jeden, na ľavom brehu Dunaja, vodný zdroj Foktő-Barákai (Kalocsa-Barákai) zabezpečujúci pitnú vodu pre obec Kalocsa. Zatiaľ disponuje koncepčným stavebným povolením, čiže je vyčleneným vodným zdrojom Severný plánovaný vodný zdroj Gerjen, ktorý má zásobovať v budúcnosti mesto Szekszárd.

Vďaka geologickej štruktúre úsek Dunaja pod jadrovou elektrárňou Paks disponuje s veľkým množstvom vodných zdrojov s brehovou infiltráciou, dobrej kvality. V súlade s tým štát spravuje tento objem vody ako potenciálne využívateľný vodný zdroj. V záujme dlhodobej ochrany vodných zdrojov vymedzili tzv. dlhodobé vodné základne, zároveň určili ich ochranný pás podľa Nariadenia vlády 123/1997 (VII.18.). Územie vodných zdrojov je podľa právneho predpisu zvýšene citlivá oblasť. V prípade dlhodobých vodných zdrojov nachádzajúcich sa na riešenom území, odhadujú pomer vody z Dunaja v potenciálne vyprodukovanej objeme okolo 50 %.

Hydrodynamická oblasť vplyvu Dunaja nie je totožná s oblasťou vplyvu na podzemné vody Paks II. Výsledky modelov areálu a povrchových vôd Dunaja naznačujú, že ani počas prevádzky, ani v prípade prevádzkových porúch sa na Dunaji nebude ďalej rozširovať znečisťujúca látka, s ktorou by bolo treba počítať pri skúmaní

nepriamych vplyvov.

Nepriamy účinok Paks II. na podzemné vody údolia Dunaja sa prejaví cez tepelný účinok Dunaja.

Teplotu podzemných vôd pozdĺž pobrežia ovplyvňujú teploty Dunaja meniace sa v každom ročnom období. Spôsob a miera odovzdávania tepla medzi vodou v koryte a podzemnými vodami sa vyvíja podľa aktuálnych hydrologických a teplotných stavov. Prírodné podmienky modifikuje tepelné zaťaženie vyvolané Paks II. Zmeny v podzemnej vode, ktoré sa realizujú v budúcnosti v priestore a čase, sme skúmali numerickým hydrodynamickým modelovaním a modelovaním teplotného transportu.

Právne predpisy oproti povrchovej vode neustanovujú hornú hranicu teploty podzemnej vody, po dosiahnutí ktorej treba podzemnú vodu rekvalifikovať na vodu v zlom stave, z toho dôvodu vplyv Paks II. posudzujeme na základe spôsobenej teplotnej zmeny (ΔT). Za základný stav považujeme stav bez prevádzky Paks II. (2014). Vplyv na rok 2032 sme skúmali pre prípad spoločnej prevádzky Jadrovej elektrárne Paks a Paks II., a na rok 2085 samostatnej prevádzky Paks II. (pri odstavení prvého bloku). Teplotné parametre Dunaja pre tieto obdobia poskytli výsledky modelovania povrchovej vody Dunaja.

Pri skúmaní účinkov sme sa držali konzervatívneho odhadu, a pre väčšiu bezpečnosť sme skúmali extrémne hydraulické prípady (letná trvalá nízka hladina vody a stav po odchode povodňovej vlny po letnej nízkej hladine).

Na záver môžeme konštatovať, že priamy vplyv Paks II. ani pri konzervatívnom odhade nespôsobuje monotónne, trvalé zvýšenie teploty vody v systéme podzemnej vody. Zvýšenie teploty podzemnej vody o niekoľko °C sa prejavuje len v letnom období, pri trvalo nízkej hladine vody. Podľa hydrodynamického modelovania v období najväčšej záťaže, v prípade spoločnej prevádzky Jadrovej elektrárne Paks a Paks II. (2032) v blízkosti výpuste teplej vody vo vrstvách blízko povrchu, ktoré sú najviac ovplyvňované so živým prietokom Dunaja, aj v najhorších prípadoch sa dá očakávať len zvýšenie teploty podzemnej vody o 2,8 °C .Na hranici skúmaného územia, v línii kanála Sió sa v rovnakom čase dá očakávať zvýšenie teploty o niekoľko desatín stupňov Celzia.

V prípade samostatného fungovania Paks II. (2086) sa tieto hodnoty znížia na skoro podobnú úroveň, ako je súčasný základný stav. Nárast teploty sa v línii kanála Sió už neprejavuje.

V piesočnato-štrkových vrstvách osobitne dôležitých z hľadiska vodných zdrojov zvýšenie teploty ostáva na úrovni pod 1 °C, čo v zásade ani nie je možné zistiť.

Podľa našich súčasných poznatkov zvýšenie teploty o niekoľko ° C podzemnej vody nespôsobuje kvalitatívne zmeny vodných útvarov. Nespôsobuje škody ani v prírodných systémoch, ani vo vrstvách produkovaných vodnými zdrojmi. Na produkciu vodných zdrojov nemá nepriaznivý vplyv.

16 HLUK A VIBRÁCIE

16.1 MERANIA ZAŤAŽENIA HLUKOM A VIBRÁCIAMI V ZÁKLADNOM STAVE

O dopravnom hlukovom zaťažení skúmanom v okolí jadrovej elektrárne sa vo všeobecnosti dá povedať, že emisie hluku z premávky z rušných ciest vedľa obývaných oblastí sú veľmi významné, stav hlukového zaťaženia oblastí dotknutých premávkou jednoznačne ovplyvňuje rozdelenie a hustota dopravy. Základné hlukové zaťaženie obývaných oblastí v blízkosti rušných ciest, dotknuté dopravou, v mnohých prípadoch prevyšuje limity zaťaženia hlukom platné pre dané územie. Najviac vyťažené obdobia sú ráno medzi 5 a 8-9 hodinou, a poobede medzi 15.00-18.00 hodinou, medzi týmito obdobiami sa premávka vo väčšine meracích bodov zníži, a počas nočného obdobia sa vo väčšine prípadov celkom zastaví. Na základe toho sa aj hlukové zaťaženie a prekročenie limitov spája s týmito špičkovými obdobiami. V oblasti obytných domov na pobreží Dunaja, mimo rušných ciest, základné hlukové zaťaženie všade ostáva pod povolenými limitmi zaťaženia hlukom.

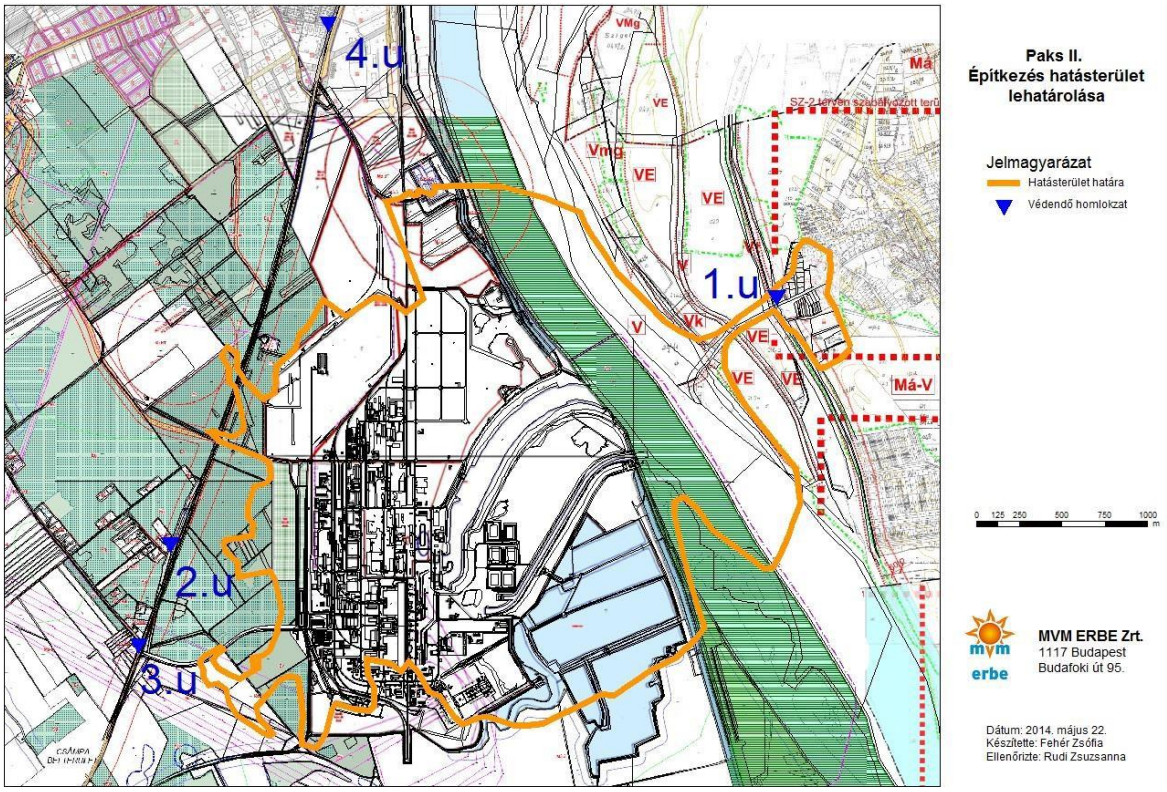
Pre všetky body merania vibrácií skúmaných v súvislosti s výstavbou investície sa dá vyhlásiť, že vibrácie pochádzajúce zo zdroja vibrácií a dopravné vibrácie cestnej a železničnej premávky indukované zdrojmi vibrácií v predpokladanej oblasti Paks II, spôsobujú zvýšenie zaťaženia vibráciami. Po vyhodnotení všetkých údajov nameraných počas testov vibračného zaťaženia základného stavu sa dá konštatovať, že vibračné zaťaženie vzťahujúce sa na čas merania/zisťovania je v prípade všetkých troch ortogonálnych smeroch nižšie od limitnej

hodnoty zaťaženia vibráciami, a najvyššia hodnota vibračného zaťaženia je vo všetkých troch ortogonálnych smeroch menšia od prahovej hodnoty testov vibrácie.

16.2 VPLYV A OBLASŤVPLYVU VÝSTAVBY PAKS II.

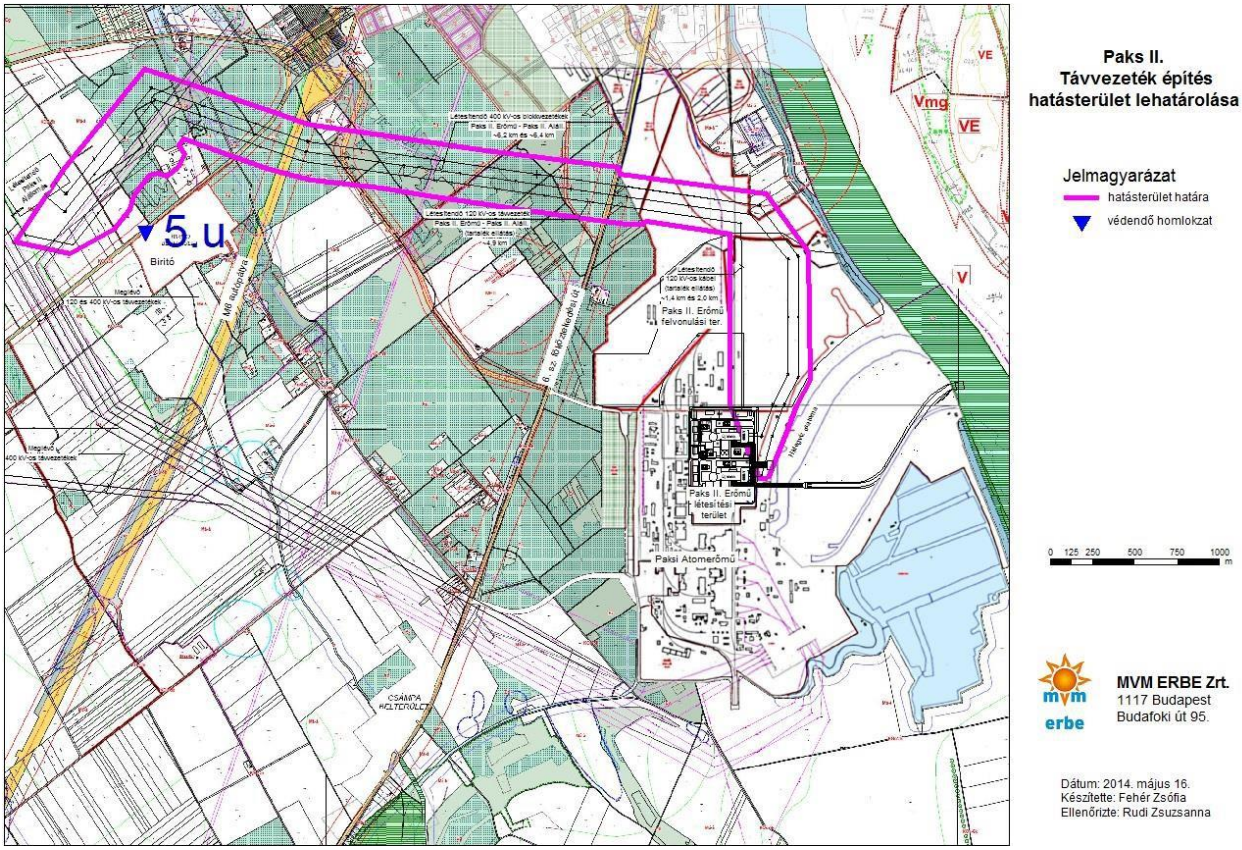
V súvislosti s oblasťami a budovami, ktoré je nutné chrániť, sa dajú hraničné hodnoty hlukovej záťaže v každej fáze stavebných prác na území závodu, resp. pozdĺž diaľkového vedenia udržať. V bodoch pri cestnej komunikácii M6, ktoré sa majú chrániť, je možné limity hlukovej záťaže zachovať spolu so základnou záťažou a 0,6-0,8 dB navýšením hlukového zaťaženia v dôsledku zvýšenia premávky pri výstavbe Paks II. V bodoch pri cestnej komunikácii 6, ktoré sa majú chrániť, vypočítané výsledky (aj merania základného stavu) potvrdzujú v súčasnom základnom stave prekročenie limitných hodnôt. Zvýšenie dopravy v dôsledku výstavby Paks II. pravdepodobne zvýši hodnoty základného stavu o 0,8-2,1 dB. V etape výstavby v prípade 1 ks nákladného vlaku sa dajú v prípade chránených oblastí a budov limity zachovať.

Súhrnná oblasť vplyvu výstavby na území závodu sa vzťahuje na areál Jadrovej elektrárne Paks, na neobývané okolie, na Dunaj a na obytné domy v západnej časti obce Dunaszentbenedek (obr. 77.)Súhrnná oblasť vplyvu výstavby vedenia zahŕňa hospodárske územie cca. 70 m od vedení, cca. 100-150 m v prostredí, ktoré nie je nutné chrániť od hluku, a 120-300 m v smere Biritó.(obr. 78) Zmena hlukového zaťaženia z cestnej premávky sa v etape demolácie a výstavby prejaví v intervale 0,6 -2,1 dB, čiže ako nepriamy vplyv v období demolácie a výstavby oblasť vplyvu podľa nariadenia sa na cestnú dopravu nedá definovať. Teoretická hranica oblasti vplyvu ani v prípade jednej obce nedosahuje oblasť alebo budovu, ktorá sa má chrániť, čiže dočasná vodná preprava, ktorá sa viaže výlučne k činnosti zakladania stavieb - nízkej intenzity, denne 1 ks motorová loď a 6 vlečných člnov - nemá oblasť vplyvu. Neexistuje oblasť vplyvu na chránenom území, resp. chránenej fasády v dôsledku železničnej prepravy počas výstavby - prejazd 1 nákladného vlaku denne. Z dôvodu výstavby Paks II. sa nedá očakávať cezhraničný účinok hluku.



Paks II. Építkezés hatásterület lehatárolása	=	Paks II. Výstavba ohraničenie oblasti vplyvu
Jelmagyarázat	=	vysvetlivky
Hatásterület határa	=	hranica oblasti vplyvu
Védendő homlokzat	=	chránená oblasť
Dátum: 2014. május 22.	=	Dátum: 22. máj 2014
Készítette: Fehér Zsófia	=	Vypracoval: Zsófia Fehér
Ellenőrizte: Rudi Zsuzsanna	=	Skontroloval: Zsuzsanna Rudi

77. obrázok: Súhrnná oblasť vplyvu výstavby závodu

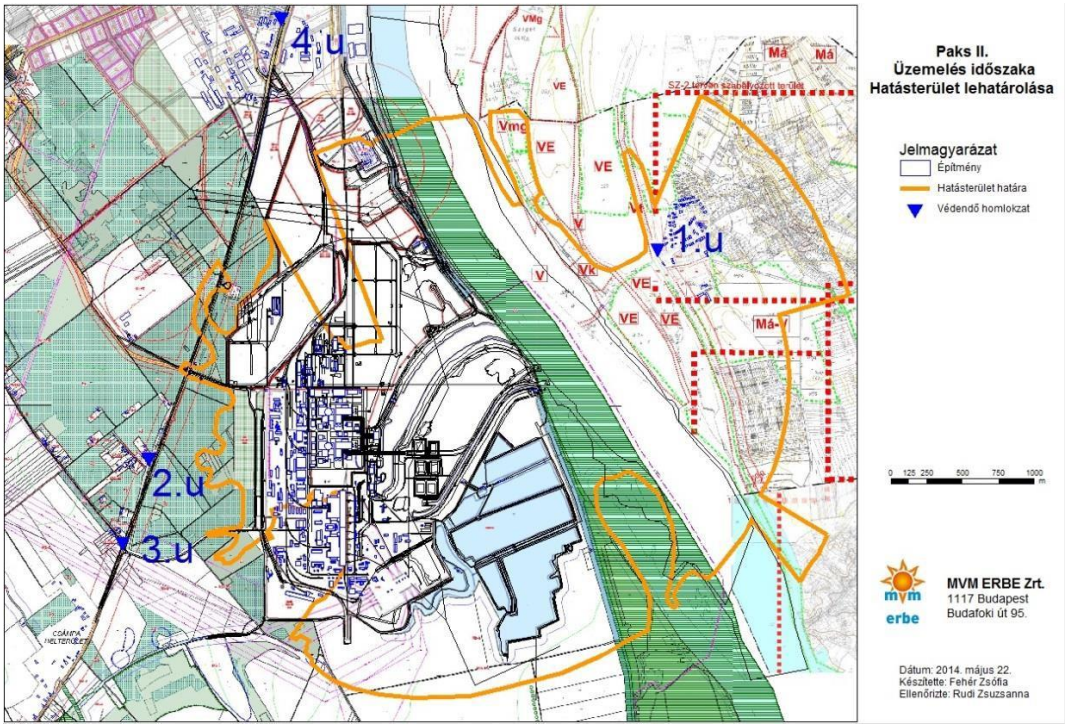


Paks II. Távvezeték építés	Paks II. Výstavba elektrických vedení
Hatásterület lehatárolása	ohraničenie oblasti vplyvu
Jelmagyarázat	vysvetlivky
Hatásterület határa	hranica oblasti vplyvu
Védendő homlokzat	chránená oblasť
Dátum: 2014. május 16.	Dátum: 16. máj 2014
Készítette: Fehér Zsófia	Vypracoval: Zsófia Fehér
Ellenőrizte: Rudi Zsuzsanna	Skontroloval: Zsuzsanna Rudi
Létesítendő 400 kV-os blokkvezetékek	Budúce 400 kV-ové blokové vedenia
Paks II. Erőmű – Paks II. Aláll.	Elektráreň Paks II – Podstanica Elektrárne Paks II
6,2 km és 6,4 km	6,2 km a 6,4 km
Létesítendő 120 kV-os távvezetékek	Budúce 120 kV-ové elektrické vedenie
Paks II. Erőmű – Paks II. Aláll.	Elektráreň Paks II – Podstanica Elektrárne Paks II
(tartalék ellátás)	(rezervné zásobovanie)
Létesítendő 120 kV-os kábel	Budúce 120 kV-ové vedenie
(tartalék ellátás)	(rezervné zásobovanie)
1,4 km és 2,0 km	1,4 km a 2,0 km
Paks II. Erőmű	elektráreň Paks II.
Felvonulási ter.	Stavenisko
M6 autópálya	Diaľnica M6
6. sz. Főközlekedési út	hlavná cesta č. 6
Hidegvíz csatorna	Studenovodný kanál
Paks II. Erőmű	elektráreň Paks II.
Létesítési terület	Stavenisko
Paksi Atomerőmű	Jardová elektráreň Paks

78. obrázok: Súhrnná oblasť vplyvu výstavby elektrického vedenia

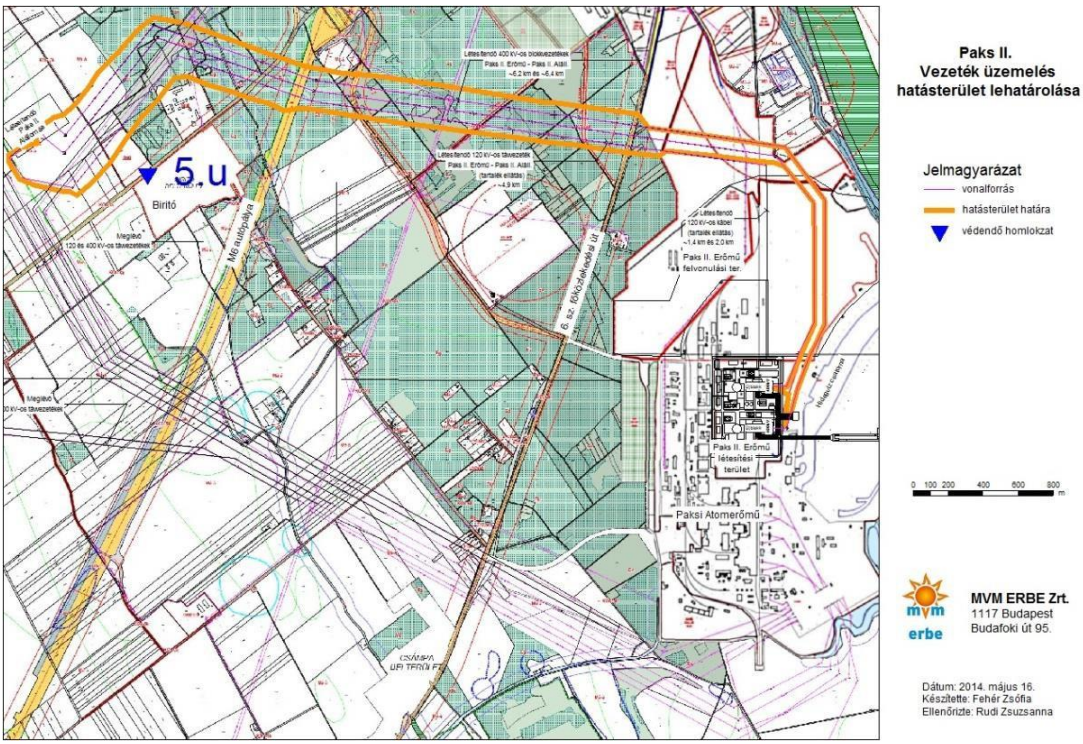
16.3 VPLYV A OBLASŤVPLYVU PREVÁDZKY PAKS II.

Emisie hluku elektrárne - realizovaním potrebných opatrení na zníženie hluku - v obývanom území ostávajú v rámci limitov hlukového zaťaženia platného pre danú oblasť. Miera hlukového zaťaženia pochádzajúceho z prevádzky diaľkového vedenia je pri chránenej fasáde minimálna. Počas prevádzky Paks II. zvýšenie premávky pochádzajúce z ďalšej dopravy nespôsobí zmenu hlukového zaťaženia.



Paks II.	Paks II.
Üzemelés időszaka	Prevádzkové obdobie
Határterület lehatárolása	Ohraničenie oblasti vplyvu
Jelmagyarázat	Vysvetlivky
Építmény	Stavba
Határterület határa	hranica oblasti vplyvu
Védendő homlokzat	chránená oblasť
Dátum: 2014. május 22.	Dátum: 22. máj 2014
Készítette: Fehér Zsófia	Vypracoval: Zsófia Fehér
Ellenőrizte: Rudi Zsuzsanna	Skontroloval: Zsuzsanna Rudi

79. obrázok: Oblasť vplyvu prevádzkovania



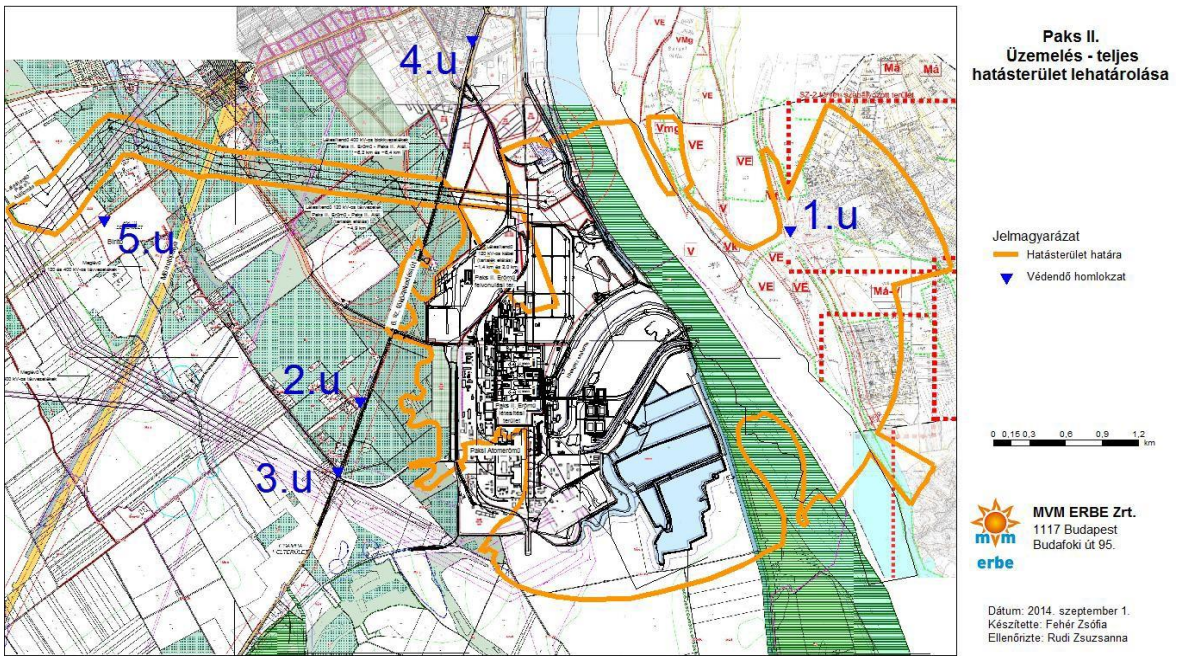
Paks II.	Paks II.
Vezeték üzemelés	prevádzkovanie vedení
Hatásterület lehatárolása	ohraničenie oblasti vplyvu
Jelmagyarázat	Vysvetlivky
Vonalforrás	líniový zdroj
Építmény	Stavba
Hatásterület határa	hranica oblasti vplyvu
Védendő homlokzat	chránená oblasť
Dátum: 2014. május 16.	Dátum: 16. máj 2014
Készítette: Fehér Zsófia	Vypracoval: Zsófia Fehér
Ellenőrizte: Rudi Zsuzsanna	Skontroloval: Zsuzsanna Rudi
Létesítendő 400 kV-os blokkvezetékek	Budúce 400 kV-ové blokové vedenia
Paks II. Erőmű – Paks II. Aláll.	Elektráreň Paks II – Podstanica Elektrárne Paks II
6,2 km és 6,4 km	6,2 km a 6,4 km
Létesítendő 120 kV-os távvezetékek	Budúce 120 kV-ové elektrické vedenie
Paks II. Erőmű – Paks II. Aláll.	Elektráreň Paks II – Podstanica Elektrárne Paks II
(tartalék ellátás)	(rezervné zásobovanie)
Létesítendő 120 kV-os kábel	Budúce 120 kV-ové vedenie
(tartalék ellátás)	(rezervné zásobovanie)
1,4 km és 2,0 km	1,4 km a 2,0 km
Paks II. Erőmű	elektráreň Paks II.
Felvonulási ter.	Stavenisko
M6 autópálya	Diaľnica M6
6. sz. Főközlekedési út	Hlavná cesta č. 6
Hidegvíz csatorna	Studenovodný kanál
Paks II. Erőmű	Elektráreň Paks II.
Létesítési terület	Miesto zriadenia
Paksi Atomerőmű	Jadrová elektráreň Paks

80. obrázok: Oblasť vplyvu prevádzkovania elektrického vedenia

Oblasť vplyvu prevádzkovania Paks II. (bez diaľkového vedenia) sa vzťahuje na areál Jadrovej elektrárne Paks, na neobývané okolie, na Dunaj, na jednotlivé nehnuteľnosti obce Dunaszentbenedek a čiastočne na SZ koniec obce Uszód (obr. 79.). Oblasť vplyvu prevádzkovania elektrického vedenia je na hospodárskych územiach lokalita priamo pod vedením, na nechránených územiach cca. 40-70 m od vedení, smerom k Biritó max. 80 m. (obr. 80) Ako nepriamy vplyv nie je možné definovať oblasť vplyvu v prípade dodatočného dopravného zaťaženia hlukom počas prevádzky investície. Z dôvodu prevádzky Paks II. sa nedá očakávať cezhraničný účinok hluku.

16.4 CELKOVÁ OBLASŤVPLYVU PREVÁDZKY PAKS II.

Celkovú oblasť vplyvu prevádzkovania tvoria spoločne oblasti priameho a nepriameho vplyvu, čo znázorňuje obr. 81.

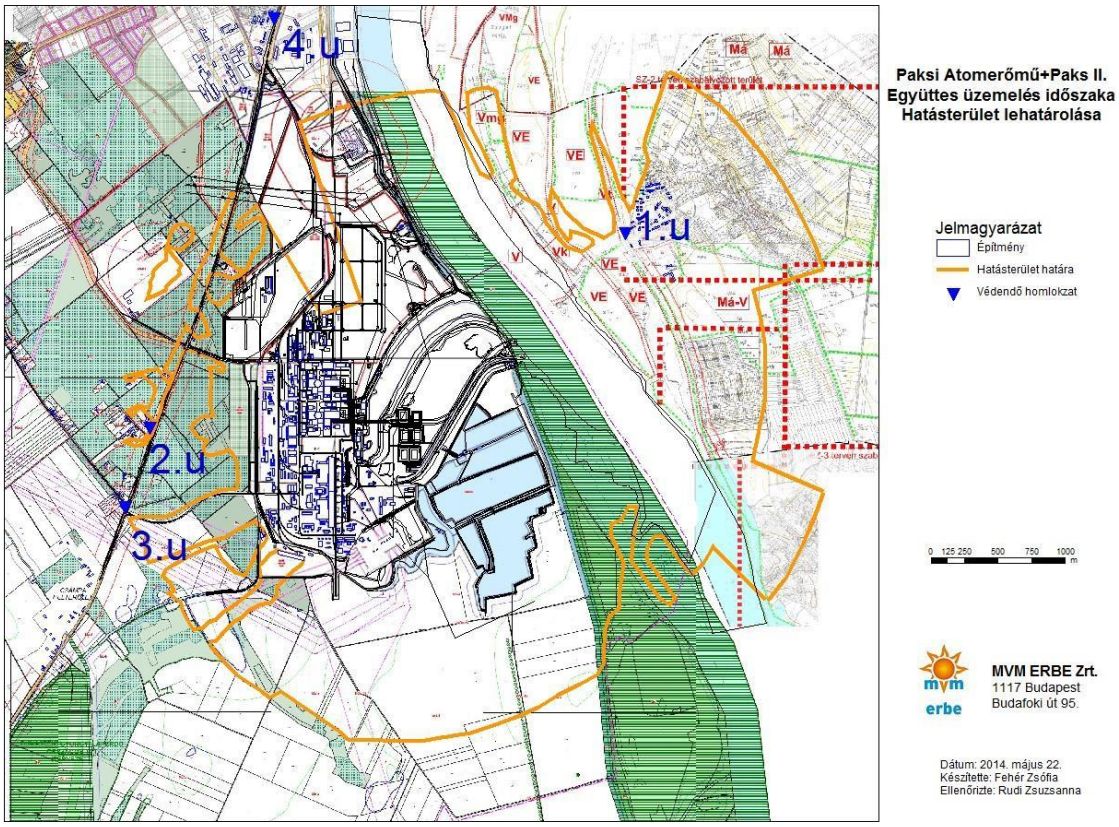


Paks II.	Paks II.
Üzemelés teljes	Zimná prevádzka
Hatásterület lehatárolása	Ohraničenie oblasti vplyvu
Jelmagyarázat	Vysvetlivky
Hatásterület határa	hranica oblasti vplyvu
Védendő homlokzat	chránená oblasť
Dátum: 2014. május 22.	Dátum: 22. máj 2014
Készítette: Fehér Zsófia	Vypracoval: Zsófia Fehér

81.obrázok: Celková oblasť vplyvu prevádzkovania

16.4.1 VPLYV A OBLASŤ VPLYVU SPOLOČNÉHO PREVÁDZKOVANIA PAKS II. A JADROVEJ ELEKTRÁRNE PAKS

Predpokladaná miera hlukového zaťaženia zo spoločnej prevádzky Paks II. a Jadrovej elektrárne Paks - s realizovaním potrebných opatrení na zníženie hluku - ostáva pri fasádach, ktoré treba chrániť pod limitmi hlukovej záťaže platnými pre lokalitu.Oblasť vplyvu spoločného prevádzkovania Jadrovej elektrárne Paks a Paks II. (bez diaľkového vedenia) sa vzťahuje na areál Jadrovej elektrárne Paks, na neobývané okolie, na Dunaj, na jednotlivé nehnuteľnosti obcí Dunaszentbenedek a Uszód.



Paksi Atomerőmű Paks II	Elektráreň Paks a Paks II
együttes üzemelés időszaka	spoločne prevádzkové obdobie
hatásterület lehatárolása	ohraničenie oblasti vplyvu
Jelmagyarázat	vysvetlivky
Épület	stavba
Hatásterület határa	hranica oblasti vplyvu
Védendő homlokzat	chránená oblasť
Dátum: 2014. május 22.	Dátum: 22. máj 2014
Készítette: Fehér Zsófia	Vypracoval: Zsófia Fehér
Ellenőrizte: Rudi Zsuzsanna	Skontroloval: Zsuzsanna Rudi

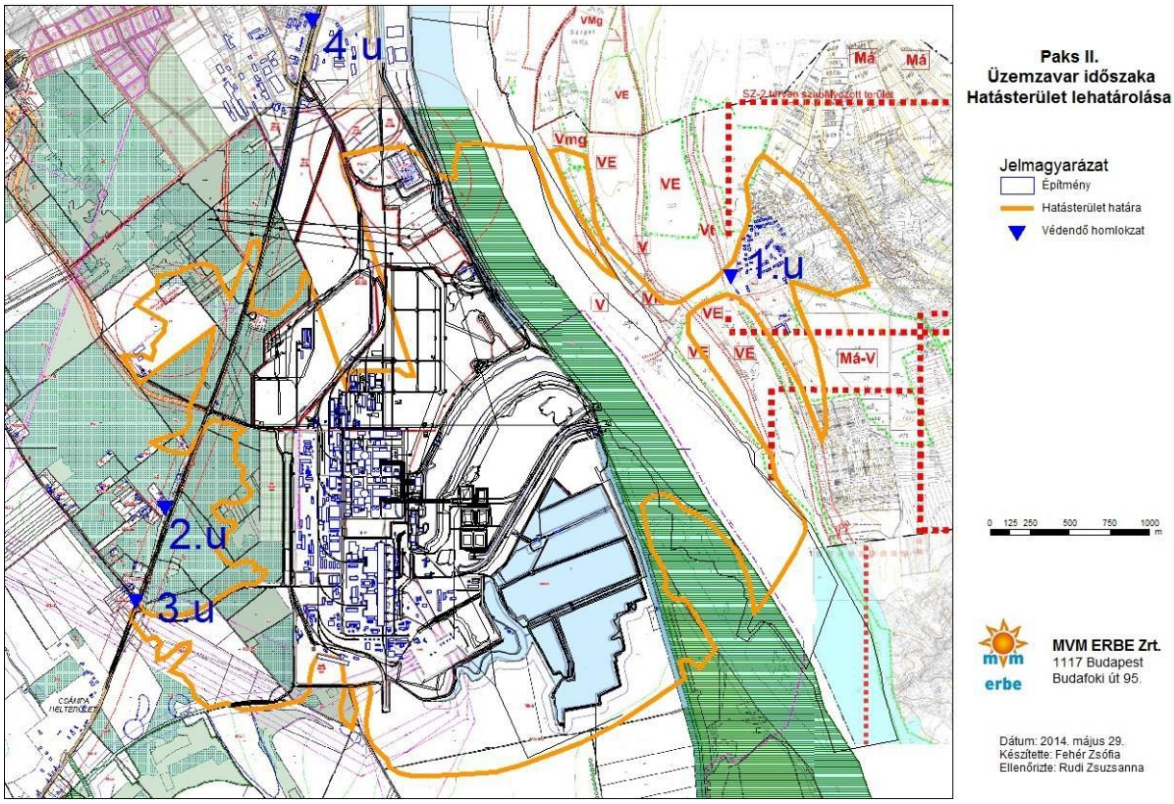
82. obrázok: Spoločná oblasť vplyvu jadrovej elektrárne Paks a Paks II.

Pri porovnaní počtu pracovníkov súčasnej a plánovanej elektrárne, je počet pri plánovanej nižší, preto sa dá očakávať, že aj hluková záťaž z dopravy počas prevádzky bude nižšia, čo spôsobí nerozoznateľný nárast dopravy a zmenu v oblasti vplyvu. Z dôvodu samostatnej prevádzky Paks II. a spoločnej prevádzky s Jadrovou elektrárňou Paks sa nedá očakávať cezhraničný účinok hluku.

16.4.2 VPLYV A OBLASŤ VPLYVU HAVÁRIÍ

Z hľadiska emisie hluku nastanú značné zmeny oproti normálnej prevádzky v prípade plánovanej prevádzkovej poruchy, ktoré sú veľmi zriedkavé. Pre tento prípad je charakteristický výpad externého napájania elektrickou energiou. V takom prípade zabezpečia naštartovaním dieselových generátorov napájanie potrebné k bezpečnému zastaveniu.

Emisie hluku elektrárne v prípade prevádzkovej poruchy v obývanom území ostávajú v rámci limitov hlukového zaťaženia platného pre danú oblasť. Oblasť vplyvu prevádzkovej poruchy Paks II. sa vzťahuje na areál Jadrovej elektrárne Paks, na neobývané okolie, na Dunaj, na jednotlivé nehnuteľnosti obce Dunaszentbenedek.



Paks II.	Paks II.
Üzemzavar időszaka	**poruchové obdobie**
hatásterület lehatárolása	ohraničenie oblasti vplyvu
Jelmagyarázat	vysvetlivky
Építmény	stavba
Hatásterület határa	hranica oblasti vplyvu
Védendő homlokzat	chránená oblasť
Dátum: 2014. május 29.	Dátum: 29. máj 2014
Készítette: Fehér Zsófia	Vypracoval: Zsófia Fehér
Ellenőrizte: Rudi Zsuzsanna	Skontroloval: Zsuzsanna Rudi

83. obrázok: Oblasť vplyvu prevádzkovej poruchy Paks II.

16.5 VPLYV A OBLASŤ VPLYVU ODSTAVENIA

Počas činnosti v rámci odstavenia elektrárne v areály sa limity hlukového zaťaženia vzťahujúce sa na oblasti a objekty, ktoré treba chrániť, dajú dodržať. Súhrnná oblasť vplyvu odstavenia na území závodu sa vzťahuje na areál Jadrovej elektrárne Paks, na neobývané okolie, na Dunaj a na obytné domy v západnej časti obce Dunaszentbenedek. Oblasť vplyvu pre zvýšenie hlukovej záťaže v dôsledku cestnej premávky nie je možné definovať.

17 VZDUCH

17.1 HODNOTENIA ZÁKLADNÉHO STAVU

Na účely charakteristiky základného stavu územia sme v rokoch 2012-2013 realizovali merania základného stavu v okolí areálu. Na základe meraní sme určili základný stav znečistenia ovzdušia, a na základe toho zaťažiteľnosť oblasti.

Meracie body určené na účely definovania základného stavu znečistenia ovzdušia boli nasledovné:

- v areály 1 bod (1. LMp - územie vyznačené pre rozvoj elektrárne)
- vedľa severnej prístupovej cesty 1 bod (2. LMp - vedľa severnej prístupovej cesty)
- vedľa južnej prístupovej cesty 1 bod (3. LMp - vedľa južnej prístupovej cesty, Meteorologická stanica)
- v obci Paks-Csámpa, v obytných nehnuteľnostiach vedľa hlavnej cesty č. 6, 1 bod (4. LMp - Csámpa, ul. Kis utca)
- na ľavom brehu Dunaja, 1 bod (5. LMp - Dunaszentbenedek, 2/3 Gátőrház)
- v meste Paks, v okolí cesty Kölesdi 1 bod (6. LMp - areál OVIT, Dankó Pista u. 1.)

Pri výbere bodov merania sme zohľadnili hlavne skutočnosť, aby meracie body boli čím bližšie k lokalitám uvedeným v technickej prílohe zmluvy, druhotným aspektom bolo, aby elektrické napájanie a bezpečnosť použitých zariadení boli realizovateľné.

Umiestnenie meracích bodov

Umiestnenie vyznačených meracích bodov sa dá identifikovať na tejto snímke Google Earth.

84. obrázok: Body merania znečistenia ovzdušia

Koncentrácie merané v období medzi 24. januárom 2012 a 28. marcom 2013 NO_2, NO_x, SO_2, CO, PM_{10}, TSPM, usadzovaného prachu, O_3 boli nízke, prekročenie limitných hodnôt PM_{10} ostali pod dovolenými úrovňami.

Na základe výsledkov merania sa dá konštatovať,že kvalita okolitého ovzdušia je v prípade znečisťujúcich látok SO_2, CO vynikajúca, a ohľadne NO_2, PM_{10} és O_3 dobrá.

Na základe vyhodnotenia výsledkov merania sme stanovili hodnoty zaťažiteľnosti oblasti, v súlade s bodom 40 § 2 Nariadenia vlády 306/2010. (XII. 23.) o ochrane ovzdušia.

Úroveň zaťažiteľnosti ovzdušia vzniká rozdielom hraničnej hodnoty znečistenia ovzdušia a zaťažením ovzdušia, podľa nasledovných.

Látky znečisťujúce ovzdušie	Základné zaťaženie ovzdušia	Hodinový limit znečistenia ovzdušia	Zaťažiteľnosť
	($\mu g/m^3$)		
Oxid siričitý (SO_2)	2	250	248
Oxid dusičitý (NO_2)	24	100	76
Oxidy dusíka (NO_x)	30	100	70
Oxid uhoľnatý (CO)	525	10 000	9 475
Pevné prachové častice (PM_{10})	27	50	23
Pevné prachové častice TSPM	35	200	165

52. tabuľka: Súhrnné vyhodnotenie meraní základného stavu v roku 2012

17.2 PRIAME VPLYVYA OBLASTI VPLYVU VÝSTAVBY A PREVÁDZKOVANIA PAKS II.

Pre odhad rozptylu nerádioaktívnych znečisťujúcich látok, ktoré sa dostanú do ovzdušia v súvislosti so zriadením a prevádzkovaním Paks II., na predpoveď kvality ovzdušia a určenie oblasti vplyvov sme použili Gaussov model.

Na účely konzervatívneho odhadu klimatických údajov sme brali do úvahy *priemerné* a *najtypickejšie* klimatické hodnoty riešenej oblasti.

Pomocou údajov skutočnej meteorologickej databázy sme pri zohľadnení hodinových emisií vykonali modelové simulácie na celý jeden rok. K simuláciám meteorologické údaje bodov nám poskytli údaje z 120 m vysokej meteorologickej meracej veže, nachádzajúcej sa v areály jadrovej elektrárne Paks. Z meracej veže Paks sme mali k dispozícii hodnoty smeru a rýchlosti vetra. Ďalšie meteorologické údaje potrebné k simulácii (ktoré sme z meracej veže nemali k dispozícii) sme vyprodukovali z output polí voľne dostupného numerického modelu predpovedí GFS (Global Forecasting System) w. Output polia GFS modelu sú dostupné v 0,5 × 0,5 stupňovom priestorovom a 3 hodinovom časovom rozlíšení.

K simuláciám sme zohľadnili meteorologické údaje z roku 2011, keďže v danom roku sa viackrát vyskytli nepriaznivé poveternostné situácie z hľadiska rozšírenia a riedenia znečisťujúcich látok (napr. trvalá existencia situácie tzv. inverzia studeného vzduchu v novembri 2011), z toho dôvodu výsledky predstavujú nadhodnotenie.

K modelovaniu sme mali k dispozícii údaje emisií patriace k bodom spojenými so stavebnými prácami (bodové, resp. oblastné zdroje), a tiež emisné údaje spojené s dodávaním materiálov. Pre obdobie úpravy terénu a položenia základov sa dalo vykalkulovať aj množstvo pôdy, ktorou sa manipuluje.

Pre obdobie prevádzky sme zohľadnili emisie daných bodových zdrojov a dodávok.

Simulácie šírenia sme vykonali pre oxid uhoľnatý (CO), oxidy dusíka (NO_x), uhľovodíky (C_xH_y) a pevné prachové častice (PM_{10}).

Počas modelových simulácií na rôzne obdobia, rôzne emisie sme definovali koncentračné polia vytvorené v dôsledku emisií, prekročenia limitných hodnôt a oblasti vplyvu.

Limitné hodnoty potrebné k prieskumu sme zohľadnili podľa nariadenia 4/2011. (I.14.) VM o limitných hodnotách zaťaženia ovzdušia a o emisných limitoch fixných zdrojových bodov znečisťujúcich ovzdušie. Len čiastočne porovnateľné limitné hodnoty sme odhadovali konzervatívnym spôsobom. Na základe vyššie uvedených sme celé množstvo oxidov dusíka (NO_x) považovali za NO_2, keďže limitná hodnota je v nariadení daná pre NO_2. Celkové množstvo uhľovodíkov (C_xH_y) sme brali ako benzén, keďže limitná hodnota je v nariadení daná len pre benzén.

Oblasť vplyvu skúmaných látok znečisťujúcich ovzdušie sme určili v súlade s Nariadením vlády 306/2010. (XII.23.).

17.3 PRIAME VPLYVY A OBLASŤ VPLYVU VÝSTAVBY

Zriadenie

Počas zriadenia rozlišujeme štyri obdobia: *demolácia, úprava terénu, položenie základov a výstavba konštrukcií.*

Oblasť vplyvu v prípade každej znečisťujúcej látky a každej pracovnej fázy ostáva vo vzdialenosti do 500 metrov

od zdrojových bodov, v prípade výpočtov podľa reálnej meteorologickej databázy.

V prípade výpočtov podľa konzervatívnej meteorologickej databázy počas obdobia zriadenia ostane oblasť vplyvu v prípade každej znečisťujúcej látky a každej pracovnej fázy vo vzdialenosti do 1000 metrov od zdrojových bodov.

Oblasť vplyvu dopravného znečistenia v prípade NO_x je asi 100 metrové okolie cesty, pre iné znečisťujúce látky oblasť vplyvu nie je možné definovať. Počas prevádzky nie je možné zistiť oblasť vplyvu znečistenia pochádzajúceho z dopravy. Ročný priemer miery znečistenia v prípade CO neprevyšuje 0,1 % limitnej hodnoty, v prípade NO_x (NO_2) aC_xH_y (benzén) 10 % limitu.

Počas veľmi nepriaznivých meteorologických podmienok v období zriadenia sa môže vyskytnúť aj prekročenie zdravotných hraničných hodnôt. Najnepriaznivejšie poveternostné podmienky sa vyskytujú v zimnom období, keď výstavba môžebyť prerušená, resp. ju možno dočasne zastaviť podľa meteorologických predpovedí. Treba poznamenať, že v podobne nepriaznivých situáciach (inverzia) sa v celej krajine prekračujú hygienické limity.

Monitorovací systém v období zriadenia

Obytná budova, ktorá sa nachádza najbližšie k stavenisku Paks II. je v obci Csámpa 1 330 m, v obci Paks 2 960 m, a v obci Dunaszentbenedek 2 590 m. Vzhľadom na veľké vzdialenosti ani v týchto bodoch monitoringu by nebolo potrebné a odôvodnené vybudovanie staníc na monitorovanie znečistenie ovzdušia.

Vzhľadom ale na rozmery investície, ~10 ročné obdobie realizácie, v rámci bezpečnosti je užitočný monitoring znečistenia ovzdušia aj v prípade obytných domov, ktoré ležia najbližšie k miestu výstavby.

Navrhované meracie body sú nasledovné:

- v obci Paks-Csámpa, pri obytných nehnuteľnostiach vedľa hlavnej cesty č. 6, 1 bod
- na ľavom brehu Dunaja, 1 bod
- v meste Paks, v okolí cesty Kölesdi 1 bod

Navrhovaný monitoring znečistenia ovzdušia je nasledovný:

Priebežné meranie koncentrácie integrované v priemere na jednu hodinu oxidu dusičitého (NO_2), oxidov dusíka (NO_X), oxidu uhoľnatého (CO), prostredníctvom analyzátora inštalovaného do mobilnej meracej stanice.
Časové trvanie meraní pre jednotlivé body merania: 14 dní, v ročných obdobiach 2 krát, ročne celkom 8 krát (8 x 14 dní)

Meranie znečistenia pevných prachových častíc do frakcie 10 µm (PM_{10}), všetkých pevných prachových častíc (TSPM), použitím 24 hodinového času expozície, pomocou prerušovanej aktívnej meracej techniky.
Časové trvanie meraní pre jednotlivé body merania: 14 dní, v ročných obdobiach 2 krát, ročne celkom 8 krát (8 x 14 dní).

Priebežné meranie koncentrácie integrované v priemere na jednu hodinu ozónu (O_3), prostredníctvom analyzátoru inštalovaného do mobilnej meracej stanice.
Časové trvanie meraní pre jednotlivé body merania: 14 dní, v ročných obdobiach 2 krát, ročne celkom 8 krát (8 x 14 dní).

Meranie znečistenia usadeného prachu pasívnou meracou technikou.
Časové trvanie meraní pre jednotlivé body merania: 30 dní, v ročných obdobiach 1 krát, ročne celkom 4 krát (4 x 30 dní).

Paralelne s meraním znečistenia ovzdušia navrhujeme aj priebežnú registráciu integrovaných hodnôt meteorologických parametrov (teplota, vlhkosť, rýchlosť vetra, smer vetra) v trvaní 1 hodine.

Meranie môže vykonávať akreditované laboratórium, s prístrojmi schváleného typu.

Merania je vhodné začať už rok pred obdobím realizácie, tým sa zabezpečí ako referenčný bod základné znečistenie oblasti. Program meraní navrhujeme vykonávať počas celého obdobia realizácie, tým sa zabezpečí zachytávania a dokumentácia aktuálnych stavov.

Prevádzkovanie

Pre obdobie prevádzky sme zohľadnili emisie daných bodových zdrojov a dodávok. Zásobovanie bezpečnostných zariadení elektrickou energiou v prípade poruchy zabezpečujú 4 dieselové generátory, každý s výkonom ~7,5 MW_e na jeden blok, pričom teplo, ktoré produkujú samotné palivá a ktoré sa dostáva dovnútra predstavuje na jednu jednotku 18,75 MW_{th}. Ktorýkoľvek z generátorov je schopný zabezpečiť potrebné zásobovanie elektrickou energiou pre prípad núdzového zastavenia. Dieselové generátory - počas bežnej prevádzky - pracujú plánovane len v testovacej alebo skúšobnej prevádzke. Fixné body znečisťovania ovzdušia sú komíny dieselových generátorov. Podľa emisného času, resp. množstva vypustených znečisťujúcich látok sa neočakáva ani v prípade jednej znečisťujúcej látky ovzdušia prekročenie limitu.

	CO	NOx	CxHy
max. konc. (µg/m^3):	107,2	15,3	3,8
prekročený limit	nie je	nie je	nie je
územie vplyvu	nie je		

53. tabuľka: Vplyvy skúšobnej prevádzky dieselových generátorov

O účinkoch dodávok realizovaných počas prevádzky sa dá vyhlásiť, že ani podľa výpočtov reálnych alebo konzervatívnych meteorologických stavov sa nevyskytne prekročenie limitu, vzniknuté atmosférické koncentrácie sú veľmi malé.

Vplyv spoločnej prevádzky Paks II. a jadrovej elektrárne Paks

Základné zaťaženie znečistenia ovzdušia namerané v rokoch 2012-2013 zahrňuje aj vplyv nerádioaktívnych emisií Jadrovej elektrárne Paks. Ak k výsledkom meraní základného stavu pridáme aj výsledky získané modelovaním samostatných účinkov Paks II., tak dostaneme spoločné účinky Paks II. a Jadrovej elektrárne Paks.

Látky znečisťujúce ovzdušie	Základné zaťaženie ovzdušia	Paks II. - max. hodinové koncentrácie skúšobnej prevádzky dieselových generátorov	Spoločná vplyv Paks II. a Jadrovej elektrárne Paks	Limitné hodnoty znečistenia ovzdušia hodinový
	(µg/m^3)			
Oxidy dusíka (NO_x)	30	15	45	100
Oxid uhoľnatý (CO)	525	107	632	10 000

54. tabuľka: Priamy vplyv súčasného prevádzkovania Paks II. a jadrovej elektrárne Paks na kvalitu ovzdušia

Z výsledkov je zrejmé, že ani vplyv nerádioaktívnych látok vypustených do ovzdušia spôsobených samostatnou prevádzkou Paks II, a spoločnou prevádzkou Paks II. a Jadrovej elektrárne Paks meritórne nezmení existujúce pomery znečistenia ovzdušia, v prípade obývaných území bude kvalifikovaný ako *tolerovatelný-neutrálny.*

17.4 ZHRNUTIE

Na základe podrobných výsledkov modelovania sa dá konštatovať, že vplyv zriadenia sa vzťahuje na areál a jeho bezprostrednú blízkosť, aj v prípade konzervatívnych meteorologických okolností.

Nie je pravdepodobný vplyv znečistenia ovzdušia pochádzajúceho z cezhraničných nerádioaktívnych emisií produkovaných počas zriadenia a prevádzky Paks II., resp. počas spoločnej prevádzky Paks II. a Jadrovej elektrárne Paks.

18 ŽIVÉ ORGANIZMY-EKOSYSTÉM

18.1 VEGETÁCIA A FLORISTICKÁ CHARAKTERISTIKA OKOLIA JADROVEJ ELEKTRÁRNE

Z hľadiska štruktúry krajiny je 3 km oblasť Jadrovej elektrárne Paks dosť heterogénna. Pomer vysadených

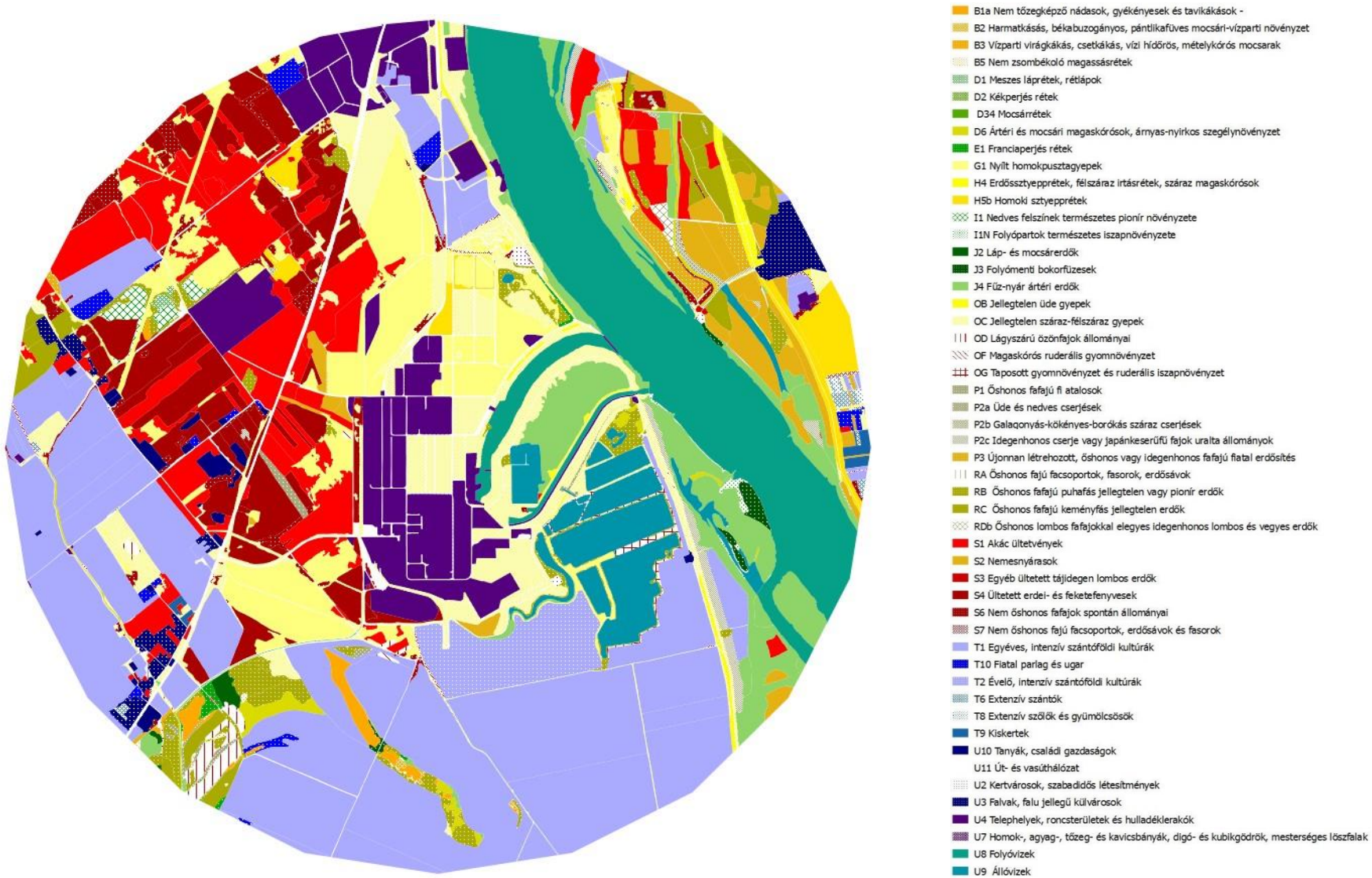
listnatých a ihličnatých lesov, ako aj poľnohospodárskych území je značný. Zaberajú väčšie územie rôzne vodné plochy a čoraz ohrozenejšie travinnobylinné porasty na pieskoch, a okrem toho je značný pomer zastavaných území. Všeobecne je charakteristická degradácia územia, zníženie alebo zánik častí trávnatých plôch na pieskok. Je charakteristická prítomnosť nepôvodných druhov rastlín, ako aj značný výskyt invazívnych druhov. V zóne je hodnotným, rozsiahlejším súvislým prirodzeným územím rieka Dunaj a jej pobrežie, a aluviálny les pri Dunaszentgyörgy.

Porovnaním podielu skupín ekologických ukazovateľov sa dá zistiť, že sa v posledných viac ako 10 rokoch nezmenil významne charakter flóry tohto územia. V skúmanej oblasti dominujú druhy ruderálnej skupiny, ale je značný aj pomer druhov tolerantných voči stresu. To všetko potvrdzuje, že oblasť je pod intenzívnym antropogénnym vplyvom.

Na území plánovanej elektrárne sa nachádzajú nevýrazné suché a polosuché trávnaté plochy. Trávnaté plochy sú skoro bez výnimky strihané populácie, s mnohými druhmi burín, a napriek tomu, že sa čiastočne nachádzajú na piesku, druhy tamojších porastov z nich chýbajú. Časté sú čerstvé rušenia v populáciách.

85. obrázok: Degradovaný trávnik s kamennými dlaždicami na území dotknutom výstavbou

Na prístupovom území sú charakteristické piesočnaté stepné lúky, pionierske lesy alebo nevýrazné lesy s pôvodnými druhmi mäkkých drevín a otvorené piesočnaté trávnaté plochy. V blízkosti kanála studenej a teplej vody sa na nepokrytých častiach nachádzajú na nízko strihané, alebo na druhotnom povrchu rastúce suché trávnaté plochy, resp. burinaté, čerstvé trávnaté plochy. Na ostrove medzi kanálmi je charakteristický lužný les tvorený vŕbami a topoľmi.



86. obrázok: Vegetačná mapa 3 kilometrového obvodu jadrovej elektrárne Paks

B1a Trstinové porasty, pálky a škripince jazerné
B2 Vegetácia močarísk na vodných brehoch
B3 Močariská na vodných brehoch s ostricami, žabníkmi skorocelovými
B5 Vysoké lúky
D1 Vápenaté aluviálne lúky,
D2 Lúky s Molíniou
D34 Močariská
D6 Aluviálne a močaristé vysoké buriny, mokré lemujúce rastliny
E1 Lúky s ovsíkom obyčajným
G1 Otvorené piesočnaté lúky
H4 Lesné stepné lúky, polosuché
H5b Piesočnaté stepné lúky
I1 Prirodzené pionierske pásmo mokrých povrchov
I1N Prirodzená vegetácia riečnych pobreží
J2 Močaristé lesy
J3 Vŕby na pobreží riek
J4 Lužný les tvorený vŕbami a topoľmi
OB Nevýznamné čerstvé trávy
OC Nevýrazné suché-polosuché trávy
OD Populácie mäkkých invazívnych druhov
OF Vysoká ruderálna burina
OG Podupaná burina a ruderálna bahenná vegetácia
P1 Pôvodné mladé dreviny
P2a Čerstvé mokré kríky
P2b Suché kríky hlohov, trniek, borievok
P2c Populácie prevažne s nepôvodnými kríkmi a druhy Fallopie
P3 Čerstvo zriadené mladé lesy pôvodnými alebo nepôvodnými druhmi
RA Skupiny lesov, lesných pásov a stromoradí
RB Nevýrazné mäkké lesy alebo pionierske lesy s pôvodnými druhmi
RC Nevýrazné lesy tvrdých drevín pôvodných druhov
RDb Listnaté a miešané lesy pôvodných a nepôvodných druhov
S1 Vysadené stromy agátov
S2 Vzácne topole
S3 Iné vysadené listnaté lesy nepôvodné
S4 Vysadené lesy borovice lesnej a čiernej

S6 Spontánne populácie nepôvodných druhov
S7 Skupiny lesov, lesných pásov a stromoradí nepôvodných druhov
T1 Jednoročné, intenzívne poľnohospodárske plodiny
T10 Mladé
T2 Viacročné intezívne poľnohospodárske plodiny
T6 Extenzívne polia
T8 Extenzívne vinice a sady
T9 Malé záhradky
U10 Majer, rodinné hospodárstva
U11 Cestná a železničná sieť
U2 Vilová štvrť, voľnočasové objekty
U3 Dediny, predmestia dedinského charakteru
U4 Vrakoviská, areály, skládky odpadu
U7 Bane: piesok, íl, spraš, štrk, vyhĺbené jamy, umelé sprašové steny
U8 Rieky
U9 Jazerá

18.2 ÚZEMIA NATURA 2000 V 10 KM OKOLÍ JADROVEJ ELEKTRÁRNE

Územia Natura 2000 nachádzajúce sa v 10 km lokalite Jadrovej elektrárne Paks:

Tolnai-Duna (HUDD20023): Územie spadajúce do 10 km okruhu lužného lesa

Dunaszentgyörgyi (HUDD20072): 328,03 ha

Pestré šafranové pole pri Paksi (HUDD20071): 91,16 ha

Lúky Tengelic (HUDD20070): 466,35 ha

Syslovské pole pri Paksi (HUDD20069): 352,14 ha

Sprašové údolia Közép-Mezőföld (HUDD20020): Niekoľko 10 ha územie juhovýchodné územie spadajúce do 10 km kruhu

Paks II. priamo vplýva na jedno Natura 2000 územie, Tolnai Dunaj. Úzky pás pozdĺž pobrežia dotknutý plánovanou rekuperačnou elektrárňou a objektom na zníženie energie, je lužný les značne ovplyvnení vodou, a druhoradá degradovaná trávnatá plocha na svahu hrádze, ktorá nemá environmentálnu hodnotu. Na území Natura 2000 sa nenachádza chránený a kritériový druh rastlín. Poschodie korún stromov vŕbovo-topoľových lužných lesov tvoria väčšinou topoľ čierny a vŕba biela. Krovitú etáž tvoria hlavne ostružina ožinová a beztvarec krovitý. V úseku, ktorý je priamo dotknutý investíciou na bylinnom poschodí dominujú okrem invazívnej rastliny zlatobyľ obrovská výlučne nitrofrekventné druhy.

87. obrázok: Lužný les tvorený vŕbami a topoľmi na ostrove medzi kanálmi

18.3 VPLYV PAKS II.NA FLÓRU

18.3.1 VPLYV A OBLASŤ VPLYVU VÝSTAVBY

Účinok na vegetáciu

Na stavenisku sa nevýrazné suché a polosuché trávnaté plochy vytratia v dôsledku úpravy terénu. Tieto biotopy sú plné buriny, degradované a rušené, ich prirodzený charakter skoro neprevyšuje najnižšiu 1. kategóriu. Chránené druhy tu biomonitoring nenašiel. Na územiach zaradených do kategórie „Vrakoviská, areály, skládky odpadu“ sa environmentálna hodnota nenachádza.

Využívanie územia medzi kanálmi studenej a teplej vody, a vytvorenie rekuperačnej elektrárne a objektom na zníženie energie bude spojené s čiastočným výrubom stromov súčasného vŕbovo-topoľového lužného lesa. Prirodzenosť lesa je dobrá, je to spoločenstvo rýchlej dynamiky, schopnosť regenerácie - pri súčasných hydrologických podmienkach - je priaznivej prognózy.

Hlavné rastlinné spoločenstvá dotknuté výstavbou diaľkového vedenia spojeného s investíciou: jednoročné, intenzívne poľnohospodárske plodiny, nevýrazné suché a polosuché trávnaté plochy, spontánne populácie nepôvodných druhov, vysadené stromy agátov, borovice lesnej a čiernej, burinaté, degradované otvorené piesočnaté lúky. Vymedzenie miesta stĺpov bolo realizované zohľadnením environmentálnych aspektov, z toho dôvodu netreba počítať pri výstavbe stĺpov so zničením vzácnych rastlinných spoločenstiev.

Poškodenie biotopov

Na prístupovom území Paks II. a v pásme výstavby diaľkového vedenia sa biotopy stávajú pre zhutnenie pôdy nepriaznivejšie, počas stavebných prác treba počítať s pošliapaním rastlín a ich čiastočným poškodením. Hydrologické pomery zhutnenej pôdy sú nepriaznivejšie, rastliny ťažšie odolávajú suchým obdobiam.

88. obrázok: Tráva s kavyľom na území jadrovej elektrárne Paks

Hlavné dotknuté biotopy

Prístupové územie: nevýrazné suché, polosuché trávnaté plochy, otvorené piesočnaté lúky, piesočnaté stepné lúky, pionierske lesy alebo nevýrazné lesy s pôvodnými druhmi mäkkých drevín, spontánne populácie nepôvodných drevín, lúky s ovsíkom obyčajným.

Trasa diaľkového vedenia: jednoročné, intenzívne poľnohospodárske plodiny, nevýrazné suché a polosuché trávy, spontánne populácie nepôvodných druhov, vysadené stromy agátov, borovice lesnej a čiernej, otvorené piesočnaté lúky, pionierske lesy alebo nevýrazné lesy s pôvodnými druhmi mäkkých drevín, vysadené skupiny stromov, lesných pásov a stromoradí nepôvodných druhov, piesočnaté stepné lúky, cestná a železničná sieť

Z hľadiska ochrany prírody sú cennejšie otvorené piesočnaté lúky a piesočnaté stepné lúky. Tieto lúky sú v rôznej miere degradované a to určuje aj ich schopnosť regenerácie. Prirodzenejšie časti sa lepšie regenerujú, hlavne ak sa v blízkosti nachádza zdroj propagulum, malý les (s pôvodnými druhmi). Degradované trávnaté plochy sa regenerujú oveľa ťažšie, resp. ťažko. Okrem pošliapania sú obmedzujúcim faktorom sucho a rast invazívnych druhov.

Dotknutosť chránených druhov

Potenciálne dotknuté druhy žijúce na otvorených piesočnatých lúkach a piesočnatých stepných lúkach:

Na území elektrárne: kavyľ perovitý *(Stipa pennata)*, kavyľ piesočný *(Stipa borysthenica)*, nevädza *(Centaurea arenaria)*, silenka dneperská *(Silene borysthenica)*

Pozdĺž trasy elektrického vedenia:nevädza *(Centaurea arenaria)*, plošticosemä lesklé *(Corispermum nitidum*), kavyľ perovitý *(Stipa pennata)*, kavyľ piesočný *(Stipa borysthenica)*, klinček neskorý *(Dianthus serotinus)*, silenka dneperská *(Silene borysthenica)*

89. obrázok: Klinček neskorý (Dianthus serotinus)

Priama oblasť vplyvu zriadenia z hľadiska rastlinných spoločenstiev a chránených druhov rastlín sa nachádza na prístupovom území investície, na všetkých súvisiacich stavebných plochách (vrátane ostrova a brehu Dunaja), a pásu výstavby diaľkového vedenia. Nepriama oblasť vplyvu procesov pôsobiacich na vegetáciu je prístupové územie investície, všetky súvisiace stavebné plochy (vrátane ostrova a brehu Dunaja), niekoľko 100 m okolie areálu Jadrovej elektrárne Paks (max. 500 m, v Z a J smere cca. 300 m), pás výstavby diaľkového vedenia a jeho ďalšie max. 100 m okolie. Zriadenie Paks II. Z botanického hľadiska nemá cezhraničný vplyv.

18.3.2 VPLYV A OBLASŤ VPLYVU PREVÁDZKY

V období prevádzky je pravdepodobné, že na husto zastavanom území elektrárne budú vysadené trávnaté plochy v upravenom okolí, a vytvorené druhoradé, degradované trávnaté porasty. Na prístupovom území na regenerovaných povrchov po dokončení investície sa na oplotených plochách využívaných hospodárením pri zachovaní krajinného charakteru, môže prirodzená vegetácia nerušene vyvíjať, a môže poskytnúť útočisko chráneným rastlinám. Počas prevádzkovania diaľkového vedenia, ktoré je súčasťou investície, budú platiť v bezpečnostnom pásme vedenia obmedzenia na pestovanie rastlín. Vplyv elektrárne spôsobujúci kolísanie hladiny vody a zmeny teplôt nebude mať dokázateľný účinok na vegetáciu. Nepriame účinky pochádzajúce z elektrárne, ako napr. vplyv usadenia látok znečisťujúcich ovzdušie, sú z botanického hľadiska zanedbateľné.

Priama oblasť vplyvu prevádzky z hľadiska rastlinných spoločenstiev a chránených rastlín sa týka celého územia Paks II. (vrátane prístupového územia), bezpečnostného pásma diaľkového vedenia, okolia objektu na zníženieenergie a rekuperačnej elektrárne. Nepriama oblasť vplyvu prevádzky z hľadiska rastlinných spoločenstiev

a chránených druhov rastlín sa prakticky zhoduje s priamou oblasťou vplyvu, resp. potenciálne môže byť dotknutá aj územím vplyvu znečistenia ovzdušia. Prevádzkovanie z botanického hľadiska nemá cezhraničný vplyv.

18.3.2.1 Vplyv a oblasť vplyvu prevádzkových porúch, nehôd

Lokálne prevádzkové poruchy, nehody v areály sa netýkajú oblastí s vzácnym rastlinným povrchom, zaujímavým z hľadiska ochrany prírody. Z havárií, ktoré nespôsobujú rádioaktívne emisie, znamenajú havárie spojené s požiarom zničenie, likvidáciu vegetácie v postihnutej oblasti. Havárie týkajúce sa vôd a vodných systémov spojených s Dunajom, môžu spôsobiť poškodenie rastlín a rastlinných spoločenstiev žijúcich v pobrežnom pásme Dunaja. Príležitostné emisie nerádiologického charakteru z botanického aspektu nemajú cezhraničný vplyv.

18.3.3 VPLYV A OBLASŤ VPLYVU ODSTAVENIA

Treba počítať s dotknutosťou rastlín a biotopov regenerovaných počas prevádzky elektrárne v oblasti demolácie, na rastlinách sa môže usadiť prach, môžu sa dostať do ovzdušia znečisťujúce látky pracovných mechanizmov. Poškodenie biotopov počas demolácie je potenciálnym zdrojom šírenia invazívnych druhov. To, v akej miere sa opätovne ujme flóra a fauna na území, závisí od miery rekultivácie. Územie elektrárne je ale celkovo dosť malé na to, aby odstavenie spôsobilo značnú zmenu prostredia. Trasa elektrického vedenia je značne ohrozená zaburinením a šírením invazívnych druhov, ktoré znamenajú najväčšiu hrozbu pre pôvodné piesočnaté biotopy. V prípade odstavenia elektrárne vyššie uvedené negatívne účinky zaniknú.

18.4 VPLYV PAKS II.NA FAUNU

18.4.1 VPLYV A OBLASŤ VPLYVU VÝSTAVBY

Zriadenie Paks II. má priamy vplyv na fauna. Až 37 % vodných makrozoobentos druhov nachádzajúcich sa v riešenom úseku Dunaja, je invazívnych. Medzi chránené druhy patria 3 druhy vodných slimákov, 4 druhy mušlí, 2 druhy vážok a 1 druh podenky. Druh prioritného európskeho významu je korýtko riečne (Unio crassus), ktoré je kritériovým druhom územia Natura 2000 Tolnai-Dunaj, a má celoštátnu ochranu. Jeho prítomnosť je niekoľkonásobne potvrdená, ale o veľkosti a dynamike populácie na dotknutom území máme málo informácií. Preto by bolo dôležité v budúcnosti cieleným monitoringom sledovať vývoj populácie korýtka riečneho v danom úseku. Klinovka žltonohá *(Gomphus flavipes)* je indikátorovým druhom dolných úsekov väčších tokov, kritériovým druhom Natura 2000. Vo všetkých štátoch Európy je na ústupe, ale v riešenom území žije stabilná populácia. Podenka nížinná (Ephoron virgo) je tiež chránený druh.

Práce, ktoré sa majú počas rozšírenia úseku kanála studenej a teplej vody realizovať môžu mať rôzne dopady na kvalitu vody a vodný ekosystém, vrátane pravdepodobne aj na vyššie spomínané druhy, ale len dočasne. V dôsledku stavebných prác kanála studenej a teplej vody budú pravdepodobne z územia migrovať, ale po ukončení prác sa môžu vrátiť. Zriadenie nového kanála teplej vody môže vytvoriť ďalšie, priaznivé, rôznorodé podmienky pre ryby.

Pred začatím výstavby sa navrhuje podrobnejší prieskum fauny dotknutého úseku pobrežia Dunaja, do ktorého majú zasahovať technické práce, a počas prevádzkovania je nutné realizovať monitoring. (Tu treba poznamenať, že nové miesto kanála teplej vody bude spojené so zánikom menšieho množstva vodných živočíšnych druhov a biotopov - vrátane aj obojživelníkov - ako predchádzajúce miesto, plánované na ostrovy Uszódi).

Zriadenie Paks II. bude mať vplyv v dôsledku zabratia územia na skupiny hmyzu silne spojené s vegetáciou, na rovnokrídlovce, na jednotlivé motýle, na povrchové článkonožce. Z rovnokrídloviec sú hlavne dotknuté chránené druhy koník stepný *(Acrida ungarica*), a koník barbarský *(Calliptamus barbarus*) *a celoštátne veľmi zriedkavý* druh koník malý (Omocestus minutus). Je potrebné poznamenať, že dva celoštátne chránené druhy koníkov nepatria medzi celoštátne ohrozovaných druhov. Napríklad na Dolnej zeme (Alföld) sa miestami vyskytujú vo veľkých skupinách. Ohľadom motýľov je územie staveniska a oblasť rozšírenia kanálov studenej a teplej vody už aj pred zásahom mimoriadne chudobné na druhy. Chránené druhy motýľov sa v týchto oblastiach nenachádzajú okrem niekoľkých jedincov ohniváčika veľkého *(Lycaena dispar)*, ale populáciu tohto druhu práce celkom určite neovplyvňujú nepriaznivo. Z toho dôvodu v súvislosti s motýľmi na stavenisku nie je potrebné realizovať mimoriadne

opatrenie. Populácie chránených druhov, ktoré sa vyskytujú na ostrove (bielopásovec hrachorový (*Neptis sappho*), babôčka pávooká *(Nymphalis io)*, babôčka zubatokrídla *(N. c-album)*, babôčka admirálska *(Vanessa atalanta), stužkavec modrý* (Catocala fraxini)*, a oosbitne chránený dúhovec menší* (Apatura metis) nie sú ohrozené. Po narušení územia sa rýchlo vrátia späť z okolitých oblastí. Počas odstraňovania vrstvy humusu treba počítať s dotknutosťou pôdnej fauny a živočíchov žijúcich v pôde, so zvýšenou premávkou a udupaním pôdy. Na území sa nachádzajú dva chránené druhy, na ostrove bystruška zrnitá (*Carabus granulatus*) a na prístupovom území strehúň balkánsky *(Geolycosa vultuosa)*. Žiadny z týchto druhov nie je vzácny, nachádzajú sa v maďarských biotopoch, všade kde majú ideálne podmienky. Pokles objemu hmyzu poškodzuje zdroj potravy netopierov.

Ak sa počas prác zachová vegetácia na susedných škvrnách dotknutých území, tam môžu druhy týchto skupín viac-menej preklenúť obdobie výstavby, respektíve pionierska vegetácia, ktorá vznikne na mieste odstránených rastlín a dobre znáša rušenie môže slúžiť ako prechodné miesto na život pre časť týchto druhov, síce silné rozšírenie invazívnych rastlín to môže nepriaznivo ovplyvniť. Ak je celé prístupové územie, ako biotop, ovplyvnené, tamojšie populácie vyššie uvedených druhov odhadovaného množstva môžu naďalej pretrvávať na susedných, podobných plochách biotopov.

V súvislosti s prácami potrebnými k inštalácii stĺpov elektrického vedenia na veľkej ploche odstránia vegetáciu. Na rastliny bude mať značný vplyv aj odstránenie humusu a drevín. Pozdĺž trasy budúcich elektrických vedení v škvrnách trávnatých plôch na pieskoch sa pravdepodobne dá nájsť aj chránený koník stepný *(Acrida ungarica)*, a koník barbarský *(Calliptamus barbarus)a celoštátne zriedkavý koník malý* (Omocestus minutus). Pri výstavbe zmizne ich biotop, ako aj biotopy druhov pestroň vlkovcový (*Zerynthia polyxena)*, babôčka pávooká *(Nymphalis io)*, babôčka zubatokrídla *(N. c-album)*, babôčka admirálska *(Vanessa atalanta)*, perlovec červený (*Argynnis pandora)*, spriadač kostihojový *(Euplagia quadripunctaria)*, mora chondrilová (*Cucullia balsamitae*) *a mora striebristá* (Cucullia argentea).

90. obrázok: Spriadač kostihojový (Euplagia quadripunctaria)

Pri vyznačení stĺpov diaľkového vedenia zohľadnili časti cennejších piesočnatých lúk, čím minimalizovali škody vzťahujúce sa na rovnokrídlovce, motýle a povrchové článkonožce pri osadzovaní stĺpov. Treba upozorniť aj na to, že v oblastiach pod stĺpmi elektrického vedenia môžu v dôsledku vhodného zaobchádzania vzniknúť cenné biotopy piesočnatých lúk, a to dlhodobo. Zásahy pozdĺž trasy umožňujú rozšírenie trávnatých plôch, na úkor nepôvodných druhov rastlín. V súvislosti s tým sa dá očakávať, že na mieste odstránených agátových a borovicových drevín sa opäť uchytia trávnaté porasty, a tým sa opäť udomácnia chránené druhy rovnokrídloviec a motýľov.

Na území jadrovej elektrárne Paks sa vyskytuje pomerne mnoho druhov obojživelníkov, plazov a vtákov, lebo v jednej časti lokality (napr. prístupové územie, ostrov) sa realizovalo od výstavby pomerne málo zásahov. Obojživelníky a plazy sú dotknuté počas zemných prác (hlavne ak sa práce realizujú v období vegetačného pokoja, od novembra do marca). Počas úprav terénu realizovaných v aktívnom období obojživelníkov a plazov časť jedincov je schopná utiecť z územia, môžu sa premiestniť po okraji lokality, kde možno nájdu priestor pre život. Stroje môžu usmrtiť zvieratá. Po zotmení sa obojživelníky presunú na zohriaty betón, kde je riziko kolízie zvýšené, veď práce na elektrárni pokračujú aj cez noc.

Výstavba blokov Paks II. má dopad na druhy vtákov, ktoré sa v lokalite nachádzajú, hniezdia a živia, ako aj ich miesta obživy a hniezdenia. Investičné a prístupové územia v súčasnosti slúžia ako veľmi dobré potravinové miesta pre mnoho druhov vtákov európskeho významu (napr. bocian čierny *(Ciconia nigra)*, ľabtuška poľná *(Anthus campestris*), lelek lesný*(Caprimulgus europaeus) a na území pravdepodobne hniezdiaceho ďatľa čierneho*

(Dryocopus martius)*, strakoša obyčajného* (Lanisu collurio).

91. obrázok: Skaliarik sivý (Oenanthe oenanthea) na riešenom území

Nárast hluku v postihnutých oblastiach bude mať vplyv na nasledujúce druhy vtákov európskeho významu, ktoré v lokalite hniezdia a zháňajú potravu: kaňa močiarna *(Circus aeruginosus)*, ďateľ čierny *(Dryocopus martius)*, ďateľ prostredný *(Dendrocopos medius)*, škovránok stromový *(Lullula arborea)*, muchárik bielokrký *(Ficedula albicollis)*, lelek lesný *(Caprimulgus europaeus*), strakoš obyčajný *(Lanius collurio*), bocian čierny *(Ciconia nigra*), ľabtuška poľná *(Anthus campestris*), orliak morský *(Haliaeetus albicilla*). Všetok odpad, ktorý vznikne počas výstavby môže byť zdrojom nebezpečenstva pre druhy vtákov, ktoré tam nachádzajú potravu a hniezdia, čo môže spôsobiť hoci aj úhyn (väčšie vtáky spojené s vodou sa môžu zapliesť do obalových materiálov, menší odpad môže skončiť v tráviacej trubici vtákov, atď.).

Výstavba blokových vedení a podstavce budúceho elektrického vedenia bude mať vplyv aj na druhy vtákov hniezdiacich v blízkom a širšom okolí v lokalitách pozdĺž vedenia, hlavne na sokolotvaré *(Falconiformes)*, vrabcotvaré *(Passeriformes)*, hrabavce *(Galliformes) a sovy* (Strigiformes).

Výstavba elektrických systémov bude mať dopad na nasledovné druhy vtákov európskeho významu: haja červená *(Milvus milvus)*, haja tmavá *(Milvus migrans)*, kaňa močiarna *(Circus aeruginosus*). Okrem toho treba počítať aj účinkami na myši kopčiarky.

Netreba počítať s tým, že nepriame dopady v prípade vodnej fauny a motýľov budú významné,a budú sa môcť odlíšiť od prirodzenej fluktuácie. V dôsledku zmenenej vegetačnej štruktúry môže vzniknúť menej cenná fauna rovnokrídloviec, a môže sa rozšíriť aj do nerušených území. Zmeny v spoločenstve článkonožcov spojené so zmenou vegetácie, môžu byť nepriaznivé pre obojživelníky a plazy, môže viesť k zníženiu zdrojov ich potravy. V spoločenstvách žijúcich na povrchu pôdy sa môžu objaviť a rozšíriť aj invazívne, resp. synantropné druhy (spojené s ľuďmi). Zníženie počtu populácie izolovaných druhov môže viesť k ich zániku, alebo ku genetickým zmenám. Izolovanie populácie (fragmentácia) znamená potenciálnu hrozbu pre obojživelníky a plazy, a do určitej miery aj pre vtákov malých rozmerov, vtákov zaisťujúce svoje teritória a druhy hniezdiace na území. Fragmentácia biotopov sa bude nepriamo týkať predovšetkým druhy vtákov spoločenského významu, ktoré hniezdia na dotknutom území: ďateľ čierny *(Dryocopus martius)*, škovránok stromový *(Lullula arborea)*, muchárik bielokrký *(Ficedula albicollis)*, ľabtuška poľná *(Anthus campestris),* strakoš obyčajný *(Lanius collurio)*, lelek lesný *(Caprimulgus europaeus)*, chrapkáč poľný *(Crex crex)*.

V dôsledku hluku, prachu a znečistenia ovzdušia sa pravdepodobne väčšina druhov obojživelníkov a plazov odsťahuje do vzdialenejších oblastí. Lietajúci prach sa usadí na rastliny, a direktným spôsobom ovplyvňuje ich vývoj, a indirektným spôsobom aj tam žijúce vtáctvo. Zvýšenie úrovne hluku môže byť problém pre žaby, pretože sa samičky nebudú vedieť orientovať podľa zvukov samcov, čo ovplyvňuje aj reprodukčný úspech. Vzácnejšie vtáky, (bocian čierny *(Ciconia nigra)*, ľabtuška poľná*(Anthus campestris)*, orliak morský *(Haliaeetus albicilla)lelek lesný* (Caprimulgus europaeus)) ktoré sa bránia hlučným miestam môžu opustiť svoj súčasný biotop, ich miesta môžu prevziať iné menej cenné druhy vtákov, ktorým hluk nevadí. V dôsledku blokových vedení môže nastať porucha v embryonálnom vývoji obojživelníkov. Nočné umelé svetlo vplýva na orientáciu žiab, mlokov, salamandier, na ich stratégiu získavania potravy, na reprodukciu a rast, na ich vývoj.

Vyššie uvedené priame a nepriame vplyvy sa budú týkať celého areálu Jadrovej elektrárne Paks a Paks II., vrátane trasy nového vedenia vysokého napätia, jej dvesto metrového okolia, trasy dodávok, úseku Dunaja pod výpustom kanála teplej vody, resp. tam sa nachádzajúcej fauny.

Práce počas zriadenia pravdepodobne nebudú mať cezhraničný vplyv na faunu. Takýto vplyv sa nedá očakávať ani počas bežnej prevádzky Jadrovej elektrárne Paks, Paks II., resp. ani ich spoločnej prevádzky.

Na základe doterajších štúdií sa dá predpokladať, že zásahy týkajúce sa Dunaja budú mať vplyv na faunu makrozoobentosov. Ich inventarizácia, realizácia potrebných krokov monitorovania fauny sa rozhodne odporúča ešte pred začatím výstavby. Konkrétne návrhy ochrany životného prostredia je možné poskytnúť v závislosti od výsledkov monitorovania.

92. obrázok: Mušle a slimáky na brehu Dunaja v Paksi

Vo všeobecnosti sa dá povedať, že počas prác týkajúcich sa koryta Dunaja, je nutné podľa možnosti obmedziť činnosť ovplyvňujúcu pobrežie a rušiacu prirodzené okolie, na možnú najmenšiu oblasť. Pokiaľ ide o špecifické environmentálne opatrenia týkajúcich sa rýb počas zriadenia Paks II, tie nie sú nutné, lebo väčšina rýb sa môže pred zásahmi bagrovania na brehu, atď. z oblasti odsťahovať.

V záujme zachovania vzácnych druhov rovnokrídloviec v lokalite stavby, resp. v častiach zachovaného biotopu je dôležité udržiavanie priaznivých podmienok pre ich populáciu, resp. je dôležité tieto podmienky zlepšiť. To znamená predovšetkým zlepšenie stavu biotopov piesočnatých lúk v okolí Jadrovej elektrárne Paks, zastavenie zníženie ich územia, prípadne jeho rozšírenie, a zastavenie šírenia glejovky americkej a agátu.

Výstavbou blokových vedení sa môžu nepriaznivé účinky na vtákov zmierniť vhodnou izoláciou stĺpov a káblov, tým sa zníži počet vtákov zasiahnutých elektrickým prúdom. Obnovenie pôvodnej piesočnatej vegetácie a príslušnej fauny v lokalite pod elektrickým vedením je realizovateľnou úlohou rekonštrukcie biotopu, ktorá si vyžaduje komplexné environmentálne opatrenia. Považujeme za užitočné zasiať územie semenami nazbieranými z okolia, tým sa prispeje k rehabilitácii krajiny. Tieto zásahy urýchlia aj návrat chránených a cenných druhov hmyzu. Rekultiváciou je možné zvýšiť počet a rozsah vhodných hniezdisk vtákov.

Z oblasti staveniska treba odborne zachytiť čím väčšie množstvo jedincov obojživelníkov, plazov a netopierov a presídliť ich do blízkeho nerušeného biotopu. Keďže všetky druhy obojživelníkov a plazov sú chránené, treba dbať na to, aby sa zemné práce nerealizovali počas zimnej hibernácie, ale od jari do jesene, keď sú už aktívne pohybujúce sa jedince schopné uniknúť z tejto lokality. Práce by mali podľa možnosti napredovať od centra dotknutého územia po okraj, nemali by sa tvoriť stojaté vody, hluk by sa mal zmierniť hlavne počas jarného reprodukčného obdobia obojživelníkov a vtákov. Ideálne obdobie realizácie prác z hľadiska vtákov je mierne v rozpore s obdobím vhodným pre obojživelníky a plazy. V prípade vtákov je priaznivé pracovať od jesene do jari, kým v prípade obojživelníkov a plazov sú ideálne práce od jari do jesene. Problém nie je možné odborne vyriešiť z aspektov hodnotenia ekologických rizík. To je už oblasť riadenia rizika.

93. obrázok: Bohatý vtáčí svet v okolí elektrárne

Vhodným uskladnením odpadkov, ktoré z hľadiska vtákov znamenajú osobitné riziko (spotreba, mechanické účinky), sa môže ich negatívny vplyv znížiť.

Z hľadiska všetkých druhov zvierat je dôležité, aby počas výstavby bolo zachovaných čím viac zelených plôch. Ak je to možné, treba sa vyhnúť fragmentácie, rozdelenia biotopov. Treba podporiť, aby jednotlivé biotopy ostali navzájom prepojené (ekologický koridor). Z Dunajskej strany, oddelením časti územia s pôvodným povrchom terénu pri hrádzi, sa dá zabezpečiť pre rastlinné a živočíšne druhy možnosť prežitia, čo je osobitne dôležité z hľadiska chránených druhov.

Je mimoriadne dôležité nepretržité biologické monitorovanie územia. Doteraz realizované prieskumy znamenajú vhodné, korektné zistenie základného stavu (base-line), na čo je možné monitoring istotou postaviť. Pomocou monitoringu sa neskôr prípadné problémy dajú včas zistiť a korigovať.

18.4.2 VPLYV A OBLASŤ VPLYVU PREVÁDZKY

Z faktorov vplyvu bežnej prevádzky sú z hľadiska makrozoobentosu žijúceho vo vode Dunaja v regióne pobrežia účinky zohriatej chladiacej vody vypúšťanej do rieky prioritne dôležité. Niekoľkoročná prax fungovania Jadrovej elektrárne Paks dokazuje, že limity teploty vody sa dali zachovať aj v prípade, keď sa periódy najvyššej teploty a najnižšej hladiny vody zhodovali. Účinky tepelného lúča sa týkajú celého úseku rieky pod elektrárňou (primárna výroba, degradácia, kyslíková rovnováha), ale vyššie teploty predpovedané pre hraničný úsek na pravom brehu budú pravdepodobne vplývať na spoločenstvá makrozoobentosu pásu pravého pobrežia. Vzhľadom na nejasnosti modelov zmien teploty predpovedané teploty vody Dunaja sú v každom prípade varovné, ale ich budúce účinky na spoločenstvá makrozoobentosu pásu pravého pobrežia je možné vyhodnotiť len všeobecne. Menej možno predvídať vplyv dodatočnej tepelnej záťaže v porovnaní s aktuálnym stavom, ktoré bude pravdepodobne ťažké oddeliť od procesov spôsobených teplotnými zmenami vody v dôsledku klimatických zmien. Kým sa ale dodatočná záťaž objaví len lokálne v úseku pod výpustmi, v páse cca. 1000 m k strednej línii Dunaja, teplotné zmeny môžu zásadne a neznámym spôsobom zmeniť štruktúru ekosystému Dunaja a procesov organizácie rôznych spoločenstiev. Čo sa týka vážok, ich larvy sa pravdepodobne objavia v úseku vzdialenejšom od výpuste.

94.obrázok: Klinovka žltonohá (Gomphus flavipes)

Počas prevádzky Paks II. v súvislosti s rybami treba osobitne zohľadniť účinky dvoch faktorov. Prvým je, že výdatnosť vody vypustenej do rieky sa zvýši, to zmení hydrologické pomery a morfologické pomery koryta, a tým sa budú meniť podmienky biotopu pre ryby. Druhým faktorom je zvýšenie teploty vody, čo ovplyvňuje dynamiku populácie rýb aj ich metabolické procesy. Očakávané hydrologické a morfologické zmeny koryta sa nemôžu považovať za škodlivé na ryby. Prítomnosť ďalšieho výpustu zapríčiní rôzne podmienky biotopu, čo môže spôsobiť aj lokálne zvýšenie počtu populácie rýb, podobne ako v okolí súčasne prevádzkovaného výpustu. Prevádzkovanie Paks II. môže lokálne ovplyvniť priestorové rozdelenie rýb, ale na dynamiku populácií Dunaja pravdepodobne nebude mať značný vplyv.

Po ukončení prác výstavby sa realizuje úprava terénu. To znamená, že tam postupne pribudnú nerušené plochy väčšinou suchých trávnatých porastov, aké sú v súčasnosti, a vytvoria sa nerušené biotopy. Na týchto územiach budú môcť predchádzajúce skupiny rovnokrídloviec a článkonožcov z povrchu pôdy sa opäť vrátiť z okolitých zanechaných častí biotopov. Tým sa tu môžu vytvoriť opäť cenné zoskupenia, ktoré sa udržia aj počas obdobia prevádzky.

Neočakáva sa udomácnenie chránených druhov motýľov. To isté platí aj pre otvorené, trávnaté plochy pozdĺž budúcich diaľkových vedení. K tomu je ale potrebné dlhodobé, niekoľko desaťročné, nerušené prostredie. Na ostrove sa nedá očakávať výrazná zmena v postavení tamojšej fauny motýľov z hľadiska ochrany prírody. Bežná prevádzka neovplyvní biotopy Syslovského pola pri Paksi ani lužného lesa pri Dunaszentgyörgyi, ani tamojšie druhy motýľov.

Pre obojživelníky a plazy prevádzka Paks II. pravdepodobne nebude mať priame škodlivé účinky. Dá sa očakávať návrat jednotlivých druhov. To je významný faktor, keďže všetky obojživelníky a plazy sú chránené.

95. obrázok: Jašterica zelená (Lacerta viridis) dobre znáša antropogénne rušenie

Čo sa týka vtákov, dá sa očakávať že sa objavia podobné druhy ako je súčasný stav. Vďaka relatívnej neporušenosti aj mnoho chránených a osobitne chránených druhov vtákov si nájde svoj biotop (hlavne ako miesto pre potravu). Diaľkové vedenie a zvýšený počet stĺpov sa môže považovať počas prevádzky za priebežný zdroj nebezpečenstva, ale stĺpy budú mať zároveň aj kladný účinok pre dravé vtáky, budú slúžiť ako posed.

V dôsledku zriadenia Paks II. okrem účinku zvýšeného tepelného zaťaženia Dunaja treba počítať aj s teplotnými zmenami spôsobenými globálnym oteplením, ich spoločný vplyv bude nutné v budúcnosti modelovať, monitorovať. Doterajšie výsledky výskumov naznačujú, že globálne zmeny môžu znížiť prispôsobivosť štruktúr súčasných vodných spoločenstiev. Treba zohľadniť aj to, že o účinkoch teplotných zmien na druhy makrozoobentosu máme len sporadické vedomosti. Na základe doterajších vedomostí sa dá vo všeobecnosti vyhlásiť, že zvýšenie teploty vody bude najviac vplývať na druhy, ktoré celý svoj život alebo len jednotlivé fázy vývoja sú viazané k jednému miestu (sesilné), majú radšej chladnejšiu vodu a sú menej tolerantné. Podobný vplyv sa dá očakávať v prípade pomaly sa pohybujúcich, menej mobilných druhov (napr. mäkkýše). Najmenej dotknuté sú mobilné druhy, najviac tolerantné. V dôsledku predpovedaného spoločného vplyvu klimatickej zmeny a vypúšťania teplej vody sa pravdepodobne zvýši výskyt invazívnych druhov obľubujúcich teplú vodu, prichádzajúcich z juhu po Dunaji smerom hore, aj čo sa týka ich počtu jedincov aj počtu druhov. Celkove sa môže zvýšiť produkcia celého systému (baktérie, riasy, atď.) a to ovplyvní cez potravinovú sieť, cez látkovú premenu fungovanie celého systému.

Usadenie znečisťujúcich látok emitovaných počas bežnej prevádzky elektrárne a účinky mierne zvýšenej hladiny hluku nebudú vykázateľné na faune motýľov. Prítomnosť ľudí a rušenie a zvýšená premávka prospieva výskytu a rozšíreniu živočíšnych druhov žijúcich na povrchu zeme, ktoré sú pod antropogénnym vplyvom, na územiach, ktoré nie sú priamo dotknuté investíciou. Množstvo znečisťujúcich látok vypúšťaných do ovzdušia sa môže zvýšiť v jednotlivých menej mobilných druhoch žijúcich na povrchu zeme pozdĺž hlavných dopravných trasách. Počas prevádzky Paks II. sa zvýši osobná a nákladná doprava, tým aj hluk, prach a znečistenie ovzdušia. Väčšina druhov obojživelníkov a plazov sa vyhýba týmto biotopom. Trasa nových vedení od blokov Paks II. môže časom pomôcť k usadeniu nových druhov jašteríc.

Účinky prevádzky Paks II. na vodné makroskopické bezstavovce (aj na osobitne skúmané vážky) sa dajú očakávať v malej miere pri vstupe studenovodného kanála a výstupe kanála teplej vody, ako aj v úseku Dunaja pod ním. Vstup zohriatej chladiacej vody bude pravdepodobne len lokálne (cca. 1 km úsek) ovplyvňovať štruktúru populácie rýb.

Priama oblasť vplyvu bežnej prevádzky sa vzťahuje z hľadiska rovnokrídloviec, motýľov, povrchových druhov článkonožcov a vtákov na celý areál elektrárne (vrátane prístupového územia) a na bezpečnostné pásmo diaľkového vedenia. Pre obojživelníky a plazy je areál Paks II. prvoradým územím.

Z hľadiska fauny sa nedá očakávať cezhraničný vplyv.

18.4.2.1 Vplyv a oblasť vplyvu prevádzkových porúch, nehôd

Prevádzkové poruchy môžu byť rôznorodé, preto môžu mať rôznorodý vplyv na faunu. Tie nie je možné komplexne prebrať, zaoberáme sa len najpravdepodobnejšími prípadmi. Zvýšenie teploty vody v dôsledku prevádzkovej poruchy spôsobí vo vodných ekosystémoch zníženie počtu stacionárnej populácie, a migráciu mobilných druhov. To môže spôsobiť zníženie počtu jedincov, či zánik chránených druhov, ako korýtko riečne *(Unio crassus)*, klinovka žltonohá *(Gomphus flavipes)*, podenka nížinná *(Ephoron virgo)*. Keďže značnú časť prostredia charakterizujú suché biotopy, rozsiahle požiare ich zvýšene ohrozujú. Ak v blízkosti elektrárne vypukne požiar, tam žijúce populácie zvierat sa môžu zraniť, respektíve ich skupiny žijúce v okolí elektrárne môžu zmiznúť. To platí najmä na ihličnaté porasty pozdĺž trasy diaľkových vedení. V prípade elektrického vedenia znamená nebezpečenstvo požiaru aj výskyt elektrických nábojov. Väčšina plynných zlúčenín, ktoré vzniknú počas požiarov (napr. izolačný materiál), sú toxické, ale aj usádzajúce sa zvyšky môžu byť jedovaté (napr. látky v popolčeku). Ropné látky vyliate na povrch pôdy môžu spôsobiť udusenie tam žijúcich zvierat. Odpadová voda obsahujúca nebezpečné chemikálie môže spôsobiť nezávisle od zloženia smrť alebo zníženú životaschopnosť. Všetky tieto účinky závisia od aktuálnych koncentrácií.

18.4.3 VPLYV A OBLASŤ VPLYVU ODSTAVENIA

V súvislosti s odstavením Paks II. je možné podať len veľmi hrubé ekologické odhady. Informácie dostupné v súčasnosti sú pomerne chudobné. Vplyv odstavenia vo veľkej miere závisí od technológie odstavenia.

Najväčší vplyv bude mať celková demolácia elektrární a súvisiacich zariadení (elektrické vedenia, atď.). V tomto prípade treba počítať s vplyvmi podobnej veľkosti a charakteru, ako pri výstavbe elektrárne. Ak technológia odstavenia si bude vyžadovať používanie väčších prístupových území, v dôsledku prác, ktoré sa tam realizujú sa pravdepodobne poškodia biotopy. Tieto škody počas neskorších rehabilitačných prác, podobne ako v prípade zriadenia, sa dajú rekultivovať, ak biotopyvrátia do ich pôvodného alebo tomu podobného stavu. Technologického podmienky toho ale v súčasnosti nie sú známe, tým pádom nie je možné vyriecť zmysluplné odhady.

19 NERÁDIOAKTÍVNY ODPAD

19.1 DRUHY A MNOŽSTVÁ ODPADU

Počas zriadenia, prevádzkovania a odstavenia Paks II. vzniknú nasledovné skupiny odpadov, samozrejme v jednotlivých fázach v rôznom pomere:

- stavebný a demolačný (inertný) odpad,
- nie nebezpečný priemyselný odpad,
- nebezpečný odpad,
- komunálny odpad.

Zriadenie Paks II.

V dôsledku pracovných postupov zriadenia (výstavba blokov jadrovej elektrárne, výstavba chladiaceho systému kondenzátora, výstavba úseku siete elektrického vedenia v areály) sa produkuje hlavne stavebný a demolačný (inertný) odpad, čo pre jednotlivé bloky znamená 5 ročné obdobia.

V najväčšom množstve vznikne pôda vyťažená pri vyhĺbení výkopovej jamy, a v porovnaní s tým menšie množstvá odpadov stavebných pomocných konštrukcií a pomocných látok.

Pracovné postupy zriadenia Paks II.	Množstvo	
	[m^3]	[t]
Výstavba blokov jadrovej elektrárne	820 000	1 476 000
Výstavba chladiaceho systému kondenzátora	570 000	1 026 000

Sieť elektrického vedenia		
zriadenie úseku v areály	150	270
zriadenie úseku mimo areálu	650	1170
celkom:	1 390 800*	2 503 440*

Poznámka:
* Množstvo vyťaženej zeme obsahuje aj množstvá, ktoré sa počas výstavby vrátia späť.

55. tabuľka: Odhadované množstvo zeme odstránenej zo staveniska počas výstavby Paks II.

Prevádzka Paks II.

Počas prevádzky jadrovej elektrárne v porovnaní s obdobím výstavby, sa v menšej miere budú produkovať nerádioaktívne odpady. Prevádzkové množstvá odpadov nájdete v nasledujúcej tabuľke. Okrem toho odpady vznikajú aj príležitostne, v dôsledku prác údržby a prestavieb, ktoré sa väčšinou nedajú vopred naplánovať, z toho dôvodu na ich odpady nebol vyhotovený kvantitatívny odhad.

Prevádzkový odpad Paks II.	Množstvo [t/rok]
Odpad, ktorý nie je nebezpečný	800
nebezpečný odpad	100

56. tabuľka: Odhadované množstvo prevádzkového odpadu Paks II.

Spoločná prevádzka Paks II. a jadrovej elektrárne Paks

Počas spoločného prevádzkovania dvoch jadrových elektrární množstvá odpadu, ktoré sa vyprodukujú sa počas trvania prevádzky zosumarizujú. Intenzita zosumarizovaného množstva sa bude ročne meniť, jednak v dôsledku kolísania vzniku ročného množstva odpadu, a jednak v dôsledku toho, že bloky Paks II. budú naštartované a bloky Jadrovej elektrárne Paks budú odstavené v rôznom období, a tiež v dôsledku rôznej dĺžky kampane. Z hľadiska vzniku odpadov bude najintenzívnejšie obdobie medzi rokmi 2030 a 2032, keď budú prevádzkované všetky bloky oboch jadrových elektrární, odhadované množstvá obsahuje .

	Nie nebezpečný odpad [t/rok]	Nebezpečný odpad [t/rok]
Jadrová elektráreň Paks	1434	276
Paks II.	800	100
celkom:	*~2240*	*~380*

57. tabuľka: Odhadované množstvá odpadov vznikajúce pri súčasnom prevádzkovaní Paks II. a jadrovej elektrárne Paks

Odstavenie Paks II.

V období odstavenia elektrárne budú vznikať väčšinou demolačné odpady; pravdepodobne vo veľkých množstvách. Vznikne asi 400 000–500 000 ton neaktívneho betónového odpadu počas búraní budov.

19.2 ZBER, SKLADOVANIE, VYUŽITIE A LIKVIDÁCIA ODPADOV

V areály Paks II. v každej etape jadrovej elektrárne treba zber odpadov realizovať spôsobom, ktorý vylúči znečistenie prostredia. Treba sa snažiť o separovaný zber odpadu v čo najväčšom pomere, jednotlivé druhy odpadu treba zbierať oddelene. Treba zabezpečiť zberné nádoby vhodného množstva a kvality na pracovisku. V súlade s príslušnými nariadeniami treba vyznačiť zberné miesta na pracoviskách, ako aj kontajnery pre zber priemyselného a nebezpečného odpadu. Treba zabezpečiť recykláciu odpadu v čo najväčšom množstve, v záujme toho, aby bolo potrebné čo najmenšiu časť odpadu likvidovať na skládkach.

Časť pôdy vykopanej z územia staveniska sa počas výstavby vráti späť.

Na umiestnenie zvyšnej zeminy existujú nasledovné riešenia:

- terénne úpravy v rámci areálu,
- využitie mimo areálu na účely terénnych úprav,
- odvoz na skládku, kde sa môže využiť na terénne úpravy alebo pokrytie.

Ak vykopanú zem - za účelom neskoršieho využitia - nie je možné okamžite odviezť, tak je nutné na území vyčleniť dočasnú skládku.

Odvoz odpadkov z areálu - na účely recyklácie alebo likvidácie - je možné realizovať v nasledovných typoch zariadení:

- separovaný zber komunálneho, priemyselného a stavebného-demolačného odpadu - recyklačné organizácie, spracovateľské závody,
- zmiešaný komunálny odpad - skládka komunálneho odpadu mesta Paks,
- stavebný a demolačný odpad - v areály alebo na externom mieste, skládka inertného alebo komunálneho odpadu, spracovateľské závody stavebného odpadu,
- termická recyklácia nebezpečného odpadu - spaľovne nebezpečného odpadu,
- likvidácia nebezpečného odpadu na skládkach - skládka nebezpečného odpadu.

Odvozom, recykláciou alebo likvidáciou rôzneho druhu odpadu treba v každom prípade poveriť organizáciu, ktorá disponuje s potrebným povolením podľa platných právnych predpisov.

19.3 VPLYVY A OBLASTI VPLYVU

19.3.1 PRIAME VPLYVY

Pre všetky etapy životnosti Paks II. sa dá vyhlásiť, že nepriame vplyvy sa môžu objaviť v miestach areálu, kde sa realizuje zber, skladovanie odpadov jadrovej elektrárne, ako aj pri vysypaní, vyliatí odpadu počas manipulácie s ním v rámci areálu. Faktor vplyvu môže spôsobiť zmenu v stave geologického prostredia, na povrchové a podzemné vody nevplýva.

Priamy vplyv prevádzky Paks II. a spoločnej prevádzky Paks II. a Jadrovej elektrárne Paks bude z hľadiska nakladania s nerádioaktívnym odpadom mierny.

Vplyvy zriadenia Paks II. sú intenzívnejšie v dôsledku veľkého množstva stavebného odpadu - predovšetkým zeme vyťaženej zo staveniska - a aj z dôvodu, lebo tento vplyv na životné prostredie v prípade jednotlivých blokov sa sústreďuje na 5 ročné obdobia, **ale priamy vplyvaj v tomto prípade ostáva znesiteľný, čo sa týka nakladania s nerádioaktívnym odpadom.**

19.3.2 NEPRIAME VPLYVY

V každej etape životnosti Paks II. sa dá interpretovať ako nepriamy vplyv odvoz odpadov z areálu na účely spracovania, resp. likvidácie, čiže ako faktor vplyvu sa bude hlásiť v blízkosti prepravných ciest (úsek cesty medzi S bránou elektrárne a skládkou komunálneho odpadu mesta Paks, ako aj príslušné úseky hlavnej cesty č. 6 a diaľnice M6). Preprava odpadu môže spôsobiť zmenu v stave geologického prostredia, v dôsledku znečisťujúcich vplyvov odpadkov, ktoré sa pozdĺž trasy prípadne vysypú, ďalej nastanú účinky týkajúce sa kvality ovzdušia pozdĺž príslušných cestných komunikácií, a tiež treba počítať so zvýšením hlukového zaťaženia pri všetkých činnostiach spojených s dopravou v súvislosti s elektrárňou.

Nepriama oblasť vplyvu vzniku nerádioaktívneho odpadu ostáva v každej fáze životnosti Paks II. v 50 - 100 m pásme pozdĺž trasy prepravy odpadu na cestných komunikáciach.

19.3.3 CEZHRANIČNÉ ENVIRONMENTÁLNE VPLYVY

Počas životnosti Paks II. ostanú environmentálne účinky vzniknutého nerádioaktívneho odpadu lokálne, nie je možné očakávať cezhraničný dopad.

20 MANIPULÁCIA S RÁDIOAKTÍVNYM ODPADOM A VYHORENÝMI PALIVOVÝMI

KAZETAMI, ICH ULOŽENIE

Zber, nakladanie, skladovanie, preprava rádioaktívneho odpadu, a nakladanie s kazetami vyhoretého jadrového paliva, ich dočasné a konečné skladovanie obsahujú bez výnimky také technologické kroky, počas ktorých je prvoradá ochrana proti rádioaktívnemu žiareniu dosahujúcej prvky životného prostredia a ľudí mimo areálu, respektíve opatrenia na minimalizovanie účinkov.

Vyhorené palivové kazety sú na základe súčasného právneho prostredia oddelené od rádioaktívneho odpadu, keďže kazety obsahujú štiepny materiál vhodný na ďalšie využitie a na výrobu ďalšieho jadrového paliva. Na základe vyššie uvedených aj nakladanie s vyhorenými palivovými kazetami sa líši od procesov nakladania s rádioaktívnym odpadom.

20.1 VYMEDZENIE RÁDIOAKTÍVNYCH ODPADOV

Definovanie rádioaktívneho odpadu sa v podstate realizuje podľa bodu 15 § 2 zákona Atv.: „rádioaktívny odpad: taký rádioaktívny materiál, ktorý sa už ďalej nepoužíva, ktorý podľa parametrov radiačnej ochrany nie je možné riešiť ako obyčajný odpad“.

Ich klasifikáciu, zhromažďovanie je možné realizovať podľa rôznych aspektov, na základe ktorých je možný ich ďalší zber a ďalšie nakladanie s nimi. Ich zaradenie do skupín je možné podľa miesta vzniku, skupenstva, alebo koncentrácie aktivity.

Podľa miesta vzniku rozdeľujeme odpady spojené s údržbou počas bežnej prevádzky, ktoré vznikajú väčšinou pri čistiacich, dekontaminačných prácach primárneho okruhu, odpad vznikajúci pri výmene aktivovaných komponentov, zariadení, a plánované alebo neplánované úniky chladiaceho média z primárneho okruhu.

Podľa skupenstva hovoríme o pevnom a kvapalnom rádioaktívnom odpade. Zber pevného rádioaktívneho odpadu je hlavne pre jeho presnejšie ohraničenie oveľa jednoduchšie, ako zber kvapalných odpadov. Zber kvapalných rádioaktívnych odpadov si väčšinou už aj v mieste ich vzniku vyžaduje špeciálne technologické riešenia.

Keďže z územia zariadenia je možné vyviesť len pevný odpad, preto tuhnutie kvapalných odpadov si vyžaduje ďalšie technologické kroky.

Oddelenie podľa koncentrácie aktivity v prípade rádioaktívneho odpadu znamená, že ich zber, nakladanie, skladovanie a preprava je možná pri biologickej a fyzickej ochrane podľa rozsahu koncentrácie aktivity charakteristického pre daný odpad a/alebo skupinu odpadu. Klasifikácia sa realizuje podľa tzn. odpadového indexu vypočítaného pomocou sumy koeficientov koncentrácie aktivity rádioaktívnych izotopov (AKi) a koncentrácie aktivity oslobodzovacej úrovni (MEAK). Na skladovanie nízkoaktívneho rádioaktívneho odpadu sa nevyžaduje tienenie, je postačujúce ich oddelené skladovanie na vyznačenom a ťažko dostupnom skladovacom mieste. Plánovanie prostriedkov na skladovanie **stredne aktívneho odpadu** sa uskutoční s prihliadnutím na ochranu pred žiarením, ale na rozdiel od odpadu vysokej aktivity **netreba počítať so vznikom odpadového tepla.** Nízko- a stredne aktívne odpady sa oplatí rozlíšiť aj na základe polčasu premeny obsiahnutých izotopov: **polčas premeny rozhodujúcich izotopov v odpadoch s krátkou životnosťou nepresahuje 30 rokov.**

20.2 VLASTNOSTI VYHORENÝCH PALIVOVÝCH KAZIET

Podľa bodu 14 § 2 zákona Atv.: „vyhorené palivo: jadrové palivo ožiarené v atómovom reaktore a z reaktora definitívne odstránené, ktoré sa v dôsledku jeho spracovateľnosti nekvalifikuje ako odpad, alebo ak sa kvalifikuje ako rádioaktívny odpad, treba sa postarať o jeho konečné umiestnenie“.

Stav paliva používaného v jadrovej elektrárne zvyknú charakterizovať mierou vyhorenia, ktorá určuje, že z paliva obsahujúceho urán danej hmotnostnej jednotky (alebo urán a plutónium) koľko energie získali počas obdobia kým bol v reaktore.

Z hľadiska konečného uloženia, respektíve recyklácie vyhoreného jadrového paliva sú podstatnými faktormi hmotnosť, aktivita vyhoreného paliva, vznik odpadového tepla z rozkladu, ako aj rádiotoxicita prinášajúca biologické poškodenie.

Z dôvodu reťazovej reakcie, ktorá prebieha v palivových kazetách je možné namerať významnú aktivitu a tým spojenú produkciu tepla aj po vyzdvihnutí z pásma. Tvorba tepla vo vyhoretom jadrovom palive sa paralelne s aktivitou postupne znižuje. Po desiatich rokoch skladovania v bazénoch je teplota vznikajúca vo vyhoretom palive len desaťtisícina výkonu, ktorú kazeta v reaktore počas bežnej prevádzky vyprodukovala, a päťstotina toho zvyškového tepla, ktorú mala kazeta priamo po odstavení reaktora.

Rádiotoxicita vyhoreného paliva ukazuje, že aký potenciálny vplyv poškodenie zdravia môžu mať rádioaktívne izotopy v ňom, ak sa dostanú do ľudského organizmu. Rádiotoxicita vyhoreného paliva na začiatku je viac než o desaťtisícinu vyššia, než rádiotoxicita prirodzeného uránu používaného pre jej výrobu. Hodnotu charakteristickú pre prírodný urán dosiahne vyhorené palivo po viac ako stotisíc rokoch.

Výkon blokov jadrových elektrární a typ použitého paliva základným spôsobom určuje množstvo vyhoreného paliva, ktoré vznikne počas prevádzky reaktora. Spravidla čím väčší výkon má blok jadrovej elektrárne, tým väčšie množstvo vyhoreného paliva vznikne.

Spracovaním vyhoretého paliva a výrobou paliva sa ako vedľajší produkt vytvorí rádioaktívny odpad vysokej úrovne, ktorý už nie je možné ďalej využívať.

Ak počítame s palivom UO2 a 60 ročným prevádzkovým časom, podľa údajov dodávateľa vznikne až 3 135 vyhorených kaziet, z toho je vyhorené palivo 1 674 t z každého bloku (tabuľka 58.).

Reaktor	Tepelný výkon (MW)	Vyhorenie kazety (MWd/kgU)	Faktor využitia (%)	Hmotnosť vyhoreného paliva (t)
VVER-1200	3 200	47,5	90	1 674

58. tabuľka: Množstvo vyhoreného paliva počas celkovej prevádzkovej doby v jednotlivých blokoch

Dočasné skladovanie vyhoretého paliva odstráneného z bazénu sa uskutoční až niekoľko rokov po naštartovaní nových blokov. Odvádzanie zvyškového tepla treba zabezpečiť aj po skladovaní v bazéne, ale to je možné realizovať aj pomocou eliminovanie tepla napr. vzduchom, alebo prirodzeným prievanom.

20.3 VŠEOBECNÉ PREDPISY O RÁDIOAKTÍVNYCH ODPADOCH

Nevyhnutné vedľajšie produkty jadrovej výroby elektriny sú rádioaktívne odpady, ku ktorým treba zabezpečiť ich nakladanie, dočasné a konečné skladovanie. Rádioaktívnym odpadom sa rozumie akákoľvek látka, ktorá vzniká pri plánovanej jadrovej činnosti, a na jeho ďalšie využitie už nie je požiadavka alebo spôsob, zároveň koncentrácia v ňom obsiahnutých rádioizotopov presahuje limitné hodnoty bezpečného vypustenia či vyloženia (deponácia) do životného prostredia.

Na základe rozsiahlych, podrobných predpisov nariadenia vlády 118/2011. (VII. 11.) o jadrových bezpečnostných požiadavkách jadrových zariadení a o súvisiacich úradných činnostiach, ďalej iných národných právnych predpisoch a medzinárodných odporúčaní sa dá realizovať zber, evidencia, nakladanie, klasifikácia, balenie, preprava a dočasné a konečné skladovanie rádioaktívnych odpadov.

Z hľadiska výrobcu odpadu, zohľadnením životného cyklu rádioaktívneho odpadu, základné piliere stratégie nakladania s odpadmi (kvantitatívne, kvalitatívne) znamenajú možnosti plánovania, vzniku (a separovaného zberu), nakladania, kondíciovania, interného skladovania, prepravya uloženia. Medzi fázami vzniku a nakladania / kondíciovania je jedným z najdôležitejších krokov čo najpresnejšia identifikácia odpadu, kvalifikácia balíkov odpadu, označenie, v záujme zabezpečenia vysledovania. Použiteľné technológie nakladania a kondiciovania odpadov ovplyvňujú požiadavky skladov na prevzatie odpadu a tiež ich uložiteľnosť.

20.3.1 TUHÝ RÁDIOAKTÍVNY ODPAD S NÍZKOU A STREDNOU AKTIVITOU

V kontrolovanej zóne novej jadrovej elektrárne tam vzniknutý odpad už na mieste zbierajú separovaním.

Roztriedenie odpadov sa realizuje podľa ich rádiologických parametrov, zohľadnením aj ďalších metód nakladania s odpadom.

Potenciálne neaktívne odpady budú po **rádiologickej klasifikácii uvoľnené**, a ich ďalšie spracovanie prebieha ako s klasickým odpadom.

Časť odpadov s nízkou aktivitou, ktorých obsah izotopov podľa rádiologickej klasifikácie v primeranej lehote dosiahne oslobodzujúce hodnoty, sa uložia do osobitného medziskladu, kde po rozklade rádioizotopov sa daný odpad oslobodí.

Odpady, ktoré je možné zhutniť **kompaktujú**, tým sa zníži ich objem pri konečnom uložení. Kompaktovaný odpad po skladovaní v **medzisklade**, v prípade potreby bude **kondiciovaný** za účelom vytvorenia odpadového balíka, ktorý je možné uložiť v Národnej skládke rádioaktívneho odpadu (NRHT). Kondiciovaný odpad bude **uložený** na svoje konečné miesto, do NRHT.

20.3.2 TUHÉ ODPADY S VYSOKOU AKTIVITOU

Tuhé odpady s vysokou aktivitou, ktoré vzniknú počas údržbárskych prác, budú **zabalené**. Odpady s vysokou aktivitou budú aj **objemovo znižovať**, ak to charakter odpadu umožní.

Dočasné uskladnenie balíkov odpadu s vysokou aktivitou sa realizuje až po času demontáže blokov v špeciálne vytvorených skladoch, alebo po uvedenia do prevádzky skladu odpadu s vysokou aktivitou.

Po dočasnom uskladnení budú odpady s vysokou aktivitou **uložené** na konečné miesto v geologickom sklade, ktoré sa má na území Maďarska vytvoriť.

20.3.3 KVAPALNÉ RÁDIOAKTÍVNE ODPADY

Vyprázdnenia, odvzdušnenia, organizované úniky s obsahom kyseliny boritej budú zbierané, spracované a opätovne použité osobitne. Tým sa minimalizuje, aby sa **kyselina boritá dostala do priesakovaj vody**, aj tým sa zníži objem kvapalných rádioaktívnych odpadov.

Regeneračné, uvoľňujúce roztoky živice na výmenu iónov pochádzajúce zo systému čistenia kalov parných systémov, vody špeciálnej čistiarne a vody spŕch šatne primárneho okruhu sa v závislosti od ich obsahu aktivity vypustia z kontrolovanej zóny buď bez spracovania, alebo po čistení so selektívnymi sorbentmi.

Rádioaktívne priesakové vody sa po z**nížení objemu kondicionujú** (zhutnia) takým spôsobom, aby konečný produkt vyhovoval kritériám vzťahujúcim sa na konečné uloženie.

Kondenzáty, ktoré sa vytvoria počas zníženia objemu priesakových vôd, budú opäť použité, alebo budú vypustené do životného prostredia ako vody nad plánovaný rámec.

Kondiciovaný odpad bude **uložený** na svoje konečné miesto, do NRHT.

20.4 VŠEOBECNÉ PREDPISY O PALIVOVÝCH KAZETÁCH

V tejto téme je zahrnutý komplexný dozor a potrebné manipulačné kroky, týkajúce sa čerstvých palivových kaziet prichádzajúcich do areálu, alebo vyhorených v reaktore.

Čerstvé palivo okrem fyzickej ochrany nevyžaduje ďalšie, špecifické zaobchádzanie (radiačnej ochrany), nemá aspekty spojené so zdravotnou ochranou pred ožiarením.

Spravovanie vyhorených palivových kaziet je oveľa zložitejšia úloha, vyžaduje si zosúladenie komplexných technologických úloh a úloh radiačnej ochrany podľa príslušných právnych predpisov a medzinárodných odporúčaní.

Kazety s vyhoreným palivom sa po ich odstránení z reaktora dostanú **do bazéna pre vyhorené palivo, kde je zabezpečené odstránenie**remanentného tepla, kým jeho miera neklesne na takú hodnotu, aby bol palivový článok vhodný na prechodné uskladnenie v suchu.

Po uskladnení v bazéne budú vyhorené palivové články ďalej dočasne uskladnené. Na to sú v súčasnosti k dispozícii dve možnosti:

- použité palivové kazety budú prepravené na územie Ruskej federácie za účelom dočasného technologického uskladnenia alebo technologického uskladnenia a reprocesovania. Použité palivové kazety alebo v prípade recyklácie nukleárny odpad bude uskladnený na území Ruskej federácie po dobu, aká je predpísaná v dohode (zmluve) uvedenej v 1. odseku 7. článku v súvislosti s manipuláciou s nukleárnym palivom (20 rokov) a následne bude prepravený späť do Maďarska,
- prechodné uskladnenie použitých palivových kaziet v Maďarsku.

V KHT zohľadňujeme pri dočasnom skladovaní vyhoretého jadrového paliva možné **domáce dočasné skladovanie**, v areály blokov, alebo ich bezprostrednej blízkosti. Dočasné skladovanie trvá, kým nie je zabezpečené priame konečné uloženie kaziet.

Po prechodnom uskladnení počítame s **bezprostredným konečným umiestnením** vyhorených palivových kaziet v Maďarsku.

20.5 OČAKÁVANÉ VPLYVY VÝSTAVBY

Priamy vplyv pochádzajúci zo vzniku, zberu, spracovania, likvidácie rádioaktívneho odpadu sa počas výstavby nedá očakávať. Prvá náplň dorazí do areálu 1 rok pred koncom zriadenia.

Počas zriadenia sa nedá očakávať **priamy environmentálny vplyv** v súvislosti s rádioaktívnym odpadom, tým pádom netreba počítať ani s nepriamymi vplyvmi.

Emisia rádioaktívnych izotopov pochádzajúca z rádioaktívneho odpadu sa nedá očakávať, tým pádom jej nepriame vplyvy, a definícia oblasti vplyvu je irelevantná, **nedá sa očakávať priamy vplyv** (pre absenciu príslušného faktoru vplyvu).

Určenie oblasti vplyvu cezhraničného dopadu **pochádzajúceho zo zberu, manipulácie a skladovania rádioaktívnych odpadov** nie je možné, pre absenciu možných príčin.

20.6 OČAKÁVANÉ VPLYVY PREVÁDZKY

20.6.1 RÁDIOAKTÍVNY ODPAD

Pravdepodobné dopady prevádzky jadrovej elektrárne určuje z hľadiska rádioaktívneho odpadu ich očakávané množstvo a kvalita.

Počas projektovania navrhovaného typu blokov venovali mimoriadnu pozornosť tomu, aby v porovnaní s predchádzajúcimi riešeniami sa počas prevádzky tvorilo menšie množstvo rádioaktívneho odpadu. V dôsledku systémov primárnych okruhov a väčšej technologickej kompaktnosti bude množstvo odpadu s malou a strednou aktivitou oveľa menšie, ako v prípade súčasných blokov v JE Paks.

Systémy Paks II. boli projektované tak, aby rádioaktívny odpad vzniknutý počas prevádzkového obdobia boli schopné spracovať spôsobom, aby úroveň tuhých, kvapalných a plynných emisií ostávala na racionálne dosiahnuteľnej najnižšej úrovni. Počas projektovania boli zohľadnené doterajšie skúsenosti.

Nakladanie a dočasné skladovanie rádioaktívneho odpadu sa uskutočňuje vo vedľajšej budove pri kontajnmentu, na základe skupenstva a parametrov koncentrácie aktivity. Separovaným spôsobom zbieraný a predpripravený odpad nízkej a strednej aktivity sa bude môcť skladovať v lehote 10 rokov. Dočasné skladovanie odpadu s vysokou aktivitou je možné vyriešiť v areálypo koniec prevádzkového obdobia, čiže výber konečného miesta umiestnenia a výstavba skladovacej kapacity sa musí uskutočniť do konca prevádzkového obdobia.

Po dočasnom skladovaní v areály tuhého a ztuženého odpadu s nízkou a strednou kapacitou, sa cestnou dopravou prevezie do podzemného úložiska, NRHT.

Odhadované ročné množstvá tuhých odpadov nízkej, strednej a vysokej aktivity, ktoré sa počas prevádzky reaktora

Paks II. v jednotlivých blokoch vyprodukujú nachádzajú v tabuľke č. 59.

Odpad	Množstvo odpadu [m^3/rok]	Množstvo odpadu po spracovaní (zhutnenie, drvenie, atď.) [m3/rok]	Počet jednotiek, ktoré majú byť skladované/ spracované
Tuhý, nízkej aktivity	70	28	140 sudov
Tuhý, strednej aktivity	11	4	20 sudov
Tuhý, vysokej aktivity	0,5	-	5 kapsúl
Veľkoobjemový, nespracovateľný (vzniká pri údržbe/opravy)	5	-	-
Cementované zvyšky po vyparení	25	20	100 sudov
Cementované živice na výmenu iónov	10	8	40 sudov
Cementovaný kal	0,6	0,5	3 sudy

59. tabuľka: Odhadované ročné množstvo tuhého rádioaktívneho odpadu v jednotlivých blokoch [40]

Pri odhade množstva definitívne uloženého odpadu sme zohľadnili aj vplyv používania technológií spracovania a kondiciovania odpadu, ktoré sa majú zriadiť spolu s novými blokmi.

20.6.2 VYHORENÉ PALIVOVÉ KAZETY

Na základe známych údajov blokov je možné odhadnúť množstvo vyhoreného paliva, ktoré vznikne počas doby celej prevádzky. Ak počítame s palivom UO_2 a 60 ročnou dobou prevádzky, podľa známych údajov vznikne 1 674 t vyhoreného paliva v jednom reaktore, na dva bloky je to 3 348 t.

Vyhorené palivo sa v prvom kroku dostane do bazéna nachádzajúceho sa v rámci kontajnmentu.

Na dočasné skladovanie palivových kaziet vybratých z bazéna, na základe dostupnej literatúry a technologických opisov existuje niekoľko rôznych riešení. Zohľadnením daností areálu v Paksi, ako aj výhod a nevýhod realizácie rôznych technológií, najideálnejšie je dočasné skladovanie v rámci areálu, na povrchu, suché, v kontajneroch. Skladovací priestor vytvorený v areály je výhodnejší aj z hľadiska stráženia, spoločenskej akceptácie, prepravných /logistických úloh, a monitorovacieho systému, ktorý sa má v spojitosti s novými blokmi aj tak vytvoriť. Na základe dostupných informácií cca. 75 x 100 m vhodne pokrytá plocha môže vyhovovať podmienkam dočasného skladovania vyhorených palivových kaziet počas niekoľko desaťročí, ktoré vzniknú počas celej doby prevádzky.

96. obrázok: Suché skladovanie v kontajneroch, vo zvislom rozložení [42]

97. obrázok: Plnenie suchého kontajnera s horizontálnym rozložením [43]

98. obrázok: Typické rozloženie v prípade suchého skladovania v kontajneroch [44]

20.6.3 OČAKÁVANÉ VPLYVY A OBLASŤ VPLYVU PREVÁDZKOVANIA

Rádioaktívny odpad

Zber a spracovanie nízko a stredne aktívneho odpadu bude prebiehať vo vedľajšej budove. Oblasť vplyvu **priamych** nadlimitných **rádiologických** účinkovzaťažujúcich prvky životného prostredia, ktoré prípadne vyplývajú z plánovaných technologických krokov sa obmedzuje na areál elektrárne, v rámci toho na oblasť úložiska a haly spracovania.

Dĺžka trasy počas ktorej sa kondiciovaný odpad prepraví do NRHT, je 64 km. Z toho 49 km prechádza po diaľnici M6, v tomto úseku netreba počítať s ožiarením osôb, keďže pozdĺž diaľnice je premávka chodcov zakázaná, ďalej osoby nachádzajúce sa na odpočívadlách a čerpacích staniciach pri diaľnici môžu byť od osi prepravnej trasy v takej vzdialenosti, kde je už stupeň ožiarenia zásielky zanedbateľný. V prvom úseku prepravnej trasy územný plán mesta Paks obsahuje úsek prístupovej cesty od súčasnej severnej prístupovej cesty jadrovej elektrárne Paks po diaľnicu M6, ktorý smeruje od križovatky severného vchodu a hlavnej cesty č. 6 po Južný výjazd diaľnice M6 Paks, cez neobývané územie.

Dá sa konštatovať, že ročná radiačná záťaž obyvateľstva aj podľa konzervatívnych odhadov bude rádovo pod úrovňou dávkového obmedzenia, tým pádom **počas prepravy na konečné úložisko sa dá za okraj oblasti vplyvu**

považovať prepravnú trasu, resp. okraj vozovky, pri predpokladu, že sa na okraji cesty nachádza vždy tá istá osoba keď prepravné vozidlo tade prechádza.

Technické prevedenie, odhadovaná životnosť a životnosť obalového materiálu umožňujúceho prepravu neumožňuje, aby sa rádioaktívny obsah odpadu dostal von, z toho dôvodu **bude oblasť nepriamych vplyvov pravdepodobne totožná s okrajom skladovacieho areálu.**

Prípadná radiačná záťaž spôsobu skladovania vysoko aktívneho rádioaktívneho odpadu v areály sa vo vzťahu s prvkami životného prostredia obmedzujú na oblasť areálu, resp. hranicu totožnú s hranicou 500 m bezpečnostnej zóny, ktorá momentálne ešte nie je úradmi stanovená.

Nepriama oblasť vplyvu **vysoko aktívnych odpadov** závisí od technológie spracovania a skladovania daných odpadov. Po ich vzniku je účinné ich skladovať v rámci areálu, kým sa pomer izotopov s kratším polčasom rozpadu a spolu s tým aj produkcia tepla nezníži. To nasleduje preprava na miesto konečného uloženia a samotné umiestnenie. V súčasnosti intenzívne testovaná Bodai Aleurolit Formácia (BAF) môže slúžiť, ako miesto konečného uloženia v rámci štátnych hraníc. Priame alebo nepriame dopady, ktoré prípadne plynú zo zariadenia takéhoto charakteru, závisia predovšetkým od fungovaní, prevádzkovaní realizovaní inžinierskych obmedzení, v súlade s predpismi. Hlboké geologické úložiská sú schopné hoci aj niekoľko desaťtisíc rokov bezpečne uchovávať rádioaktívne izotopy. Charakteristická technológia skladovania je, že balíky odpadov s určitou technickou ochranou sú uložené do komôr, oddelených od prírodného kameňa s hrubou vrstvou vodotesného betóna, po uložení kontajnerov v komorách tie zasypú a následne zabetónujú. Z údajov geofyzického monitorovacieho systému umiestneného v komorách pred ich naplnením a uzamknutím sa dá zistiť prípadný únik, ktorý by nastal ako priamy vplyv bezprostrednej oblasti hĺbkového skladovania, ale toho pravdepodobnosť je prakticky zanedbateľná.

V prípade dodržiavania príslušných prísnych predpisov, opisov procesu vzťahujúcich sa na spravovanie rádioaktívneho odpadu, environmentálne vplyvy pochádzajúce z rádioaktívneho odpadu rôznych kategórií aktivity nemôžu dosiahnuť, resp. nemôžu prekročiť štátne hranice. Aj na vyhoreté palivové kazety sa vzťahuje vyššie uvedené.

Vyhoreté palivové kazety

Po niekoľko desaťročnom dočasnom skladovaní v rámci areálu kazety odvezú buď do zariadenia kde sa reprocesujú, alebo na miesto ich konečného uloženia (v skladovacom kontajneri) bez ďalšej manipulácie, keďže povrchové skladovacie kontajnery poskytujú primeranú ochranu aj počas prepravných činností.

Radiačné zaťaženia kontajnerov v skladovacom areály na povrchu ani na hranici oblasti vplyvu totožného s hranicou bezpečnostnej zóny neprekročí hodnotu dávkového obmedzenia.

V prípade prepravy do zariadenia reprocesie berieme do úvahy úsek vyznačenej železničnej trate po štátnu hranicu. Pri plánovaní trasy zohľadnia, aby vlaková sústava po existujúcej železničnej siete prechádzala cez čo najnižší počet obývaných plôch, a zároveň sa prepravuje absolútnou prioritou a zastavovaním, čiže prepravná doba je aj s plánovanými zastávkami minimálna.

Určenie nepriamej oblasti vplyvu závisí aj od spôsobu spravovania odpadu po jeho dočasnom skladovaní. Ak budú kazety reprocesované, opätovne použité, čiže za účelom ďalšej výroby elektrickej energie z nich vyberú príslušné štiepne materiály, tak treba zohľadniť aj prepravnú trasu vedúcu do zariadenia reprocesovania, ako aj okolie daného zariadenia. Avšak počas spracovania určitá časť rádioizotopov kaziet sa premení na vysoko aktívny odpad, ktorý v reprocesovacom zariadení (väčšinou zosklovatením) vhodným spôsobom kondicionujú. Tento vysoko aktívny odpad (podľa aktuálneho právneho prostredia) sa vracia do jadrovej elektrárne, odkiaľ trasou prezentovanou pri vysoko aktívnych odpadoch sa odvezie do hlbokého geologického úložiska.

20.6.4 VPLYV A OBLASŤVPLYVU SPOLOČNÉHO PREVÁDZKOVANIA PAKS II. A JADROVEJ ELEKTRÁRNE PAKS

Počas rokov spoločnej prevádzky reaktory Paks II. prejdú prvou dekádou svojej prevádzky, umiestnenie, dočasné skladovanie rádioaktívneho odpadu a vyhoretého jadrového paliva, ktorý počas toho času vznikne, bude vyriešené v areály v budove primárneho okruhu vedľa kontajnmentu a v bazéne, čiže vývoz rádioaktívneho odpadu z areálu, resp. manipulácia s vyhoretými palivovými kazetami okrem kontajnmentu v prípade Paks II. sa nedá očakávať. Ak

aj bude realizovaný vývoz rádioaktívneho odpadu na konečné úložisko, ten bude v porovnaní s vývozmi z jadrovej elektrárne Paks realizovaný len malých množstvách. V prípade rádioaktívneho odpadu a vyhoreného paliva sa spoločné vplyvy prejavia skoro výlučne len v blokoch Jadrovej elektrárne Paks, v dôsledku prípadných environmentálnych vplyvov odpadu,ktorý vznikne na konci prevádzkového obdobia blokov počas potrebných technologických zásahov.

Spoločným bodom spoločnej prevádzky je odvoz rádioaktívneho odpadu po cestnej komunikácii a odvoz vyhoretého paliva železnicou. Počas spoločnej prevádzky z blokov Jadrovej elektrárne, ktoré sa budú postupne odstavovať, sa dá očakávať počas prípravy 20 ročného chráneného umiestnenia odvoz nízko a stredne aktívneho odpadu do NRHT, na vyššie spomínaných trasách a očakávaným rádiologickým účinkom. Kazety vyhoretého jadrového paliva z odstavených blokov Jadrovej elektrárne Paks sa odvezú do MSVP. Presný harmonogram odvozu kaziet z MSVP po 50 ročnom uložení momentálne nie je známy, ale je praktické v záujme predchádzania aditívnym účinkom zosúladiť dátumy odvozu odpadu z daných dvoch zariadení, ako aj príslušné prepravné trasy.

Zohľadnením dočasného skladovania nízko, stredne a vysoko aktívneho odpadu z územia Paks II. v rámci areálu v trvaní niekoľkých desaťročiach, podľa súčasných predstáv počas spoločnej prevádzky nie je možné očakávať.

Oblasť vplyvu emitovania rádioaktívneho odpadu dvoch zariadení v bežnej prevádzke, spravovania odpadu, dočasného skladovania môže byť totožné s hranicou bezpečnostného pásma.

Cezhraničný environmentálny dopad spoločnej prevádzky jadrovej elektrárne Paks a Paks II. v prípade bežnej prevádzky sa dá vylúčiť.

20.6.5 VPLYVY UDALOSTÍ ZAHRNUTÝCH DO PROJEKTOVÉHO ZÁKLADU

Zber a spravovanie celého okruhu typov rádioaktívnych odpadov, ktoré vzniknú počas prevádzkových udalostí mimo bežnej prevádzky, ale v rámci projektového základu, sa dá riešiť vo vedľajšej budove primárneho okruhu, tým sa dá očakávať, že priame environmentálne vplyvy týchto odpadov ostanú v rámci hraníc bezpečnostného pásma areálu, z toho dôvodu analýza nepriamych a cezhraničných environmentálnych vplyvov nie je odôvodnená.

20.7 OČAKÁVANÉ VPLYVY ODSTAVENIA

Nezávisle od aktuálne platnej verzie okamžitého odstavenia vzťahujúce sa na Paks II., definitívne odstavenie jadrovej elektrárne a realizácia tým spojených technologických krokov trvá celé roky. Demolácia stavieb má podobné účinky ako výstavba, s tým rozdielom, že oproti výstavbe pri búraní vznikne značné množstvo nízko a stredne aktívneho rádioaktívneho odpadu, a spravovanie tohto objemu odpadu treba uskutočniť v rámci areálu. Umiestnenie tohto veľkého množstva odpadu si vyžaduje značnú banícku činnosť, manipuláciu s materiálom, ale tým spojené vplyvy pravdepodobne nebudú presahovať štátne hranice.

21 RÁDIOAKTIVITA ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA - OŽIARENIE OBYVATEĽSTVA ŽIJÚCEHO V OKOLÍ ZÁVODU

21.1 RÁDIOAKTIVITA ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA V 30 KM OBVODE JADROVEJ ELEKTRÁRNE

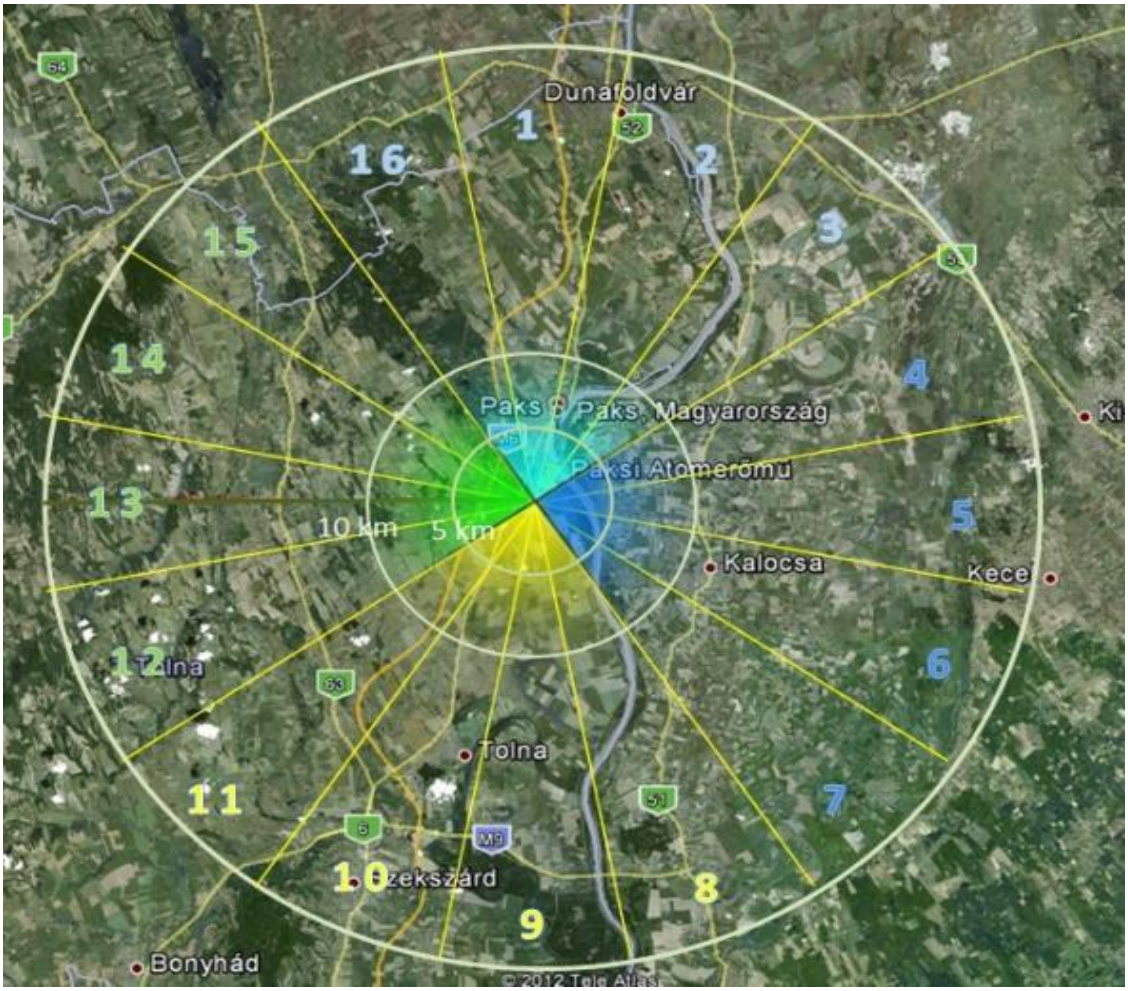
Kontrolovanie prostredia jadrovej elektrárne Paks spolu s meraním rôznych vzoriek zo životného prostredia pokračuje od roku 1978, počnúc zisťovaním základnej (nulovej) úrovne až po priebežné merania počas prevádzky. Merania vykonávalo a aj v súčasnosti vykonáva jadrová elektráreň Paks, úrady a ďalšie inštitúcie.

Na účely charakteristiky environmentálnej rádioaktivity jadrovej elektrárne Paks sme použili výsledky meraní koncentrácie aktivity nasledujúcich prvkov životného prostredia:

- dávkový príkon žiarenia prostredia,
- in-situ gamma-spektrometrické merania,

- vzorky ovzdušia, pôdy a trávy,
- vzorky z povrchových vôd,
- vzorky kalu,
- vzorky rýb,
- vzorky podzemných vôd
- vzorky mlieka.

K vyhodnoteniu sme použili predovšetkým správy Úradného systému kontroly radiačnej ochrany prostredia (ÚSKRO) a Prevádzkového systému kontroly radiačnej ochrany prostredia (PSKRO). Výsledky environmentálnych meraní z rokov 2001-2011 sme podľa ich regionálneho rozloženia rozdelili do skupín. Na základe predbežných výskumov, sme okolie elektrárne rozdelili na 3 vzdialenosti (menšie než 5 km; medzi 5-10 km; a medzi 10-30 km) a 4 smery (Sever, Juh, Východ, Západ).



99. obrázok: Rozdelenie sektorových skupín v 30 km obvode elektrárne

V prípade vzoriek vody a kalu z Dunaja sme použili rozdelenie úseku Dunaja pred a po mesto Paks.

Pohyb a viazanosť rádioaktívnych látok v environmentálnych prvkoch je výsledkom zložitých procesov, napr. prijímanie rádioizotopov rastlinami ovplyvňuje niekoľko faktorov, z nich sú najdôležitejšie: štruktúra pôdy,kompaktnosť a mechanické zloženie pôdy, hĺbka koreňov rastlín, pomer nadzemných a podzemných častí rastlín, dĺžka vegetačného obdobia, meteorologické pomery.

Vzájomné ovplyvňovanie environmentálnych prvkov, čiže ich vzájomnú interakciu sa dá najjednoduchšie opísať podľa odporúčaní MAAE tzv. interakčnými maticami. Pomocou interakcií je možný aj opis pohybu rádioaktívnych látok emitovaných do prostredia. Prirodzené biotopy a pestovateľské oblasti a ich vzájomná interakcia cez ktoré sa rádioaktívne nečistoty ďalej rozširujú, môžu premiestniť z jedného miesta na druhé. V uhlopriečke interakčnej matice sa nachádzajú hlavné prvky životného prostredia, a susedné bunky označujú ich vzájomné pôsobenie.

Interakcie sú v smere hodinových ručičiek medzi diagonálnymi prvkami.

Nižšie uvedená tabuľka ukazuje prirodzené biotopy a pestovateľské oblasti a ich vzájomná interakcia cez ktoré sa rádioaktívne nečistoty ďalej rozširujú, môžu premiestniť z jedného miesta na druhé.

	1	2	3	4
1	Lesy	Vietor (aerosól, odparovanie) Podzemná voda, povrchová voda (odtok) Pôda (miešanie pôd) Použitie popolu (hnojenie) Použitie živočíšneho hnoja (hnojenie) Organické produkty rozpadu Použitie drevených produktov	Vietor (aerosól, odparovanie) Podzemná voda, povrchová voda (odtok) Pôda (miešanie pôd) Usadenie popola (spaľovanie) Organické produkty rozpadu Potravy zvierat	Vietor (aerosól, odparovanie) Podzemná voda, povrchová voda (odtok) Pôda (miešanie pôd) Usadenie popola (spaľovanie)
2	Vietor (aerosólu, odparovanie) Usadenie popola (spaľovanie)	Pestovateľská oblasť	Vietor (aerosól, odparovanie) Podzemná voda, povrchová voda (odtok) Pôda (miešanie pôd) Usadenie popola (spaľovanie) Organické produkty rozpadu Potravy zvierat	Vietor (aerosól, odparovanie) Podzemná voda, povrchová voda (odtok) Pôda (miešanie pôd) Usadenie popola (spaľovanie) Organické produkty rozpadu
3	Vietor (aerosólu, odparovanie) Usadenie popola (spaľovanie) Domáce zvieratá, hnoj zvierat	Vietor (aerosólu, odparovanie) Usadenie popola (spaľovanie) Použitie zvieracieho hnoja	Trávnatá plocha	Vietor (aerosól, odparovanie) Podzemná voda, povrchová voda (odtok) Pôda (miešanie pôd) Usadenie popola (spaľovanie) Organické produkty rozpadu
4	Vietor (aerosól, odparovanie, sprej) Voda (napájanie zvierat) Záplava	Vietor (aerosól, odparovanie, sprej) Podzemná voda (presakovanie) Sediment (z bagrovania) Voda (napájanie zvierat) Zavlažovanie Záplava	Vietor (aerosól, odparovanie, sprej) Podzemná voda (presakovanie) Sediment (z bagrovania) Voda (napájanie zvierat) Zavlažovanie Záplava	Rieka, jazero

60. tabuľka: Hlavné interakcie medzi prirodzenými biotopmi a pestovateľskými oblasťami

VÝSLEDKY MERANÍ ZLOŽIEK ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA – ÚSKRO ÚDAJE

Na začiatku je dôležité si pripomenúť, že globálne znečisťujúce látky ako ^{134}Cs, ^{137}Cs, ^{90}Sr pochádzajú pravdepodobne z nukleárnych skúšok alebo z černobyľskej katastrofy, a aj v prípade trícia (^{3}H) a rádiouhlíka (^{14}C) je ťažké rozdeliť, čo sú kozmogénneho charakteru alebo sú globálne znečisťujúce látky, alebo pochádzajú z prevádzky Jadrovej elektrárne Paks.

Z výsledkov merania koncentrácie aktivity aerosolov sme získali hodnotné informácie len na priestorové rozdelenie (> 10 km) ^{137}Cs a ^{131}I. ^{131}I sa 11 krát vyskytuje vo vzdialenosti väčšom ako 10 km, čo môže pochádzať aj z nemocničného používania, resp. údaje z roku 2011 môžu pochádzať aj z emisií inštitútu Izotóp Intézet Kft. (alebo Fukušima). Stála časová rádioaktivita **pôdnych vzoriek** tiež potvrdzuje (tabuľka 61.), že v okolí elektrárne nájdeme skôr globálne rádioaktívne látky, a tiež, že priemerné hodnoty ostávajú pod celoštátnym priemerom:

Nuklid	Rok	Priemer [Bq/kg]	Min [Bq/kg]	Max [Bq/kg]	Kus	oštátny priemer [Bq/kg]	Referenčná úroveň [Bq/kg]
^{134}Cs	2001-2011	-	0,26	2,6	5	-	**-**
^{137}Cs	2001-2011	9,7	0,5	52	516	17	**9,7**
^{90}Sr	2001-2011	1,8	0,18	56	183	2,3	**1,8**

61. tabuľka: Súhrnné údaje koncentrácie aktivity pôdy

Z hľadiska priestorového rozdelenia aj v prípade koncentrácie aktivity pôdy sa väčšinou v okolí Jadrovej elektrárne Paks vyskytujú rádioaktívne látky globálneho pôvodu. Pri priestorovom rozdelení koncentrácie aktivity **trávy a krmiva** nájdeme podobné parametre ako pri pôde, s výnimkou, že tu sa vyskytuje aj trícium. Aj rozdelenie koncentrácie aktivity **vzoriek vody z úseku Dunaja pred Paksom** podľa riečnych kilometrov preukazuje, že aj pred výpustom kvapalných látok jadrovej elektrárne Paks nájdeme v toku rádioaktívne látky. Tri charakteristické

rádioaktívne látky globálneho pôvodu (^{137}Cs, ^{90}Sr, ^{3}H) je možné časovo priebežne preukázať. Vo **vzorkách vody z úseku Dunaja po** jadrovej elektrárne Paks nájdeme skoro rovnaké koncentrácie aktivity ako pred výpustom, miestami sú hodnoty namerané pred výpustom vyššie, ako hodnoty namerané po Paksi. V úseku Dunaja pred jadrovou elektrárňou Paks sa v sedimentoch rovnomerne nachádza ^{137}Cs. V sedimente **v úseku Dunaja po mieste vypúšťania aj časovo rovnomerne sa vyskytujú rádionuklidy** ^{137}Cs a ^{90}Sr, ktoré nie sú významne vyššie ako hodnoty pred jadrovou elektrárňou. Priestorové rozdelenie koncentrácie aktivity vzorky **stojacej vody** sa nelíši od hodnôt koncentrácie aktivity iných domácich stojacích vôd. Časová zmena merateľných vzoriek stojatých vôd je zrejmá skôr podľa ^{90}Sr, hodnota ^{3}H ostáva pod celoštátnym priemerom (^{3}H: 4,3 Bq/dm^{3}). Časové **rozdelenie koncentrácie aktivity** sedimentu stojatej vody je najviac merateľné v prípade ^{137}Cs. Pre priestorové rozdelenie koncentrácie aktivity vodných živočíchov stojatých vôd existuje len niekoľko cenných údajov, v nich je priemerná koncentrácia aktivity ^{137}Cs v priemere 0,22 Bq/kg. To nepresahuje celoštátny priemer (0,42 Bq/kg).

V prípade priestorového rozdelenia koncentrácie aktivity **v kravskom mlieku** sa našli cenné údaje len pre rádionuklidy ^{137}Cs a ^{90}Sr .

Časové rozdelenie koncentrácie aktivity kravského mlieka bolo rovnomerné, spadá do rozsahu celoštátneho priemeru.

Nuklid	Rok	Priemer [Bq/ dm^3]	Min [Bq/ dm^3]	Max [Bq/ dm^3]	Kus	eloštátny priemer [Bq/ dm^3]	Referenčná úroveň[Bq/dm^3]
^{137}Cs	2001-2011	0,040	0,020	0,073	37	0,055	**0,040**
^{90}Sr	2001-2011	0,092	0,024	0,93	47	0,066	**0,092**

62. tabuľka: Súhrnné údaje koncentrácie aktivity kravského mlieka

Priestorové rozdelenie dávkového príkonu (merané TLD) potvrdzuje, že hodnoty namerané v okolí jadrovej elektrárne Paks spadajú skôr do dolného rozsahu hodnôt nameraných v Maďarsku (priemer: 78 nSv/h).

VÝSLEDKY MERANÍ ZLOŽIEK ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA – PSKRO ÚDAJE

Merania PSKRO boli realizované predovšetkým v okolí meracích staníc typu „A“ (A1-A9) a kontrolných meracích staníc (B24), resp. v areály a jeho bezprostredného okolia. Meracie stanice typu „A“ sa nachádzajú bližšie k Jadrovej elektrárne Paks, a tu je možné z väčšou pravdepodobnosťou namerať rádionuklidy emitované z elektrárne. Aj tu sme zohľadnili len umelé rádionuklidy.

Údaje **vzoriek vzduchu** na základe prevádzkových meraní naznačujú, že v skúmanom období 2001-2011 bolo možné preukázať len niekoľko rádionuklidov (^{54}Mn, ^{58}Co, ^{60}Co), typických pre jadrovú elektráreň. Hodnoty koncentrácie aktivity ^{137}Cs, ^{14}C és ^{3}H meracej stanice typu „A“ a kontrolnej meracej stanice typu „B“ sú podobné. Na základe meraní vzoriek **spadu, pôdy a trávy** pre jadrovú elektráreň Paks bol charakteristický len rádionuklid ^{60}Co, nuklidy ^{137}Cs a ^{90}Sr sú zároveň aj rádioktívne izotopy globálneho pôvodu. Rádionuklid ^{131}I z vzoriek vzduchu a spadu môže pochádzať z nehody jadrovej elektrárne vo Fukušime a emisií inštitútu Izotóp Intézet Kft. Vo vzorkách kalu a pôdy odobratých v areály a jeho bezprostrednej blízkosti je výskyt rádionuklidov jadrovej elektrárne (^{54}Mn, ^{58}Co, ^{60}Co, ^{110}mAg, ^{106}Ru, ^{144}Ce) výsledkom sútoku a nahromadenia, ale odkazuje jednoznačne na to, že pochádza z jadrovej elektrárne. Okrem týchto miest hromadenia rádionuklidy jadrovej elektrárne nie je možné jednoznačne preukázať v iných prvkoch životného prostredia.

Hodnoty dávkového príkonu sa tiež nachádzajú v dolnom rozsahu domácich nameraných hodnôt.

Stanica	Priemer dávkového príkonu [nSv/h]	Roky
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
Referenčná úroveň podľa ÚSKRO	78	2001-2011

63. tabuľka: Priemerné hodnoty dávkových príkonov

Rádiologické nálezy podzemných vôd

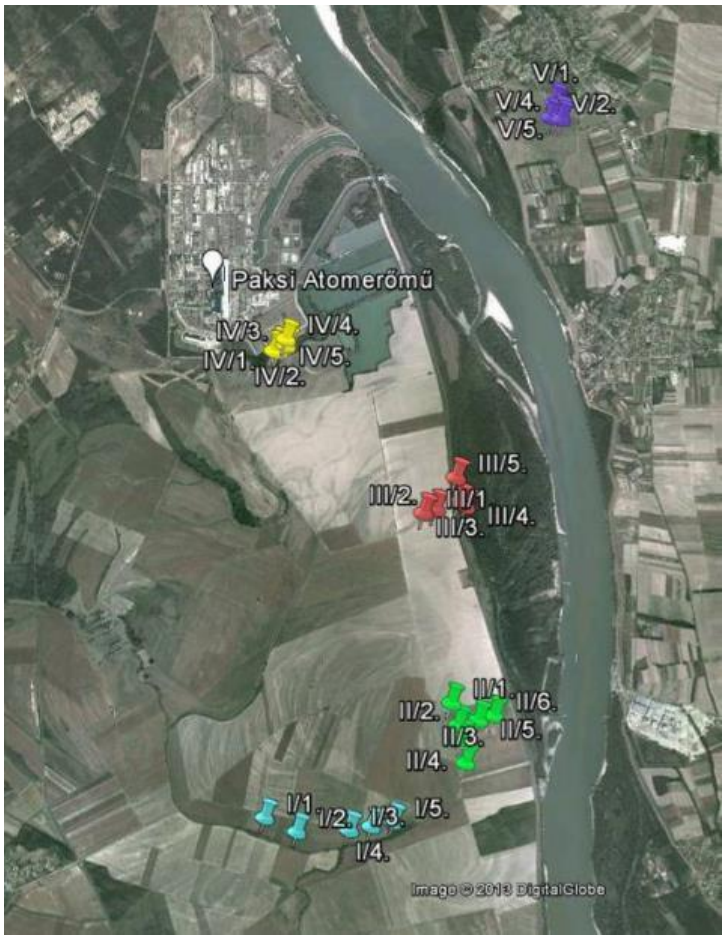
V areály a aj v blízkosti jadrovej elektrárne Paks zriadili niekoľko studní na odoberanie vzoriek, aby sa dala namerať aktivita ^{3}H a iných rádioaktívnych izotopov v podzemnej vode. Vo vzorkách pochádzajúcich z areálu je možné preukázať trícium s veľkým kolísaním. Priemer hodnôt sa mení od 2 do 2 326 Bq/dm^{3} , v závislosti od ročného obdobia, vodnej hladiny a rýchlosti prietoku. Dajú sa vyvodiť nasledovné všeobecné závery:

- Prúdenie trícia je väčšinou v smere S-SV v úzkom okolí hlavnej budovy jadrovej elektrárne Paks. Smer šírenia zaťaženia v prípade vysokej hladiny Dunaja sa zmení na S-SZ a šírenie zaťaženia sa zastaví, resp. jeho plocha sa rozšíri aj v Z smere.
- Okrem trícia bolo možné zistiť len malé množstvo ^{14}C, iné radionuklidy umelého pôvodu nebolo možné zistiť v studniach podzemnej vody.
- Výsledky meraní preukazujú, že koncentrácie aktivity trícia sa priebežne znižujú.

Objavenie trícia (^{3}H) a rádiouhlíka (^{14}C) sa viaže predovšetkým ku globálnemu pôvodu. Z toho žiaľ len obmedzene máme k dispozícii celoštátnu databázu nameraných údajov, ale hodnoty z okolia jadrovej elektrárne sa dajú pripísať pravdepodobne práve na konto jadrovej elektrárne. Ich výskyt v areály v podzemnej vode má celkom určite pôvod v jadrovej elektrárne, ale rozšírenie zaťaženia je obmedzené len na areál.

Výskumy výskytu rádioizotopov v okolí jadrovej elektrárne v roku 2012

Pre zistenie charakteru súčasného stavu okolia jadrovej elektrárne (koncentrácie rádioizotopov) sme na 5 miestach vykonali nasledovné merania: in-situ gama-spektrometrické (50 meraní), gama dávkový príkon (50 meraní), meranie koncentrácie aktivity pôdy (meranie 50 ks vzoriek), meranie koncentrácie aktivity trávy, tŕstia, kôry stromov (meranie 50 ks vzoriek). Merania prebiehali počas predchádzajúceho vytvorenia environmentálneho základu pre predĺženie prevádzkového obdobia jadrovej elektrárne Paks, na miestach potenciálnej akumulácie identifikovaných morfologicky.



100. obrázok: Satelitná snímka miest odberu vzoriek stanovených v programe

Z pôdnych a rastlinných vzoriek odobratých z miest merania počas dvoch fázach vegetačného obdobia (jar-leto a neskoré leto-jeseň), boli stanovené koncentrácie rádionuklidov.

Vo všeobecnosti sa dá konštatovať, že celková koncentrácia aktivity beta nameraná v pôdnych a rastlinných vzorkách pochádzala u väčšiny vzoriek 80-95 % z obsahu 40K, čiže tieto dve hodnoty sa navzájom dobre približovali. V 30 km okolí Jadrovej elektrárne Paks mali vzorky pôdy priemernú koncentráciu aktivity beta 612 Bq/kg.Namerané hodnoty sa menili v rozsahu 410-788 Bq/kg. Priemerná koncentrácia aktivity beta rastlinných vzoriek bola na jar 706 Bq/kg, na jeseň 604 Bq/kg. Namerané hodnoty sa menili v širšom rozsahu 226 – 1236 Bq/kg. Je zrejmé, že zmeny podľa ročných období opísané v prípade izotopu 40K sa samozrejme objavili aj v prípade týchto hodnôt.

V pôdach z okolia jadrovej elektrárne Paks sme namerali koncentrácie aktivity ^{90}Sr a ^{137}Cs (priemerne 1,0 Bq/kg, resp. 16,1 Bq/kg), na III. monitorovacom mieste (priemer 0,4 Bq/kg, resp. 7 Bq/kg). Vo vzorkách kalu sme v porovnaní s výsledkami pôdy namerali nižšie hodnoty koncentrácie izotopov ^{90}Sr, a ^{137}Cs. Vo vzorkách kalu bola priemerná koncentrácia aktivity ^{90}Sr 0,30 Bq/kg, a v prípade ^{137}Cs bola priemerná koncentrácia aktivity 5,9 Bq/kg. Pre porovnanie, priemer koncentrácií aktivity ^{90}Sr nameraných v kale Balatonu bol 0,92 Bq/kg , a izotopu ^{137}Cs 45 Bq/kg. Priemer koncentrácií aktivity ^{90}Sr nameraných v kale jazerA Velencei-tó bol 4,39 Bq/kg , a izotopu ^{137}Cs 31 Bq/kg. Koncentrácia ^{90}Sr rastlinných vzoriek odobratých na mieste IV. dosahovala 1,5 Bq/kg. Priemerná koncentrácia aktivity ^{137}Cs získaná z výsledkov všetkých rastlinných vzoriek dosahovala 0,44 Bq/kg, a koncentrácia aktivity ^{90}Sr bola 1,06 Bq/kg.

Zhrnutie rádioaktivity v životnom prostredí

Počas environmentálnych kontrolných meraní sa rádionuklidy charakteristické pre jadrovú elektráreň v posudzovanom rozmedzí vyskytovali podľa údajov PSKRO a ÚSKRO len v niekoľkých prípadoch, vo vzorkách vody, spadu, kalu a pôdy odobratých v rámci kontrolných meraní, našli predovšetkým rádionuklidy ^{54}Mn, ^{60}Co, ^{58}Co, ^{110m}Ag. Nuklidy rádiojódu sa vyskytovali v prípadoch, ako prevádzková porucha v roku 2003, nehoda vo Fukušime, a emisie vypustené inštitútom Izotóp Intézet Kft. V bodoch, ktoré sú vzdialenejšie od elektrárne je možný výskyt rádiojodu aj v dôsledku emisie počas lekárskeho použitia. Okrem spracovania údajov merania 2001-2011 sme pri miestach monitoringu Jadrovej elektrárne Paks realizovali aj in-situ gama spektometrické merania a v roku 2012 merania dávkového príkonu, a boli odobraté aj vzorky pôdy a rastlín. Laboratórne merania preukázali tiež len výskyt rádionuklidov ^{90}Sr a ^{137}Cs v rôznych environmentálnych vzorkách. Len na jednom jedinom mieste (v blízkosti Jadrovej elektrárne Paks) sme vedeli v pôde preukázať rádionuklid ^{60}Co. Podobne aj v rokoch 1990 merania vykonané na týchto miestach (ktoré boli vyznačené ako akumulačné body, na základe morfologických úvah a smere vetra) boli schopné preukázať výskyt rádionuklidu, konkrétne ^{110m}Ag.

Na základe toho sa dá konštatovať, že environmentálne účinky normálnych emisií jadrovej elektrárne, správanie rádionuklidov v životnom prostredí nie je možné meraniami monitorovať, a nie je možné opísať ich migráciu, pohyb v jednotlivých prvkoch životného prostredia. Aj dávkové príkony gama životného prostredia potvrdzujú, že v okolí jadrovej elektrárne sa nenachádzajú miesta so zvýšenými hodnotami.

21.2 ZDRAVOTNÝ STAV OBYVATEĽSTVA ŽIJÚCEHO V RIEŠENOM OBVODE 30 KM OD ELEKTRÁRNE

Prieskumom zdravotného stavu osôb bývajúcich v blízkosti areálu treba vyhodnotiť, ako často sa vyskytujú choroby potenciálne spojené s ionizujúcim žiarením medzi obyvateľstvom žijúcim v 30 km-ej oblasti areálu.

Za oblasť prieskumu sme považovali 30 km okruh od centra jadrovej elektrárne Paks.

Na epidemiologické posudzovanie sa konkrétne nevzťahujú právne predpisy a neexistujú ani zverejnené metódy spracovania. K vyhodnoteniam sme ako primárnu referenciu považovali súhrn metód, publikáciu ktorá zosumarizovala výsledky projektu organizovaného v rámci programu Biomed 2, podporovaného Európskou úniou a Európskou kanceláriou WHO (Lawson A, Biggeri A, Böhning D, Lessafre E, Viel J-F, Bertollini R: Disease Mapping and Risk Assessment in Public Health, Wiley, 1999).

Základ výskumu tvorili len indikátory vzťahujúce sa na choroby, respektíve skupiny chorôb, ktoré v rámci Medzinárodnej klasifikácie chorôb disponujú so samostatným ICD kódom, respektíve v prípade ktorých počas analýzy údajov vzťahujúcich sa na referenčnú populáciu nevynorí štatistický rozdiel poukazujúci na anomálie

nahlasovacích postupov (čiže v prípade ktorých maďarský referenčný údaj v porovnaní s medzinárodnými referenčnými hodnotami nevykazuje neprimerane veľkýrozdiel; a v prípade ktorých v referenčnej populácii územné rozdiely a časové trendy nepreukazujú nepomer, ktorý je nezlučiteľný s povahou choroby).

Diagnostika príčiny smrti

Centrálny štatistický úrad (CSO) Maďarska zhromažďuje už dlhé roky listy o prehliadke mŕtveho, na ktoré lekár konštatujúci úmrtie zapíše demografické údaje a diagnózu príčiny smrti. Diagnóza príčiny smrti - na rozdiel od tradičnej diagnózy - neznamená zistenie nejakého ochorenia, ale opis procesov vedúcich k úmrtiu, ktoré je treba zaznamenať podľa príslušných pravidiel. Ochorenie predstavujúce východiskový bod považujeme za indikátor, ktorý sa použije počas monitoringu zdravia, veď hlavným cieľom projektu je vyhodnotenie možných vplyvov potenciálnych rizikových faktorov spojených s vznikom ochorenia. Ročný počet úmrtí pozorovaný v jednotlivých obciach sme získali od Centrálneho štatistického úradu súhrnne na roky 2001-2010, podľa jednotlivých ochorení.

Sociálny status

V rámci skúmaného územia sú významné rozdiely sociálno-ekonomického statusu obyvateľov žijúcich v jednotlivých obciach. Keďže tento status cez množstvo prvkov životného štýlu ovplyvňuje pravdepodobnosť výskytu ochorení, počas prieskumu treba tieto vplyvy zohľadniť, ako rušivé faktory, ktoré treba skontrolovať, čoho prvým krokom je zber príslušných údajov. Počas analýzy údajov je najspoľahlivejším zdrojom územie-špecifických indikátorov sociálno-ekonomického statusu databáza sčítania ľudu, ktorá sa naposledy uskutočnila v roku 2011, táto databáza poskytne širokú škálu informácií o sociálno-ekonomických situáciach. Keďže počas programu sme analyzovali frekvenciu výskytu takých chorôb, ktorých vývin požaduje dlhoročné expozície, indikátory statusu sčítania ľudu z roku 2011 sú vhodné na účely dosiahnutia cieľov prieskumu.

Register obyvateľstva

Register obyvateľstva podľa obcí bol v posledných 10 rokoch vedený v rôznych inštitúciach, ktoré ale zabezpečili právnu kontinuitu, súčasný zodpovedný úrad je: Centrálny úrad verejnej správy a elektronických verejných služieb (CÚVSEVS). Počas programu k výpočtu indikátorov stanovených pre jednotlivé roky je potrebná znalosť demografických údajov tam bývajúceho obyvateľstva z polovice roka, ktoré sme získali na základe údajov CÚVSEVS.

Určenie oblasti vplyvu

Počas prieskumu sme spracovali údaje z oblasti vplyvu na úrovní obcí, resp. údaje obcí zoskupených podľa poštových smerovacích čísiel. Registrácia obyvateľstva sa odohráva na úrovni obcí. Výskyt diagnóz príčiny úmrtia a vývojových porúch je údaj zaznamenaný na úrovni obcí, ale údaje o primárnej starostlivosti pacientov sú zaznamenávané podľa poštových smerovacích čísiel pacientov.

V prieskume sme samostatne zohľadnili populáciu žijúcu v 10 km zóne (ako primárneho potenciálneho znášateľa), v 10-20 km pásme (ako sekundárneho potenciálneho znášateľa) a populáciu žijúcu v 20-30 km pásme (ako kontrolnú populáciu, ktorá je schopná najlepšie odzrkadliť miestne pomery). Základným údajom priestorového rozloženia rizikových pomerov bola vzdialenosť jednotlivých obcí od elektrárne a umiestnenie obce v rámci zóny.

Posudzovanie rizika úmrtnosti

Údaje úmrtí boli spracované podľa jednotlivých príčin úmrtí. V prípade každej príčiny smrti bolo vyhodnotené skúmané riziko úmrtia a štatistické vyhodnotenie odchýlok skúmaných počtov prípadov od očakávaných hodnôt. Boli vyhotovené štatistické hodnotenia o skúmanom riziku úmrtia v obciach v 30 km okolí, aj o výsledkoch získaných počas štatistického testovania odchýlok, ktoré sa líšili od referenčnej úrovne.

Analýza rizika výskytu chorôb

Frekvencia výskytu vypočítaná podľa správ zdravotných inštitúcií poskytujúcich odbornú starostlivosť, bola spracovaná podľa skupín ochorení. V prípade každej skupiny chorôb bolo vyhodnotené riziko úmrtia skúmané v

meste Paks, a štatistické vyhodnotenie odchýlok skúmaných počtov prípadov od očakávaných hodnôt.

Prostredníctvom vyhodnotenia relatívneho rizika zhrnutého v rámci 10 km definovaných zónach a testovania jeho odchýlky od referenčnej úrovne, resp. na základe vyhodnotenia lokálnych rizík korigovaných sociálno-ekonomickým statusom a vzdialenosťou od elektrárne sme testovali elektráreň v úlohe potenciálneho bodového zdroja.

Celkovo výsledok posudzovania jednotlivých chorôb populácie žijúcej v oblasti vplyvu sa dá v porovnaní s referenčnými hodnotami charakterizovať ako priaznivý alebo podobný zdravotný stav, ako v prípade referenčnej populácie. Na základe výsledkov posudzovania jednotlivých chorôb sa podľa štatistických ukazovateľov dá povedať, že môže byť teoretická spojitosť zvýšenia rizika spojeného s elektrárňou.

K opisu rizikových faktorov ovplyvňujúcich nádory sme nevyvinuli osobitný dotazník, ale preložili sme slobodne použiteľné otázky, vypracované Svetovou zdravotníckou organizáciou (WHO), ktoré boli validované a publikované.

Pomocou všeobecných lekárov sme použili výskumný prístup, ktorý nám umožnil, aby sme kvantifikovali schopnosť ovplyvnenia nádorových rizík expozíciou z jadrovej elektrárne. Skúmanú expozíciu (dávku ionizujúceho žiarenia, ktorá sa z Jadrovej elektrárne Paks dostáva do životného prostredia) sme namiesto priamo nameraných údajov určili odhadom podľa vzdialenosti medzi miestom bydliska skúmaných osôb a jadrovou elektrárňou. Spôsobené poškodenie zdravia znamenalo incidenciu nádorových ochorení registrovaných všeobecným lekárom. Kontrolované boli ďalšie rizikové faktory, ako: vek, pohlavie, vzdelanie, fajčenie, pracovná expozícia ožiarenia, kumulácia nádorových ochorení v rodine, cukrovka, vysoký krvný tlak, ischemická choroba srdca. Počas monitoringu realizovali všeobecní lekári zber údajov v 3 župách, v obciach, ktoré sa nachádzajú vo vzdialenosti od Jadrovej elektrárne Paks bližšej než 30 km, prostredníctvom dotazníka vypracovaného podľa medzinárodných štandardov. Všeobecný lekár vyplnil dotazník o svojich dospelých pacientoch, u ktorých bolo v období od 1. januára 2010 do 31. decembra 2012 diagnostikované nádorové ochorenie, následne vybral kontrolného pacienta, ktorý vyhovoval vekom, pohlavím aj vzdelaním, o ktorom tiež vyplnil dotazník. Počas spracovania sme analyzovali vplyv rizikových faktorov pre jednotlivé typy nádorov.

Počas analýzy rizikových faktorov sme získali výsledky, ktoré boli v súlade s charakterom daného nádoru (fajčenie zvyšuje riziko rakoviny hrtana, pľúc, hlavy a krku, a močového mechúra), respektíve výsledky, ktoré odzrkadľujú účinky výberu vzoriek. (Keďže databáza bola vybudovaná pomocou odpovedajúcich kontrolných pacientov podľa veku, pohlavia a vzdelania, pri dokonalom „odpovedajúcom“ porovnaní by sme nevideli vlastnosť týchto faktorov, ktorá ovplyvňuje riziká, napriek tomu, že taká vlastnosť jasne existuje.)

Počas vyhodnotenie jednotlivých nádorových lokalizácií sme väčšinou nenašli kladné spojenie s blízkosťou Jadrovej elektrárne Paks a výskytom nádorových ochorení. V prípade karcinómu prsníka štatistické spracovanie preukázalo signifikantný pokles frekvencie v blízkosti jadrovej elektrárne. Bol vykonaný prieskum veľkého množstva nádorovej lokalizácie, z toho dôvodu sa dá vyhodnotiť vplyv jadrovej elektrárne len pomocou rozloženia pravdepodobnosti. Pravdepodobnosť nádorových ochorení podľa typov je rovnomerne rozložená, pohybuje sa okolo neutrálnej hodnoty.

Spoločné vyhodnotenie výsledkov teda poukazuje na to, že jadrová elektráreň nezvyšuje riziko nádorových ochorení vyskytujúcich sa v okolí elektrárne.

Celkovo sa dá konštatovať, že prieskum nezistil zvýšenie rizika nádorových ochorení obyvateľstva žijúceho v blízkosti Jadrovej elektrárne Paks.

21.3 SÚČASNÉ OŽIARENIE OBYVATEĽSTVA ŽIJÚCEHO V OBVODE 30 KM OD ELEKTRÁRNE

Odhad vystavenia obyvateľstva bol realizovaný nasledovne:

- Na základe údajov rádioaktívnych emisií, dávkového príkonu priameho a rozptýleného žiarenia súčasne prevádzkovaných jadrových zariadení nachádzajúcich sa v areály, údajov jadrovej kontroly životného prostredia sme vykonali odhad ožiarenia obyvateľstva.
- K odhadu radiačnej záťaže z iných umelých zdrojov sme zohľadnili aj umelé ožiarenie pochádzajúce z rôznych činností, ako odvoz rádioaktívneho odpadu, preprava čerstvého a vyhoretého jadrového paliva, manipulácia so zdrojmi žiarenia v rámci areálu, a zaťaženie pochádzajúce z priemyselných

rádiografických prieskumov.

Odhad radiačnej záťaže sme realizovali pre 30 km okolie areálu, použitím údajov z rokov 2001-2011, a prostredníctvom medzinárodne uznávaných metód a programov.

K odhadu vystavenia obyvateľstva sme po stanovení parametrov určujúcich šírenie rádioaktívnych látok v areály a v životnom prostredí, vypracovali scenáre pre odhadované emisie. K odhadu radiačnej záťaže sme zohľadnili aj ožiarenie pochádzajúce z rôznych činností, ako odvoz rádioaktívneho odpadu, preprava čerstvého a vyhoretého jadrového paliva, manipulácia so zdrojmi žiarenia v rámci areálu, a zaťaženie pochádzajúce z priemyselných rádiografických prieskumov. Tu treba poznamenať, že priame a rozptýlené žiarenie pochádzajúce z Jadrovej elektrárne Paks je prakticky zanedbateľná. Keďže údaje merania dávkového príkonu spadajú do rozsahu pozadia, z tohto dôvodu z nich nie je možné vypočítať radiačnú zátaž obyvateľstva vzťahujúcu sa na jadrové zariadenia. Obyvateľstvo môže byť postihnuté predovšetkým z iných zdrojov dodatočného priameho a rozptýleného žiarenia, tým pádom sme realizovali výpočty modelov pre tieto zdroje.

Podľa modelovaných scenárov sme určili potenciálne radiačné zaťaženia kritickej skupiny pre jednotlivé, respektíve vhodne spojené prípady. Odhad radiačnej záťaže sme vykonali medzinárodne uznávanými metódami, programami, a k nim sme použili odporúčania a údaje ICRP a IAEA.

Na základe výpočtov sme vyhodnotili či dávka definovaná v dávkovom obmedzení vyhovuje prevádzkovaniu Jadrovej elektrárne Paks a MSVP ohľadne kritického obyvateľstva (hypotetická skupina detského obyvateľstva obce Csámpa a Gerjen). Táto hodnota bola stanovená v roku 1998 až 100 μSv ročne, z čoho môže 90 % využívať Jadrová elektráreň Paks, a 10 % MSVP.

Na opis atmosférického rozptylu sme počas výpočtov bežnej prevádzky použili postup na základe medzinárodných odporúčaní, tzv. Gaussov lúčový model sektorového priemeru. Opis znečistenia jednotlivých komponentov pozemného potravinového reťazca sa zakladá na tzv. technika koncentračného faktora.

Model opisujúci vypúšťanie do Dunaja zohľadňuje, že zmiešavanie v bočnom smere - aj vo veľkej vzdialenosti od bodu vypúšťania - sa realizuje len čiastočne. Z hydrologických parametrov sa dajú stanoviť tzv. korekčné faktory čiastočného zmiešavania, ktoré závisia od vzdialenosti, a ktoré určujú, že v danej vzdialenosti od bodu vypúšťania do Dunaja, na pravom brehu o koľko bude väčšia koncentrácia v porovnaní s celkovým zmiešaním.

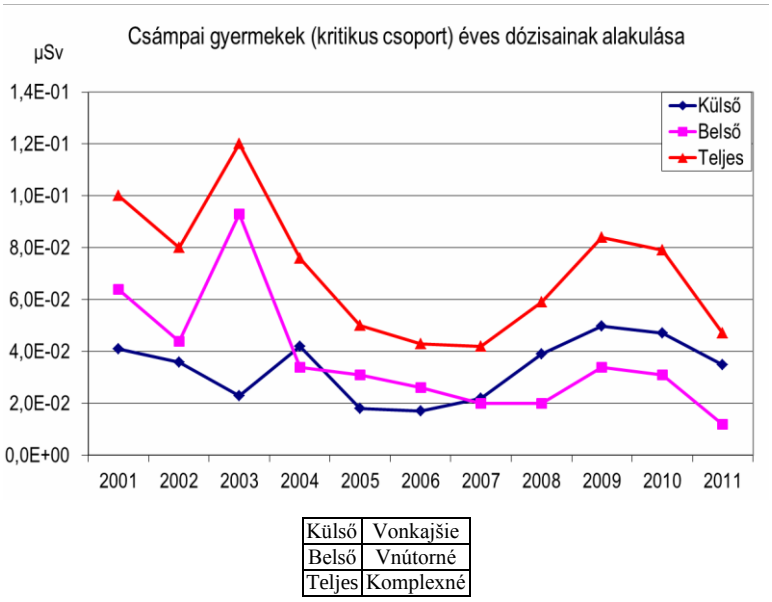
V úlohe sme odhadli radiačné zaťaženia obyvateľstva pochádzajúce z iných zdrojov, použitím medzinárodného programu pre jednotlivé vonkajšie trasy ožiarenia, a porovnali sme ich dostupnými nameranými údajmi.

Radiačná záťaž obyvateľstva vypočítaná z atmosférických emisií

Stanovenie atmosférického rozšírenia pochádzajúce z atmosférických emisií, koncentrácie prvkov suchozemského potravinového reťazca a radiačných záťaží jednotlivých trás ožiarenia bolo realizované pomocou nami vyvinutého programového balíka s názvom "SS57", ktoré sa zakladá na modeloch opísaných v publikáciach IAEA Safety Series No. 57 és az IAEA Safety Reports Series No. 19. Počas výpočtov sme používali tzv. Gaussov lúčový model sektorového priemeru. Použili sme proces založený na medzinárodných odporúčaniach, zhrňujúci nahromadené skúsenosti mnohých krajín sveta, ktorý sa dá jednoducho použiť v rutinnej praxi.

Výpočet radiačných zaťažení pochádzajúcich z Jadrovej elektrárne Paks a MSVP z rokov 2001-2011 sme realizovali pre každý jeden rok daného obdobia. Výpočty vzťahujúce sa na vekovú skupinu detského obyvateľstva Csámpa (kritická skupina) podľa atmosférických emisií PA znázorňuje nasledovný obrázok. Okrem roku prevádzkovej poruchy (2003) v období 2001-2007 celkové radiačné zaťaženie ukazovalo priebežný pokles, následne až do roku 2009 sa zvyšovalo (v rokoch 2010-2011 hodnoty ukazovali opäť klesanie).

Vývoj ročných dávok u detí z obce Csámpa (kritická skupina)



Külső	Vonkajšie
Belső	Vnútorné
Teljes	Komplexné

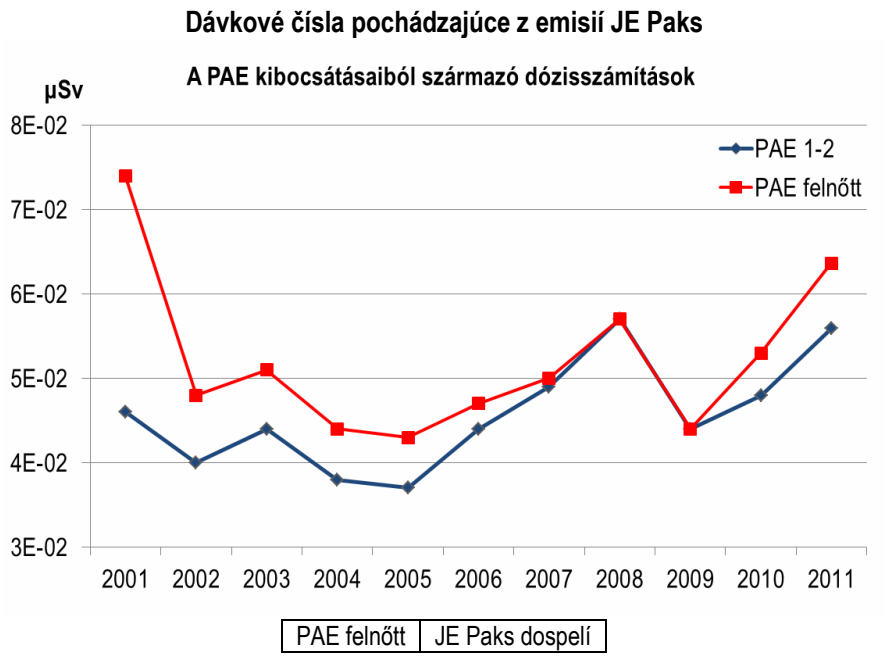
101. obrázok: Vývoj ročných dávok u detí z obce Csámpa (kritická skupina) z emisií komína elektrárne

Radiačná záťaž pochádzajúca z vodných emisií

Kvapalné emisie pochádzajúce z jadrovej elektrárne napokon skončia v Dunaji, ako recipiente. Konzervatívny prístup je, ak ignorujeme procesy riedenia, sedimentácie v medziúseku - nádrže, kanál teplej vody (rádioaktívny rozklad sa dá ignorovať aj v prípade šírenia cez Dunaj, treba ho zohľadniť len v prípade usadených rádionuklidov).

Najjednoduchší model aplikovateľný na opis riedenia a šírenia v rieke, predpokladá celkové zmiešanie. V úplnej blízkosti miesta vypúšťania tento predpoklad sa celkom určite nesplní, tým pádom sa v lúči dajú očakávať vyššie koncentrácie, ako vypočítané pri celkovom zmiešaní. Toho rozsah je ťažké určiť, lebo jednak závisí od mnohých parametrov (vodné objemy vypustenej vody a recipienta, teploty, rýchlosť prúdenia, atď.) a jednak je pomerne komplikovaný aj matematické riešenie daného problému.

Výpočet vonkajšieho a vnútorného radiačného zaťaženia pochádzajúceho z kvapalných emisií Jadrovej elektrárne Paks a MSVP (spoločne sa dostávajú do Dunaja), vzťahujúci sa na vekovú skupinu detí (1-2 ročné) obce Gerjen, na obrázku nižšie.



102. obrázok: Ožiarenie detí (1-2 rokov) a dospelých z obce Gerjen pochádzajúce z kvapalných emisií jadrovej elektrárne Paks

Expozície vyplývajúce z iných zdrojov

Časť prepravných trás **rádioaktívnych odpadov** prechádza vedľa obývaných území, z toho dôvodu aj v relatívnej blízkosti nákladných vozidiel sa môže zdržiavať civilná osoba. V takom prípade sa človek vedľa cesty môže pohybovať aj v blízkosti 5 m, počas prepráv môže dostať aj23,04 µSv dávku ožiarenia (5 minút), ak počítame so sudmi jadrovej elektrárne s priemernou aktivitou. To je absolútne konzervatívny odhad, keďže zohľadňuje situáciu, že daná osoba sa počas každej prepravy zdržuje práve v blízkosti nákladného vozidla.

V prípade prepravy **čerstvého paliva** sme skúmali dva prípady, prvý prípad: ak sa súprava z nejakého dôvodu (dopravná prekážka) zastaví na stanici, a ľudia čakajúci na vlak sa určitý čas (1/2 hodina) môžu zdržiavať v 5 m blízkosti vlakovej súpravy. V tomto prípade bude žiarenie pochádzajúce z palív v jednom železničnom vagóne: 0,66 µSv. Druhý prípad: súprava prechádza bez zastavenia cez stanicu rýchlosťou 30 km/h, kritická osoba, ktorá čaká na stanici na vlak vo vzdialenosti 5 m počas prechodu vlakovej súpravy dostane žiarenie vo výške 1,17 nSv.

Vypočítali sme neutrónové a gama radiačné zaťaženie obyvateľstva pochádzajúce z prepravy **vyhoretého jadrového paliva** do MSVP v rámci areálu (prepravný kontajner C-30), v rôznych vzdialenostiach od areálu, aj pre kritických obyvateľov obce Csámpa. Počas výpočtov sme kalkulovali s priemerne vyhoretým palivom (40,9 GWdeň/tU), ktoré 3 roky bolo uložené. Pri radiačnej záťaži kritického obyvateľstva (1300 m od vonkajšej steny kontajneru) sme dobu prepravy stanovili v čase 1 hodina, a predpokladali sme, že za jeden rok sa prepraví 480 ks vyhoretých článkov, z toho nám vyšlo, že spôsobená radiačná záťaž bude vo výške 0,0235 nSv.

Aj v prípade prevozu **prostriedkov** v areály, **ktoré obsahujú na svojom povrchu rádionuklidy**, sme preskúmali radiačné zaťaženie pre jednotlivé vzdialenosti. V prípade ^{60}Co je dávkový príkon na 500 m 5,33E-09 µSv/h (na povrchu je dávkový príkon 1 µSv/h), čo znamená, že je potrebných 21 rokov, aby prostriedok obsahujúci na svojom povrchu rádioaktívnu látku mohol spôsobiť žiarenie veľkosti 1 nSv.

Počas **priemyselných rádiografických skúšok** používajú vysoko aktívne zdroje ožiarenia, a zdroje používajú v dvoch situáciach: zdroj ožiarenia je vo vlastnom tieniacom pracovnom puzdre, a počas rádiografickej skúšky, keď sa zdroj ožiarenia nachádza bez ochrany v prostredí. Výpočty platné pre rádiografické skúšky sme realizovali pre rôzne vzdialenosti na zdroje žiarenia s počiatočnou aktivitou 2 TBq ^{192}Ir, a 5 TBq ^{75}Se, pri predpoklade, že sa ročne realizuje cca 2200 skúšok, čo zapríčiňuje vo vzdialenosti 1 300 m a 500 m 0,67 µSv, a 5,62 µSv radiačnú záťaž.

Zhrnutie radiačnej záťaže obyvateľstva

Ročné úrovne radiačnej záťaže obyvateľstva získané modelovaním boli v každom prípade pod úrovňami obmedzenia dávok (1 mSv), resp. dávkového obmedzenia Jadrovej elektrárne Paks + MSVP (100 µSv), aj v

prípade takých konzervatívnych predpokladov, ktoré sa v skutočnosti vyskytujú s veľmi malou pravdepodobnosťou. Hodnoty ožiarenia vypočítané z emisií spadali do rádu nSv/rok, vplyvy pochádzajúce z ďalších zdrojov (preprava čerstvého paliva, vyhoretého paliva, rádioaktívneho odpadu, radiografické testy) môžu byť väčšie, ale to nie sú trvalé prípady, pri zohľadnení najhorších podmienok, môže spadať radiačné zaťaženie jedincov obyvateľstva do rozsahu µSv/rok, čo je o niekoľko rádov nižšia hodnota, než hodnota uvedená v nariadeniach.

Zmenu radiačnej záťaže takéhoto rozsahu sa meraniami prakticky nedá potvrdiť, čiže aj naďalej sa budeme musieť spoliehať na modelovanie a výpočty.

21.4 VPLYVVÝSTAVBY PAKS II. NA OŽIARENIE OBYVATEĽSTVA ŽIJÚCEHO V OKOLÍ ELEKTRÁRNE

Počas obdobia zriadenia radiačná záťaž obyvateľstva môže pochádzať predovšetkým z radiografických testov. Vzhľadom na počet radiografických testov sa dá určiť veľkosť ročného radiačného zaťaženia obyvateľstva. Dajú sa očakávať rovnaké hodnoty, ako pri vyššie spomínaných výpočtoch. Radiačnú záťaž radiografických testov môžeme považovať za priamy účinok, nepriame vplyvy sa vo fáze zriadenia nedajú zistiť.

21.5 VPLYVPREVÁDZKOVANIA PAKS II. NA ZAŤAŽENIE OBYVATEĽSTVA ŽIJÚCEHO V OKOLÍ ELEKTRÁRNE ŽIARENÍM

Radiačná záťaž atmosférických emisií

V prípade bežnej prevádzky sú emisie vypúšťané v 100 m (komín) a 40 m (budova turbíny). Ak vychádzame so 100 metrovej výšky komína, zohľadnením podobných pomerov Jadrovej elektrárne Paks počítali sme so 120 m účinnouvýškou emisií a údajmi 120 metrovej meteorologickej veže. Pri emisiách z 40 m výšky sme zohľadnili 50 m účinnú výšku, a údaje meteorologickej veže pre 50 metrovú výšku.

Pri emisiách pre jednotlivé nuklidy sme vychádzali z hodnôt bežnej prevádzky, ktoré sme mali k dispozícii od MVM Paks II. (údaje ruskej strany) [40].

Rádionuklid	Emisie vypustené cez komín I. emisia	Emisie vypustené nad budovou turbíny II. emisia
	Bq/rok	Bq/rok
^{3}H	7,80E+12	2,40E+09
^{14}C (CO_2)	3,00E+10	-
^{14}C (organické)	5,70E+11	-
^{83m}Kr	1,34E+12	5,40E+10
^{85m}Kr	4,56E+12	1,22E+10
^{85}Kr	7,12E+11	1,32E+08
^{87}Kr	2,76E+12	1,28E+11
^{88}Kr	1,01E+13	3,00E+11
^{131m}Xe	4,98E+11	3,20E+09
^{133}Xe	5,62E+13	9,40E+11
^{135}Xe	1,51E+13	6,60E+11
^{138}Xe	5,72E+11	6,20E+10
^{131}I (aerosol)	4,85E+07	2,48E+05
^{132}I (aerosol)	6,46E+07	8,00E+05
^{133}I (aerosol)	9,20E+07	7,44E+05
^{134}I (aerosol)	4,40E+07	2,24E+05
^{135}I (aerosol)	7,53E+07	5,68E+05
^{131}I (základné)	4,85E+07	2,48E+06
^{132}I (základné)	6,46E+07	8,00E+06
^{133}I (základné)	9,20E+07	7,44E+06
^{134}I (základné)	4,40E+07	2,24E+06
^{135}I (základné)	7,53E+07	5,68E+06
^{131}I (organické)	4,85E+07	3,47E+06
^{132}I (organické)	6,46E+07	1,12E+07
^{133}I (organické)	9,20E+07	1,04E+07
^{134}I (organické)	4,40E+07	3,14E+06
^{135}I (organické)	7,53E+07	7,95E+06
^{51}Cr	1,57E+05	3,00E+02

^{54}Mn	9,66E+03	4,20E+02
^{60}Co	6,20E+04	4,80E+03
^{89}Sr	6,50E+05	2,80E+04
^{90}Sr	1,19E+03	8,80E+01
^{134}Cs	4,00E+07	2,00E+06
^{137}Cs	6,06E+07	2,60E+06

Zdroj: MIR.1200 Preliminary data and information for safety and environmental licensing, Appendix 3

64. tabuľka: Emisie bežnej prevádzky dvoch blokov (Bq/rok)

Pre emitované rádionuklidy sme zohľadnili nasledovné zváženia:

- trícium sme na 100% považovali za vodnú paru
- rádiouhlík sme v 5% brali ako CO_2 v 95 % ako organický, podľa niekoľkoročných údajov emisií v Paksi.
- rádiojódy sme v 4 % považovali za aerosoly, 40 % sme brali ako základné a 56 % ako organické látky, na základe priemerov údajov emisií jadrovej elektrárne Paks z posledných rokov.

vzácne plyny sme považovali za základné plyny, ďalšie rádionuklidy nespomínané v prvom odseku sme identifikovali ako aerosoly. Aj v tomto prípade sme použili už skôr spomínaný program „SS57", a z koncentrácií vypočítaných podľa vyššie uvedených sme stanovili nasledovné dávky:

- ❖ vonkajšie ožiarenie
  - gama dávka preniknutia
  - gama dávka povrchu pôdy
  - gama dávka pochádzajúca z resuspenzie
  - beta dávka preniknutia (dávka pokožky)
- ❖ vnútorné ožiarenie
  - dávka z inhalácie
  - inhalačná dávka pochádzajúca z resuspenzie
  - dávka požitia pochádzajúca z prehltnutia potravín

Na základe meteorologických údajov 2009 sme výpočty realizovali na vekovú skupinu 1-2 ročných detí a dospelých, a dodržiavali sme nasledovné územné rozloženie:

Sektorová skupina	Sektor	Kruhový objazd	Vzdialenosť [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

65. tabuľka: Územné rozloženie emisných výpočtov

Na základe nasledujúcich dvoch tabuľkách je zrejmé, že výsledky sú v podstate podobné ako hodnoty vypočítané z emisií už existujúcich blokov, ale celkové dávkové výsledky počítané na malé deti z obce Csámpa ostávajú pod predchádzajúcimi dlhoročnými hodnotami. To je spôsobené jednak tým, že obec Csámpa leží trošku ďalej a v inom smere od nových komínov, a jednak uvedené priemerné emisné hodnoty sa líšia od predchádzajúcich.

V prípade emisií je pomer jednotlivých nuklidov iný, ako v prípade predchádzajúcich blokov, ale aj tu sú určujúce vonkajšie dávky vzácnych plynov (dominuje ^{88}Kr) a požitie pochádzajúce z rádiouhlíka. Okrem toho sa v dávke značne vyskytuje trícium, (základný) ^{131} a izotopy Cs. Dávka 1-2 ročných malých detí je trošku vyššia, než dávka dospelých, a v obidvoch prípadoch sú vyššie vonkajšie dávky.

Keďže kalkulované účinné dávky v skúmanej oblasti nikde neprekročili hodnotu 90 µSv, najvyššie vypočítané hodnoty (aj v prípade malého dieťaťa na 500 m len 220 nSv) ostávajú o dva a pol rádovo pod tým, môžeme teda vyhlásiť, že bežná prevádzka jadrovej elektrárne teda mimo bezpečnostného pásma neznamená od neutrálneho vyššie riziko (nad 90 µSv).

Vzdialenosť	<1 km				1-5 km				5-10 km				10-30 km				1,5 km
Trasa/Sektor	**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**
Gama preniknutia	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
Povrchová gama	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
Resusp. gama	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 preniknutia*	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
Všetky vonkajšie	**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**
Inhalácia	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
Resusp. inhalácia	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
Po požití	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
Všetky vnútorné	**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**
Celkom	**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 % hodnoty preniknutia beta dávky (kožnej dávky) sa nachádza vo vonkajších a celkových (účinných) dávkach

66. tabuľka: Dávky u 1-2 ročných detí vznikajúce v jednotlivých oblastiach na základe meteorologických údajov z roku 2009, podľa trasy ožiarenia (I+II, Sv)

Vzdialenosť	<1 km				1-5 km				5-10 km				10-30 km				1,5 km
Trasa/Sektor	**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**
Gama preniknutia	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
Povrchová gama	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
Resusp. gama	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 preniknutia*	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
Všetky vonkajšie	**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**
Inhalácia	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
Resusp. inhalácia	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
Po požití	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
Všetky vnútorné	**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**
Celkom	**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 % hodnoty preniknutia beta dávky (kožnej dávky) sa nachádza vo vonkajších a celkových (účinných) dávkach

67.tabuľka: Dávky u dospelých vznikajúce v jednotlivých oblastiach na základe meteorologických údajov z roku 2009, podľa trasy ožiarenia (I+II, Sv)

Radiačná záťaž plánovanej prevádzkovej poruchy

K skúmaniu udalostí TA4 (Projektový základ 4) plánovanej prevádzkovej poruchy sme použili prípad z ruského poskytovania údajov [41] DBC4 (Design Basis Category 4). Pri udalosti TA4/DBC4 sme zohľadnili emisie vypúšťané zo 100 metrov vysokého komína so 120 metrovou účinnou výškou, pri „povrchových“ emisiách sme počítali s výškou ventilátorov nachádzajúcich sa vo výške 35 m na streche budovy. K výpočtom sme použili aj teraz náš model „SS57”. Skoré dávky (na základe 10 dňových emisií) a neskoré dávky (na základe 30 dňových emisií) sme brali ako dva rôzne prípady. V oboch prípadoch sme dávky vypočítali na jednu meteorologickú situáciu pre vekovú kategóriu 1-2 ročných detí a dospelých. Počítali sme letnými emisiami, ďalšie parametre sa zhodovali s parametrami normálnych pomerov. Priemerné meteorologické podmienky, nízke zrážky:

Kategória stability (Pasquill): D

Rýchlosť vetra: 5 m/s (18 km/h)

Zrážky: 2,8E-7 m/s (1 mm/h)

K výpočtom oblasti vplyvu sme priblížením stanovili vzdialenosť, kde sú dávky maximálne. Výpočet sme uskutočnili na tieto vzdialenosti pre jednotlivé scenáre: 300 m, 400 m (vzdialenosť maximálnej dávky), 600 m, 800 m, 3 km, 10 km, 20 km, 30 km.

Skoré dávky: z určených 10 dňových „povrchových“ a komínových emisií sme vypočítali nižšie uvedené dávky pochádzajúce z oblakov a povrchu pôdy, a uviedli sme ich sumu:

- gama dávka preniknutia
- gama dávka preniknutia (v sume je uvedených jej 1 %)
- gama dávka povrchu pôdy
- dávka z inhalácie
- dávky pochádzajúce z resuspenzie

Nuklid	10-dňové komínové emisie	0-dňové „povrchové“ emisie
^{131}I (základné)	2,90E+08	2,10E+09
^{132}I (základné)	1,50E+07	1,00E+08
^{133}I (základné)	5,80E+07	4,00E+08
^{134}I (základné)	3,20E+06	2,30E+07
^{135}I (základné)	1,00E+07	7,10E+07
^{131}I (organické)	8,70E+09	6,10E+09
^{132}I (organické)	1,70E+08	1,20E+08
^{133}I (organické)	1,40E+09	9,80E+08
^{134}I (organické)	2,00E+07	1,40E+07
^{135}I (organické)	1,90E+08	1,30E+08
^{85m}Kr	9,60E+10	6,70E+08
^{87}Kr	4,40E+10	3,10E+08
^{88}Kr	1,80E+11	1,20E+09
^{133}Xe	9,70E+13	6,80E+11
^{135}Xe	3,30E+11	2,30E+09
^{138}Xe	7,00E+09	4,90E+07
^{134}Cs	6,20E+05	4,30E+07
^{137}Cs	2,20E+05	1,60E+07

68. tabuľka: Skoré emisie (Bq)

Neskoré dávky: z určených 30 dňových „povrchových“ a komínových emisií sme vypočítali nižšie uvedené dávky pochádzajúce z oblakov a povrchu pôdy, a uviedli sme ich sumu:

- gama dávka preniknutia
- gama dávka preniknutia (v sume je uvedených jej 1 %)
- gama dávka povrchu pôdy
- dávka z inhalácie

- dávky pochádzajúce z resuspenzie
- dávka z požitia

Nuklid	30-dňové komínové emisie	30-dňové „povrchové“ emisie
^{131}I (základné)	4,30E+08	3,00E+09
^{132}I (základné)	1,50E+07	1,00E+08
^{133}I (základné)	5,80E+07	4,00E+08
^{134}I (základné)	3,20E+06	2,30E+07
^{135}I (základné)	1,00E+07	7,10E+07
^{131}I (organické)	1,40E+10	9,80E+09
^{132}I (organické)	1,70E+08	1,20E+08
^{133}I (organické)	1,40E+09	9,80E+08
^{134}I (organické)	2,00E+07	1,40E+07
^{135}I (organické)	1,90E+08	1,30E+08
^{85m}Kr	9,60E+10	6,70E+08
^{87}Kr	4,40E+10	3,10E+08
^{88}Kr	1,80E+11	1,20E+09
^{133}Xe	1,30E+14	9,20E+11
^{135}Xe	3,30E+11	2,30E+09
^{138}Xe	7,00E+09	4,90E+07
^{134}Cs	6,20E+05	4,30E+07
^{137}Cs	2,20E+05	1,60E+07

69. tabuľka: Neskoré emisie (Bq)

Výpočty sme realizovali aj pre vekovú skupinu dospelých a 1-2 ročných detí, neskoré dávky pochádzajúce z depozície povrchu pôdy sme integrovali v prípade dospelých na 50, detí na 70 rokov, v prípade vnútorných dávok sme v každom prípade počítali s viazanými dávkovými faktormi. Ako ďalší konzervatívny predpoklad sme použili stály pobyt a spotrebu len potravín vyprodukovaných na mieste, a ďalej sme predpokladali, že sa neaplikujú žiadne preventívne opatrenia.

Ako je to zrejmé z tabuľky, kalkulovaná dávka ani v jednom prípade nepresahovala neutrálny účinok (účinná dávka < 90 μSv/rok) (najvyššia hodnota: 21 μSv - neskorá dávka malých detí na 400 m), na základe čoho môžeme vyhlásiť, že mimo bezpečnostného pásma sa dá očakávať len neutrálny dopad (v skutočnosti aj v rámci neho).

Prípad/vzdialenosť	300m	400m	600m	800m	3km	10km	20km	30km
malé deti skorá	9,00E-07	**1,10E-06**	9,02E-07	6,56E-07	1,17E-07	1,59E-08	4,78E-09	2,38E-09
dospelý skorá	5,30E-07	**6,53E-07**	5,22E-07	3,95E-07	8,40E-08	1,20E-08	3,65E-09	1,85E-09
malé deti neskorá	1,70E-05	**2,10E-05**	1,61E-05	1,12E-05	8,30E-07	5,30E-08	1,07E-08	4,34E-09
dospelý neskorá	1,60E-05	**2,00E-05**	1,51E-05	1,01E-05	7,75E-07	4,60E-08	8,80E-09	3,46E-09

70. tabuľka: Súhrnné celkové dávky projektovej prevádzkovej poruchy (Sv)

O skorých dávkach sa dá povedať, že v blízkych vzdialenostiach (napr. aj v prípade 400 m maxima) najväčšiu časť dávky spôsobuje ^{131}I emitovaný „povrchom“ (predovšetkým inhaláciou), vo väčších vzdialenostiach sa dávajú do popredia vzácne plyny, ale hlavne gama dávka preniknutia pochádzajúca z komínovej emisie ^{133}Xe (čo je samozrejme rádovomenšie, ako dávka kalkulovaná počas maxima). V tomto scenári je dávka dospelých oveľa nižšia (v blízkych vzdialenostiach skoro polovica), ako v prípade malých detí.

Značná časť neskorých dávok pochádza v bližších vzdialenostiach z „povrchových“ emisií dvoch Cs izotopov (a v menšej miere z ^{131}I) (hlavne povrchovej gama dávky, a požitím), kým vo väčších vzdialenostiach dominuje aj v tomto prípade skôr gama dávka preniknutia pochádzajúca z komínovej emisie ^{133}Xe. Aj v tomto prípade je dávka dospelých nižšia ako detí, ale v blízkych vzdialenostiach len mierne (v tomto prípade vyššiu gama dávku malých detí z povrchu pôdy skoro kompenzuje vyššia dávka dospelých požitím).

Radiačná záťaž pochádzajúca z kvapalných emisií

Kvapalné rádioaktívne odpady, ktoré sa po trase kvapalných emisií Jadrovej elektrárne Paks (kanál teplej vody) dostanú do Dunaja, po zmiešaní a riedení dosiahnu miesta čerpania vody a iné body využívania. Takýmto

spôsobom rádioaktívne znečistenie počas využívania Dunaja priamo alebo nepriamo (cez vodný potravinový reťazec) prichádza do styku s človekom, a môže spôsobiť vonkajšiu alebo vnútornú radiačnú záťaž. Model použitý na výpočet radiačnej záťaže sme použili na základe odporúčania MAAE. Plánované kvapalné emisie ruského bloku typu VVER 1200 MW sa vzťahujú na jeden blok, a sú založené na poskytnutí ruských údajov:

Rádionuklid	**^{3}H**	**^{14}C**	**^{131}I**	**^{132}I**	**^{133}I**	**^{134}I**	**^{135}I**	**^{89}Sr**
Emisia/blok	9,1E+12	1,05E+09*	3,5E+07	2,3E+06	1,2E+07	1,4E+06	3,9E+06	8,1E+05
Rádionuklid	**^{90}Sr**	**^{134}Cs**	**^{137}Cs**	**^{51}Cr**	**^{54}Mn**	**^{60}Co**	**^{58}Co**	
Emisia/blok	2,3E+03	8,0E+07	1,2E+08	5,5E+05	6,1E+05	2,5E+06	5,6E+05	

* odhadovaná hodnota podľa Isotoptech Zrt.

71. tabuľka: Plánované kvapalné emisie ruského bloku VVER 1200 MW (Bq/rok) [30]

V prípade obyvateľov obce Gerjen - ktorí zároveň predstavujú aj príslušnú (kritickú) skupinu obyvateľov plánovaných nových blokov vo vzťahu kvapalných emisií - ročné radiačné zaťaženie vekovej skupiny 1-2 ročných detí a dospelých je zhrnuté v tabuľke 72. Podľa výsledkov je dávka dospelého obyvateľstva - pri daných ročných emisiách, a predpokladaných údajov spotreby a parametrov životného štýlu - vyššia ako dávka 1-2 ročných detí. V oboch skupinách je závažné vnútorné radiačné zaťaženie - prakticky 100 % -, v rámci toho je príspevok ^{3}H a ^{14}C najvýznamnejší (u deťoch). V prípade dospelých je dosť značný aj príspevok ^{134}Cs a ^{137}Cs. Napriek tomu sú radiačné záťaže - aj napriek silne konzervatívnym prístupom, ktoré sme použili - malé, aj keď počítame len na dva bloky, predstavujú len 2-3 tisíciny dávkového obmedzenia.

Radionuklid	**1-2 ročné dieťa**			**Dospelý**		
	vonkajší	**vonkajší**	**vonkajší**	**vonkajší**	**belső**	**teljes**
^{58}Co	4,2E-04	1,2E-03	1,7E-03	4,3E-04	5,8E-04	1,0E-03
^{60}Co	1,8E-02	5,2E-02	7,0E-02	1,8E-02	1,6E-02	3,4E-02
^{51}Cr	9,0E-06	6,8E-05	7,7E-05	9,2E-06	4,2E-05	5,1E-05
^{134}Cs	9,5E-02	2,6E+00	2,7E+00	9,6E-02	1,9E+01	1,9E+01
^{137}Cs	1,4E-01	3,4E+00	3,5E+00	1,4E-01	2,0E+01	2,1E+01
^{3}H (HTO)	0,0E+00	5,1E+01	5,1E+01	0,0E+00	5,1E+01	5,1E+01
^{14}C	0	3,9E+01	3,9E+01	0	3,9E+01	3,9E+01
^{131}I	2,2E-04	9,3E-01	9,3E-01	3,5E-04	2,1E-01	2,2E-01
^{132}I	7,6E-05	2,0E-04	2,7E-04	1,3E-04	7,9E-05	2,1E-04
^{133}I	1,1E-04	2,5E-02	2,6E-02	1,8E-04	6,9E-03	7,0E-03
^{134}I	5,3E-05	3,7E-05	9,1E-05	9,2E-05	1,8E-05	1,1E-04
^{135}I	9,2E-05	1,3E-03	1,4E-03	1,6E-04	4,4E-04	5,9E-04
^{54}Mn	2,7E-04	5,9E-04	8,6E-04	2,8E-04	6,2E-04	9,0E-04
^{89}Sr	8,1E-06	3,8E-03	3,8E-03	8,2E-06	1,4E-03	1,4E-03
^{90}Sr	5,1E-07	1,7E-04	1,7E-04	5,1E-07	1,5E-04	1,5E-04
Total	**2,5E-01**	**9,7E+01**	**9,7E+01**	**2,6E-01**	**1,3E+02**	**1,3E+02**

72. tabuľka: Dávka u 1-2 ročných detí a dospelých žijúcich v obci Gerjen z ročných kvapalných emisií ruských blokov typu VVER 1200 MW (nSv/rok)

Prieskum vykázateľnosti koncentrácie aktivity životného prostredia pochádzajúce z atmosférických a vodných emisií Paks II., a prípadné kumulácie

Našim cieľom bolo určiť, či je možné namerať účinky atmosférických a vodných emisií 2 ruských blokov typu VVER 1200 MW v jednotlivých prvkoch životného prostredia a v prípadných kumuláciách. Uplatnili sme konzervatívny prístup, v tom zmysle, že sme porovnali najväčšie koncentrácie aktivity hranicami výkazu programu environmentálnej kontroly, ktorú rutinne vykonáva jadrová elektráreň.

V prípade atmosférických emisií sme porovnali koncentrácie aktivity vypočítané z emisných hodnôt roku 2009 s charakteristickými hranicami výkazu meraní environmentálnej kontroly, realizovaných jadrovou elektrárňou. Brali sme maximálne hodnoty jednotlivých smerov koncentrácie aktivity (vzduch, povrch pôdy, mäso, obilniny, zelenina, mlieko) určené pre jednotlivé vzdialenosti (<1; 1-5 km, 5- 10 km, 10-30 km), ako aj hodnoty vypočítané pre vzdialenosť 1,5 km, a následne sme ich priradili k vykázaným limitným hodnotám. Výsledky ukázali, že v prvej

skupine (znamená uskutočniteľné meranie) je možnosť preukázať len niekoľko rádionuklidov, hlavne trícia a rádiokarbónu. V druhej skupine (znamená meranie uskutočniteľné len väčším úsilím) sa teoreticky dajú zmerať okrem rádionuklidov koncentrácie ovzdušia ešte jednotlivé prvky aktivity povrchu pôdy, napr. základný jód, radiocézium (čo je prítomné nezávisle od elektrárne, vo vyššej koncentrácie, než sme tu stanovili), ale tieto je možné preukázať skôr v bližších vzdialenostiach k Jadrovej elektrárni Paks. Podľa výpočtov všetky ďalšie rádionuklidy spadajú do kategórie nemerateľných.

V prípade vodných emisií sme koncentrácie aktivity vypočítali z vodného potravinového reťazca na environmentálny prvok voda Dunaja, sediment a ryba, pôda cez trasu zavlažovania, listová zelenina, krmivo, kravské mlieko a hovädzie mäso, metódou použitou v prípade atmosféry. V prípade prvej skupiny - sem patrí len obsah trícia a rádiokarbonu vody z Dunaja, a koncentrácia aktivity ^{137}Cs v rybe - by sa dalo prostredníctvom cieleného prieskumu, ktorý si nevyžaduje oveľa vyššie zdroje než rutinný kontrolný program, zistiť vplyv nových blokov. V prípade druhej skupiny môže byť šanca na zistenie ^{137}Cs (vo vode Dunaja, sedimente a krmive) len vynaložením oveľa väčšieho úsilia (veľmi veľké množstvo vzoriek, extrémne citlivé meracie zariadenie, veľmi dlhá doba merania). V prípade tretej skupiny zistenie environmentálneho vplyvu jadrovej elektrárne vôbec nemá šancu.

Zhrnutím môžeme vyhlásiť, že v prípade bežnej prevádzky Paks II. vzhľadom na atmosférické a vodné emisie má rádiologický vplyv veľmi nízku hodnotu, rádovo zaostáva pod hodnotou dávkového obmedzenie (90 µSv/rok).

Dopadové oblasti prevádzky Paks II.

Pri klasifikácii rádiologického dopadu sa použila nasledovná kategorizácia:

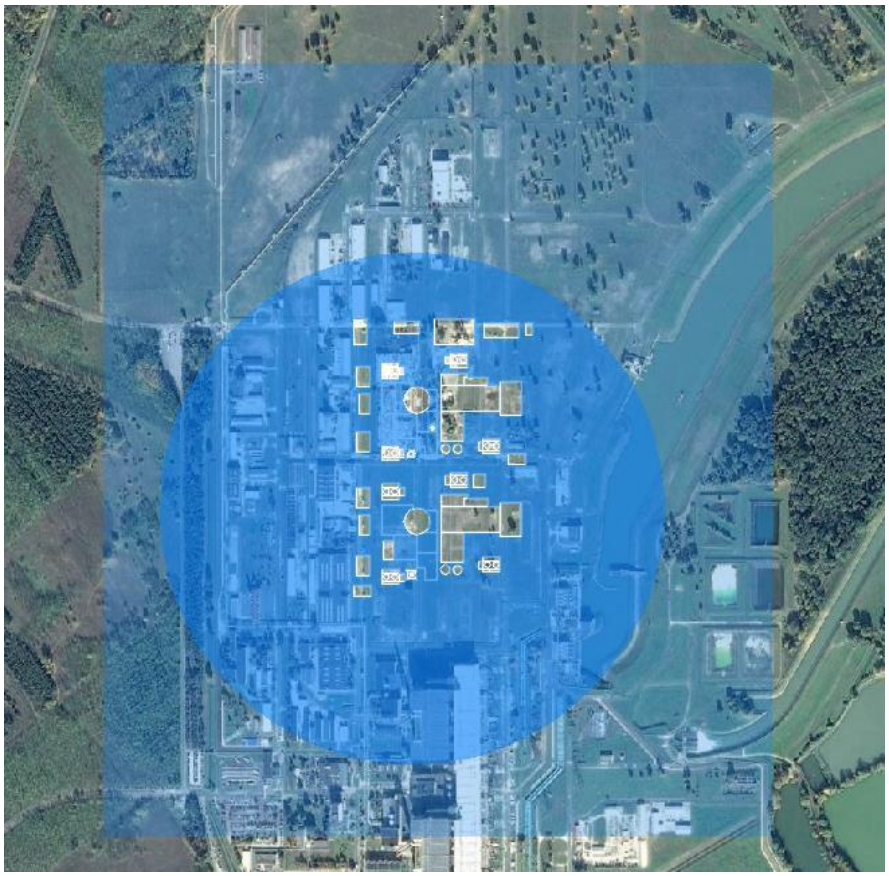
Klasifikácia	**Rádiologický vplyv (E=účinná dávka)**
neutrálny	E < 90 µSv/rok
prípustný	90 µSv/rok < E < 1 mSv/rok
zaťažujúci	1 mSv/rok < E < 10 mSv/2 deň alebo 10 mSvudalosť*
škodlivý	10 mSv/2 deň alebo 10 mSv/udalosť < E < 1 Sv/udalosť**
eliminujúci	1 Sv/dĺžka života < E

** bez vplyvu potravinového reťazca*
*** na celú dĺžku života (u dospelých 50 rokov, u detí70 rokov) bez vplyvu potravinového reťazca*

kde:

90 µSv/rok povolená hodnota žiarenia stanovená ÁNTSZ-OTH;
1 mSv/rok povolená hodnota pre obyvateľstvo;
10 mSv je odvrátiteľná dávka v prípade inej ako bežnej prevádzky
1 Sv/dĺžka života úroveň, pri ktorej sa v prípade havárie vyžaduje zásah v podobe trvalého presídlenia

Pri bežnej prevádzke v rámci kruhu s 500 metrovým polomerom zostáva kolektívny rádiologický dopad (priamy, nepriamy) pod povolenou dávkou (neutrálny efekt), nakoľko táto hodnota je dodržaná aj na hranici bezpečnostnej zóny, pri bežnej prevádzke sa za hranice územia dopadu považujú hranice bezpečnostnej zóny.



103. obrázok: Oblasť vplyvu bežnej prevádzky Paks II.: kruh s 500 metrovým polomerom v 500 metrovej bezpečnostnej zóne

(Pri uvádzaní dopadovej oblasti sa vychádzalo zo stredobodov dvoch komínov a dopad sa uvádza v kruhu s 500 metrovým polomerom s uvedeným stredobodom. Ako je to možné vidieť aj na vyššie uvedenom obrázku, 500 metrová bezpečnostná zóna tento kruh zahŕňa)

Dopad a oblasti dopadu spoločného prevádzkovania Paks II., jadrovej elektrárne Paks a MSVP

V nižšie uvedených tabuľkách sú uvedené súhrnné maximálne celkové dávky spoločného vplyvu atmosferických emisií bežnej prevádzky troch jednotiek (Paks II., jadrovej elektrárne Paks a MSVP) prevádzkovaných na území týkajúce sa dvoch vekových skupín a jednotlivých vzdialeností. Na základe týchto je možné vidieť, že súhrnná dávka je dvakrát nižšia ako neutrálna hodnota.

Prevádzka/územie	Csámpa	<5km	5-10km	10-30km
Jadrová elektráreň 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
MSVP (2011)	1,40E-09	4,00E-10	6,60E-11	1,00E-11
Celkom	**1,54E-07**	**7,94E-08**	**1,56E-08**	**2,51E-09**

73. tabuľka Celkové dávky Paks II, jadrovej elektrárne Paks a MSVP z maximálneho roka u 1-2 ročných detí, Sv

Prevádzka/územie	Csámpa	<5km	5-10km	10-30km
Jadrová elektráreň Paks	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
MSVP (2011)	7,00E-10	2,10E-10	3,40E-11	6,60E-12
Celkom	**1,20E-07**	**6,22E-08**	**1,22E-08**	**2,04E-09**

74. tabuľka Celkové dávky Paks II., jadrovej elektrárne Paks a MSVP z maximálneho roku u dospelých, Sv

1-2 ročné dieťa (nSv/rok)	Dospelý (nSv/rok)
1,54E+02	2,04E+02

75. tabuľka Maximálny celkový ročný vplyv kvapalných emisií v obci Gerjen

Dopadové územie v prípade žiarenia pochádzajúceho z bežnej prevádzky bude totožné s hranicami zlúčených bezpečnostných zón Paks II., jadrovej elektrárne Paks a MSVP.

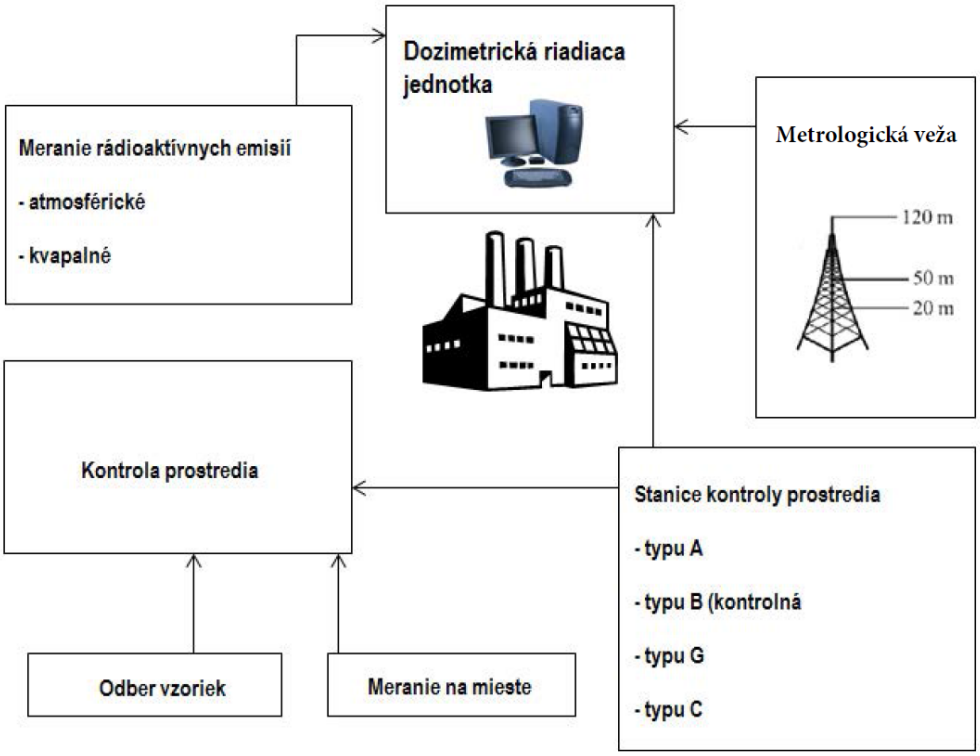
Odporúčaný systém kontroly radiačnej ochrany

Environmentálny monitorovací systém radiačnej ochrany v súčasne fungujúcej jadrovej elektrárni Paks je možné považovať za komplexný a pokiaľ ide aj o medzinárodnú úroveň, tak funguje na vysokej úrovni. Meranie kvapalných a plynných emisií sa uskutočňuje dvojstupňovou kontrolou: priebežnými meraniami telemetrických systémov, respektíve odberom vzoriek.

K telemetrickému systému patria telemetrické stanice: Stanice typu A (9 ks), G (11 ks) C (15 ks) a B (1ks kontrolná). Bloky Paks II. budú z väčšej časti umiestnené v rámci súčasného environmentálno-monitorovacieho systému, s niektorými výnimkami:

- Z tohto dôvodu sa v okolí prevádzky Paks II. navrhuje doplnenie súčasne prevádzkovaného environmentálneho systému kontroly radiačnej ochrany jadrovej elektrárne Paks.
- Považuje sa za potrebné, aby sa počet monitorovacích staníc typu „A“ a „G“ zvýšil.
- V závislosti od použitej technológie sa bude považovať rozšírenie staníc typu „V“ za odôvodnené.
- V okolí prevádzky Paks II. sa navrhuje širšie vykonávanie odberu vzoriek a meraní Laboratóriom na kontrolu prostredia ohľadom súčasných prvkov prostredia, táto kontinuita a porovnávanie (referenčná úroveň) sú taktiež dôležité.
- Je potrebné vybudovať nové studne na kontrolu podzemných vôd, tak ako to vymedzuje kapitola s názvom *Geologické prostredie a podzemné vody v rámci prevádzky a jej bezprostrednom okolí.*
- Za účelom dvojstupňovej kontroly plynných a kvapalných emisií blokov Paks II. je potrebné, aby sa do nových komínov respektíve do bodov vypúšťania kvapalných emisií nainštalovali priebežne fungujúce detektory na sledovanie žiarenia, ktoré sú podobné súčasným detektorom.

Pri laboratórnych meraniach sa odporúča uprednostniť selektívne merania izotopu a zabezpečiť zariadenia majúce menší limit detekcie. Teoretickú konštrukciu navrhovaného monitorovacieho systému ochrany pred žiarením Paks II. znázorňuje nasledovný obrázok.



104. obrázok: Teoretická konštrukcia navrhovaného monitorovacieho systému ochrany pred žiarením Paks II.

Dopad nevybudovania na ožiarenie obyvateľstva žijúceho v okolí prevádzky

S poukazom na medzinárodnú prax je možné konštatovať, že v prípade nevybudovania prevádzky sa neočakáva väčší dopad na prostredie v porovnaní s bežnou prevádzkou, dopady budú podobné ako pri už uvedených dopadoch, len sa môžu zmeniť emisné body a množstvo odpadu.

22 OŽIARENIE EKOSYSTÉMU

Táto kapitola dopadovej štúdie skúmajúcej vplyv výstavby nových blokov jadrovej elektrárne v Paks na prostredie sa zaoberala otázkou zaťaženia ekosystému novým zdrojom ožiarenia. Skúmanie ekosystému týmto spôsobom je pomerne novou oblasťou radiačnej ochrany a doteraz neexistujú právne predpisy týkajúce sa vyslovene tejto oblasti. Avšak medzinárodné vedecké organizácie už pred rokmi navrhovali regulovať túto oblasť na úrovni rozhodovacej právomoci. Na základe toho sa očakáva, že skôr alebo neskôr budú prijaté aj právne predpisy týkajúce sa úpravy limitov ochrany pred ionizačným žiarením vytvoreným človekom pre jednotlivé druhy živých organizmov respektíve pre ekosystémy prírody.

Z tohto dôvodu sa ako účelné javilo zaoberať sa touto otázkou už teraz, pri vybudovaní nových blokov jadrovej elektrárne. Na strane jednej je potrebné určiť súčasnú základnú úroveň, nakoľko každý ďalší nárast potenciálnej expozície sa pridáva k tejto základnej úrovni a ďalej je potrebné vykonať odhad ohľadom toho, v akej miere budú mať vplyv plánované bloky na náraste expozície na okolité suchozemské a vodné živočíchy v porovnaní so súčasnou expozíciou. Nakoľko expozícia sa viaže k novej činnosti a ohľadom živých organizmov nie sú konkrétne, výslovne stanovené číselné limity expozície na živé organizmy, pre posúdenie dopadu môže za samozrejmý porovnávací základ dávkového príkonu jednotlivých živých organizmov slúžiť dávkový príkon jednotlivých živých organizmov pochádzajúci z prirodzeného radiačného pozadia. Ak teda sprievodný dávkový príkon súvisiaci s ľudskou činnosťou je len zlomkom prirodzeného dávkového príkonu, tak tento pravdepodobne žiadnym spôsobom nevplyvní fungovanie environmentálnych systémov.

Keďže ohľadom živých organizmov sú vedomosti týkajúce sa dávkového príkonu pozadia pomerne nedostatočné, bolo potrebné v prostredí Paksu vykonať meranie žiarenia, ktorý má prírodný biota pôvod a existuje bez ohľadu na ľudskú činnosť. Toto žiarenie má v rozhodujúcej miere pôvod v existencii uránu, tória a rádioaktívneho izotopu draslíka hmotnostného čísla 40, ktoré sú prítomné v zemskej kôre od vzniku Zeme a ich účinkom boli živé organizmy (vrátane človeka) aj vždy vystavené. Údaje merania pochádzajúce z vyhľadaných meraní radiačnej ochrany týkajúce sa tohto územia, ďalej vlastné pokusné skúmania vykonané za účelom nahradenia respektíve doplnenia chýbajúcich informácií poskytli dostatočne detailný obraz o dávkach žiarenia na suchozemské a vodné živočíchy. Na jednej strane je možné v súhrne o radiačnom pozadí suchozemských živočíchov žijúcich v okolí elektrárne uviesť, že táto hodnota je pri prevažnej väčšine druhov pod hodnotou 0,5 µGy/h. Od tejto hodnoty vykazujú organizmy zhromažďujúce vápno a ďalej machy podstatne vyššiu hodnotu, ktorá prevyšuje aj súčasne odporúčanú referenčnú úroveň pre jednotlivé druhy živých organizmov. Na druhej starne sa však zdá, že v mnohých prípadoch sa podceňuje dávkový príkon daného druhu aj o dva/tri faktory, ak sa nepoužíva špecifický prenosový faktor miesta k výpočtu vnútorného dávkového príkonu. V prípadne vodných organizmov sa prirodzená úroveň dostáva do širšieho pásma: organizmy žijúce celkom vo vodnom telese alebo čiastočne v ňom, na jeho povrchu a organizmy žijúce vo vzduchu je možné charakterizovať dávkovými príkonmi, ktoré sa približujú suchozemským rastlinám, zvieratám, súčasne však organizmy nachádzajúce sa na dne koryta, ďalej organizmy s charakteristickou pevnou ochrannou schránkou (mušle, slimáky) sú charakteristické desaťnásobne vyššou dávkou ožiarenia.

Odporúčaná referenčná úroveň dávkového príkonu spôsobeného ľudskou činnosťou 10 µGy/h na daný biotop je potrebné ponímať s ohľadom na všetky tam pôsobiace zdroje majúce ľudský pôvod, teda dopad nového plánovaného zdroja je potrebné hodnotiť spolu s existujúcimi zdrojmi. Preto na jednej strane bolo potrebné zmerať úroveň rádioaktívneho znečistenia okolia Paks pochádzajúceho z pokusov s jadrovými zbraňami (globálny spad) ako aj súčasný dopad spadu z Černobyľu na okolie Paksu. K ožiareniu na živé organizmy pochádzajúceho z ľudskej činnosti prispievajú aj 4, 30 rokov fungujúce bloky jadrovej elektrárne a to prostredníctvom atmosferických a vodných emisií. Tieto tri zdroje spolu vytvárajú súčasné umelo vytvorené ožiarenie živých organizmov.

Ohľadom vyššie uvedených komponentov je možné na základe výsledkov výpočtov modelovej situácie vykonaných v suchozemskom prostredí konštatovať, že podiel elektrárne (max. ~10^{-4} µGy/h) je v praxi zanedbateľný v porovnaní s globálnym ožiarením a ožiarením pochádzajúcom z Černobyľu (~10^{-3} µGy/h).

Globálny podiel vytvárajúci rozhodujúcu časť ožiarenia umelého pôvodu časom vykazuje klesajúcu tendenciu, nakoľko polčas rozpadu izotopov ^{137}CS a ^{90}Sr určujúcich jeho podstatnú hodnotu je porovnateľný so životnosťou reaktorov blokov. Pri začatí plánovanej prevádzky prvých nových blokov v roku 2025 klesnú v súčasnosti odhadované dávkové príkony o 25%, teda základná úroveň pre jednotlivé skupiny druhov bude 3/4 súčasnej úrovne.

Súhrn vonkajších a vnútorných dávkových príkonov vymodelovaných na elektráreň, ktorá sa má vybudovať, bude celkové ožiarenie jednotlivých suchozemských referenčných živých organizmov, ktoré je následkom dlhšiu dobu existujúcej prevádzky dvoch blokov Paks II. Veľkosť tohto ožiarenia bude samozrejme závisieť od vzdialenosti ventilačných komínov vypúšťacích rádioaktívne látky do atmosféry. Očakávaná maximálna hodnota sa vytvára v rámci prevádzky jadrovej elektrárne a jej hodnota sa pre väčšinu druhov bude vyvíjať okolo 0,5 nGy/h. V najbližšom prostredí mimo prevádzky (približne 1,5 km od emisného bodu) hodnoty vykazujú veľmi nízky výskyt ožiarenia nedosahujúcom ani súčasnú základnú úroveň a to v podstate s ohľadom na všetky referenčné živé organizmy. Odhadované ožiarenie je účelné predovšetkým porovnať s podielom pridaným k základnej úrovni jadrovej elektrárne fungujúcej približne 30 rokov. Tieto sú dávkové príkony určené pre prostredie stanice A4, teda pre najbližšie miesto skúmania, ktoré bude najviac vystavené účinkom budúceho Paks II. Je možné konštatovať, že ohľadom dopadu plánovanej elektrárne tento nevykazuje podstatný rozdiel v porovnaní s už fungujúcou elektrárňou. Pri začatí plánovanej prevádzky dvoch elektrární v roku 2025 by bol nárast ku globálnemu ožiareniu, ktoré bude existovať pri začatí prevádzok, menší ako 1-2 %.

Ohľadom základnej úrovne týkajúcej sa umelých zdrojov je potrebné ešte poznamenať, že táto je platná aj pre celé územie okolo elektrárne medzi hlavnou cestou č. 6 a Dunajom, nakoľko koncentrácie aktivít v pôde tvoriacich základ odhadu nevykazujú podľa týkajúcich sa výsledkov meraní podstatné rozdiely. Ďalej je potrebné poznamenať aj to, že hodnoty ožiarenia pri jednotlivých skupinách druhov nevykazujúce podstatné rozdiely a v porovnaní s prirodzeným pozadím predstavujúci len približne 1% ukazujú, že medzi druhmi neexistuje ani jeden, ktorý by vyžadoval osobitnú pozornosť v dôsledku jeho ohrozenia.

V okolí jadrovej elektrárne Paks môžu byť v dôsledku emisií jadrovej elektrárne dotknuté tri vodné biotopy Predovšetkým Dunaj, príjemca kvapalných emisií a to najmä niekoľko 100 metrová časť nachádzajúca sa pod teplovodným kanálom. Samotný kanál je síce inžinierska stavba, avšak živé organizmy, aj keď v obmedzenej diverzite, dávno zabrali časť brehu. Za samostatný biotop je možné ešte považovať jazero Kondor, ktoré je odrezané mŕtve rameno a ktoré občas môže mať pripojenie k teplovodnému kanálu prostredníctvom umelo vytvorených rybníkov. Z týchto troch biotopov sme sa predovšetkým sústredili na Dunaj, pretože Dunaj je príjemcom súčasných kvapalných rádioaktívnych emisií a bude ním aj v prípade plánovanej elektrárne.

Výsledok vymodelovaných výpočtov vykonaných s danými emisnými údajmi ukazuje, že chladiaca voda bude mať očakávaný dopad na vodné živočíchy žijúce na mieste ešte pred jej priamym vypustením do Dunaja len vo výške desať stotín percent prirodzeného ožiarenia radiačného pozadia. Samozrejme, ak sa pokračuje po prúde toku rieky je pravdepodobné, že hodnota ožiarenia bude v dôsledku riedenie nižšia aj od uvedenej hodnoty. Pri predkladanom ožiarení bežnej prevádzky spadajúcej do pásma 20 pGy/h és 1 nGy/h je rozhodujúce vnútorné ožiarenie.

organizmus	celkový dávkový príkon, µGy/h				Podiel Paks II v % v porovnaní so všetkými elektrárňami	Podiel Paks II v % v porovnaní so všetkými umelými zdrojmi
	Paks II	jadrová elektráreň Paks	globálne	celkom		
obojživelníky	$9{,}96\cdot10^{-05}$	$5{,}18\cdot10^{-04}$	$5{,}65\cdot10^{-04}$	**$1{,}18\cdot10^{-03}$**	16,1	8,4
bentické ryby	$5{,}13\cdot10^{-04}$	$1{,}89\cdot10^{-03}$	$2{,}59\cdot10^{-03}$	**$5{,}00\cdot10^{-03}$**	21,3	10,3
vtáky	$6{,}10\cdot10^{-05}$	$5{,}49\cdot10^{-04}$	$2{,}36\cdot10^{-04}$	**$8{,}45\cdot10^{-04}$**	10,0	7,2
mušle	$4{,}90\cdot10^{-04}$	$1{,}61\cdot10^{-03}$	$2{,}48\cdot10^{-03}$	**$4{,}57\cdot10^{-03}$**	23,4	10,7
raky	$5{,}89\cdot10^{-04}$	$2{,}04\cdot10^{-03}$	$3{,}27\cdot10^{-03}$	**$5{,}90\cdot10^{-03}$**	22,4	10,0
slimáky	$5{,}26\cdot10^{-04}$	$2{,}32\cdot10^{-03}$	$2{,}75\cdot10^{-03}$	**$5{,}60\cdot10^{-03}$**	18,5	9,4
larvy hmyzu	$1{,}10\cdot10^{-03}$	$4{,}87\cdot10^{-03}$	$6{,}12\cdot10^{-03}$	**$1{,}21\cdot10^{-02}$**	18,5	9,1
cicavce	$1{,}49\cdot10^{-04}$	$1{,}09\cdot10^{-03}$	$7{,}89\cdot10^{-04}$	**$2{,}02\cdot10^{-03}$**	12,1	7,4
pelagické ryby	$1{,}00\cdot10^{-04}$	$7{,}05\cdot10^{-04}$	$5{,}19\cdot10^{-04}$	**$1{,}32\cdot10^{-03}$**	12,4	7,6
fytoplanktóny	$8{,}58\cdot10^{-05}$	$4{,}91\cdot10^{-04}$	$2{,}37\cdot10^{-04}$	**$8{,}13\cdot10^{-04}$**	14,9	10,6
cievnaté rastiny	$3{,}89\cdot10^{-04}$	$1{,}61\cdot10^{-03}$	$2{,}08\cdot10^{-03}$	**$4{,}07\cdot10^{-03}$**	19,5	9,6
zooplanktóny	$3{,}16\cdot10^{-05}$	$1{,}72\cdot10^{-04}$	$5{,}38\cdot10^{-05}$	**$2{,}58\cdot10^{-04}$**	15,5	12,3

76. tabuľka Podiel Paks II a existujúcich umelých zdrojov na ožiarení vodných organizmov v Dunaji v roku 2025.

Síce je projektovanie, výstavba a prevádzkovanie veľkokapacitných jadrových elektrární slúžiacich na energetické účely charakteristické osobitnými bezpečnostnými opatreniami, teoreticky nie je možné vylúčiť také situácie, ktoré nastanú v dôsledku vady materiálu, prírodnej katastrofy prípadne ľudského omylu, kedy nebude možné riešiť odvedenie obrovskej energie vznikajúcej v nádrži reaktora bežným spôsobom v rámci bežnej prevádzky. Hoci pravdepodobnosť vzniku takýchto udalosti je minimálna,na väčšinu predpokladaných vád a na ich následky sa prihliada už pri projektovaní, preto sú technológie potrebné na ich spravovanie zabudované už počas výstavby elektrárne.

V súčasnosti je bezpečnostná analýza vykonaná podľa medzinárodne uznaných protokolov nevyhnutnou požiadavkou výstavby, ktorú ruský projektant uskutočnil v súlade s tzv. EUR odporúčaniami, preto je známa pravdepodobnosť vzniku možných významnejších porúch a taktiež aj zoznam rádioaktívnych emisií, ktoré je možné priradiť k týmto poruchám. Poskytnutie údajov ruskou stranou podrobne obsahovalo aj viacero takýchto prípadov, a na základe týchto údajov sa vykonal odhad dopadu plánovanej prevádzkovej poruchy tzv. TA4 stupňa (pravdepodobnosť: 10^{-4}-10^{-6}/rok) podľa jedného z daných scenárov na ekosystém. Jedným z charakteristických znakov skúmanej plánovanej prevádzkovej poruchy, ktorá má veľmi malú pravdepodobnosť, je to, že je sprevádzaná len atmosferickými emisiami a aj tieto sa uskutočňujú za kontrolovaných podmienok. Tieto emisie sa môžu uskutočniť na dvoch miestach: na strane jednej sú to 100 metrov vysoké komíny používané na prevádzkovanie atmosferických emisií bežnej prevádzky a na strane druhej na mieste 4 ks bezpečnostného zariadenia na odparenie, ktoré patria k sekundárnemu okruhu a čo znamená emisie vo výške 35 metrov.

Pri porovnaní rýchlosti emisií pri jednotlivých časových intervaloch skúmanej prevádzkovej udalosti je možné konštatovať, že sa izotopy s krátkym polčasom rozpadu ($t_{1/2}$ - niekoľko hodín) dostávajú do prostredia prakticky len prvý deň. Na strane druhej sa však zistilo, že zabudovaná technológia a pravdepodobne automaticky sa spúšťajúca technológia na spravovanie havárií má veľmi dobrý stupeň účinnosti na zachytenie izotopov jódu s dlhším polčasom rozpadu nachádzajúcich sa v základnom stave a ďalej napr. aj izotopov Cs. 99,5 % atmosferických emisií tvoria emisie vzácneho plynu ^{133}Xe, prevažná časť z týchto emisií sa dostáva do prostredia cez 100 metrov vysoký ventilačný komín. Oproti tomu sa emisie izotopov cézia, ktoré majú podstatne dlhší polčas rozpadu, sa v 99 % -ách uskutočňuje vo výške 35 metrov a podľa údajov tieto emisie sú len v prvý deň udalosti. Čo sa týka aktivity, ktorá bola vypustená, táto tvorí len desaťmilióntú časť emisií xenónu a je približne rovnaká s ročnou vypustenou aktivitou cézia v priebehu bežnej prevádzky. Význam týchto skutočností spočíva v tom, v dôsledku stáleho smeru vetra charakteristického na poldeň alebo deň sa pôda z dôvodu kontaminácie znečistí len v relatívne tenkom pásme (zodpovedajúcom aktuálnemu, prevládajúcemu smeru vetra). V okolí Paksu vietor najčastejšie fúka zo smeru SZ a preto územie využívané predovšetkým na poľnohospodársku činnosť nachádzajúce sa JV od elektrárne môže byť v dôsledku takejto udalosti, ak by skutočne nastala, zasiahnuté.

Pokiaľ ide o odhad dopadu na suchozemské živé organizmy sa modelovala cesta rádioaktívneho mraku, ktorý sa dostane do ovzdušia cez emisné body, jeho rozpätie resp. spad z tohto mraku v prostredí Paksu na poveternostnú situáciu používanú pri podobných analýzach vyhotovených už aj pre súčasne fungujúce bloky. Je to stav Pasquillovej triedy D (výškové miesto inverznej vrstvy: 560 m), vo výške 120 metrov vietor fúka rýchlosťou 5 m/s a je daždivé počasie počas celej udalosti. Táto podmienka vnáša do modelu značnú stálosť, pretože suchý spad (usadeniny) je podstatne prekonaný vymývaním dažďom, preto sa prehodnocuje pridaný dávkový príkon pochádzajúci z čerstvej rádioaktivity pôdy.

Za účelom posúdenia prvých dopadov sa osobitne spravovali rádioaktívne látky vypustené počas prvých 10 dní a počítalo sa s vetrom neustále fúkacom z jedného smeru. Koncentrácie rádioaktívnych emisií okolo emisného bodu (vzduch, pôda) a ďalej dávkový príkon pochádzajúci z rádioaktívneho mraku sa namodelovali medzi miestom vypustenia a dovedna medzi 20 rôznymi vzdialenosťami programom schopným simulovať atmosférický prenos. Výsledky ukázali, že maximálne hodnoty koncentrácie látok vypustených z 35 metrov vysokých komínov v prevažnej miere nachádzajú v rámci prevádzky, kým v prípade 100 metrového ventilačného komínu, aj v prípade najpravdepodobnejšieho smeru vetra, sa tieto koncentrácie nachádzajú ešte v rámci prevádzky.

izotop	priemerná koncentrácia aktivity 100 metrov od bodu vypúšťania			priemerná koncentrácia aktivity 35 metrov od bodu vypúšťania		
	100 m	500 m	1500 m	100 m	500 m	1500 m
	vzduch, Bq/m³					
^{85m}Kr	$3{,}74\cdot10^{-40}$	$3{,}50\cdot10^{-03}$	$1{,}46\cdot10^{-01}$	$3{,}30\cdot10^{-03}$	$2{,}66\cdot10^{-02}$	$5{,}62\cdot10^{-03}$
^{87}Kr	$1{,}72\cdot10^{-40}$	$1{,}60\cdot10^{-03}$	$6{,}62\cdot10^{-02}$	$1{,}52\cdot10^{-03}$	$1{,}21\cdot10^{-02}$	$2{,}49\cdot10^{-03}$
^{88}Kr	$7{,}06\cdot10^{-40}$	$6{,}79\cdot10^{-03}$	$3{,}02\cdot10^{-01}$	$5{,}98\cdot10^{-03}$	$5{,}10\cdot10^{-02}$	$1{,}21\cdot10^{-02}$
^{131}I	$3{,}50\cdot10^{-41}$	$3{,}29\cdot10^{-04}$	$1{,}37\cdot10^{-02}$	$4{,}03\cdot10^{-02}$	$3{,}24\cdot10^{-01}$	$6{,}79\cdot10^{-02}$
^{132}I	$7{,}20\cdot10^{-43}$	$6{,}73\cdot10^{-06}$	$2{,}79\cdot10^{-04}$	$1{,}08\cdot10^{-03}$	$8{,}58\cdot10^{-03}$	$1{,}75\cdot10^{-03}$
^{133}I	$5{,}69\cdot10^{-42}$	$5{,}31\cdot10^{-05}$	$2{,}22\cdot10^{-03}$	$6{,}78\cdot10^{-03}$	$5{,}45\cdot10^{-02}$	$1{,}14\cdot10^{-02}$
^{133}Xe	$3{,}78\cdot10^{-37}$	$3{,}55\cdot10^{00}$	$1{,}49\cdot10^{02}$	$3{,}34\cdot10^{00}$	$2{,}71\cdot10^{01}$	$5{,}77\cdot10^{00}$
^{134}Cs	$2{,}41\cdot10^{-45}$	$2{,}26\cdot10^{-08}$	$9{,}44\cdot10^{-07}$	$2{,}11\cdot10^{-04}$	$1{,}70\cdot10^{-03}$	$3{,}58\cdot10^{-04}$
^{134}I	$9{,}02\cdot10^{-44}$	$8{,}35\cdot10^{-07}$	$3{,}41\cdot10^{-05}$	$1{,}80\cdot10^{-04}$	$1{,}42\cdot10^{-03}$	$2{,}79\cdot10^{-04}$
^{135}I	$7{,}80\cdot10^{-43}$	$7{,}28\cdot10^{-06}$	$3{,}03\cdot10^{-04}$	$9{,}87\cdot10^{-04}$	$7{,}90\cdot10^{-03}$	$1{,}64\cdot10^{-03}$
^{135}Xe	$1{,}28\cdot10^{-39}$	$1{,}20\cdot10^{-02}$	$5{,}04\cdot10^{-01}$	$1{,}13\cdot10^{-02}$	$9{,}17\cdot10^{-02}$	$1{,}95\cdot10^{-02}$
^{137}Cs	$8{,}99\cdot10^{-46}$	$9{,}80\cdot10^{-09}$	$5{,}13\cdot10^{-07}$	$8{,}69\cdot10^{-05}$	$9{,}03\cdot10^{-04}$	$2{,}41\cdot10^{-04}$
^{138}Xe	$2{,}82\cdot10^{-41}$	$2{,}59\cdot10^{-04}$	$1{,}03\cdot10^{-02}$	$2{,}38\cdot10^{-04}$	$1{,}85\cdot10^{-03}$	$3{,}53\cdot10^{-04}$
	pôda, Bq/m³					
^{131}I	$3{,}41\cdot10^{01}$	$6{,}80\cdot10^{00}$	$2{,}29\cdot10^{00}$	$6{,}98\cdot10^{01}$	$2{,}31\cdot10^{01}$	$6{,}33\cdot10^{00}$
^{132}I	$1{,}45\cdot10^{-02}$	$2{,}87\cdot10^{-03}$	$9{,}89\cdot10^{-04}$	$3{,}90\cdot10^{-02}$	$1{,}67\cdot10^{-02}$	$4{,}19\cdot10^{-03}$
^{133}I	$1{,}03\cdot10^{00}$	$2{,}05\cdot10^{-01}$	$6{,}92\cdot10^{-02}$	$2{,}19\cdot10^{00}$	$7{,}62\cdot10^{-01}$	$2{,}06\cdot10^{-01}$
^{134}Cs	$3{,}49\cdot10^{-03}$	$6{,}95\cdot10^{-04}$	$2{,}43\cdot10^{-04}$	$5{,}37\cdot10^{-01}$	$1{,}29\cdot10^{-01}$	$3{,}92\cdot10^{-02}$
^{134}I	$6{,}89\cdot10^{-04}$	$1{,}36\cdot10^{-04}$	$4{,}78\cdot10^{-05}$	$2{,}51\cdot10^{-03}$	$1{,}27\cdot10^{-03}$	$2{,}96\cdot10^{-04}$
^{135}I	$4{,}51\cdot10^{-02}$	$8{,}94\cdot10^{-03}$	$3{,}03\cdot10^{-03}$	$1{,}02\cdot10^{-01}$	$3{,}87\cdot10^{-02}$	$1{,}02\cdot10^{-02}$
^{137}Cs	$1{,}30\cdot10^{-03}$	$3{,}02\cdot10^{-04}$	$1{,}32\cdot10^{-04}$	$2{,}21\cdot10^{-01}$	$6{,}88\cdot10^{-02}$	$2{,}66\cdot10^{-02}$

77. tabuľka Koncentrácia aktivity na povrchu a blízko povrchu v závislosti od vzdialenosti v prípade emisií za 10 dní.

Odhadovaný dávkový príkon na jednotlivé živé organizmy podľa rádioaktívnej koncentrácie bezprostrednej blízkosti prevádzky je typicky niekoľko nGy/h a nie je to ani 1 % hodnoty prirodzenej expozície. V prípade, ak pri výpočtoch modelu sa zohľadní aj dynamika emisií počiatočného štádia (v praxi sa izotopy s krátkym polčasom rozpadu dostávajú do prostredia počas prvého dňa), tak v prípade každého živého organizmu je síce dávkový príkon väčší (5 - 10 % prirodzeného radiačného ožiarenia pozadia), avšak počas nasledovných 9 dní dávkový príkon je ovládaný predchádzajúcim spadom rádioaktívnych látok na pôdu (izotopy cézia a jódu) pochádzajúcim z vonkajšieho ožiarenia. Na základe numerických výsledkov je možné konštatovať, že dopad rozobranej prevádzkovej udalosti zaradenej do TA4 aj pri nepriaznivých poveternostných podmienkach je pokiaľ ide o okolité živé organizmy neutrálny. Táto skutočnosť zároveň znamená aj to, že o dopadovom území nie je možné hovoriť ako o skorom následku pri emisiách pochádzajúcich z prevádzkovej poruchy.

Posúdenie neskorých účinkov skúmanej prevádzkovej poruchy sa uskutočnilo pri použití údajov o emisiách daných na 30 dní a pri už skoršie uvádzaných poveternostných podmienkach. Vietor naďalej fúka v smere zistenom pri vzniku prevádzkovej poruchy a naďalej prší. Tieto podmienky majú za následok pomerne konzervatívny odhad, nakoľko celkový vypustený rádioaktívny materiál sa pohybuje v jednom danom smere a dopad sa očakáva len v jednom tenkom pásme.

izotop	priemerná koncentrácia aktivity 100 metrov od bodu vypúšťania			priemerná koncentrácia aktivity 35 metrov od bodu vypúšťania		
	100 m	500 m	1500 m	100 m	500 m	1500 m
	vzduch, Bq/m3					
^{85m}Kr	$1,25\cdot10^{-40}$	$1,17\cdot10^{-03}$	$4,89\cdot10^{-02}$	$1,10\cdot10^{-03}$	$8,85\cdot10^{-03}$	$1,87\cdot10^{-03}$
^{87}Kr	$5,70\cdot10^{-41}$	$5,31\cdot10^{-04}$	$2,20\cdot10^{-02}$	$5,06\cdot10^{-04}$	$4,04\cdot10^{-03}$	$8,30\cdot10^{-04}$
^{88}Kr	$2,36\cdot10^{-40}$	$2,27\cdot10^{-03}$	$1,01\cdot10^{-01}$	$1,99\cdot10^{-03}$	$1,70\cdot10^{-02}$	$4,03\cdot10^{-03}$
^{131}I	$1,87\cdot10^{-41}$	$1,75\cdot10^{-04}$	$7,32\cdot10^{-03}$	$2,09\cdot10^{-02}$	$1,68\cdot10^{-01}$	$3,52\cdot10^{-02}$
^{132}I	$2,41\cdot10^{-43}$	$2,24\cdot10^{-06}$	$9,28\cdot10^{-05}$	$3,60\cdot10^{-04}$	$2,87\cdot10^{-03}$	$5,85\cdot10^{-04}$
^{133}I	$1,89\cdot10^{-42}$	$1,77\cdot10^{-05}$	$7,38\cdot10^{-04}$	$2,26\cdot10^{-03}$	$1,81\cdot10^{-02}$	$3,78\cdot10^{-03}$
^{133}Xe	$1,69\cdot10^{-37}$	$1,58\cdot10^{+00}$	$6,65\cdot10^{01}$	$1,51\cdot10^{00}$	$1,22\cdot10^{01}$	$2,61\cdot10^{00}$
^{134}Cs	$8,05\cdot10^{-46}$	$7,53\cdot10^{-09}$	$3,15\cdot10^{-07}$	$7,04\cdot10^{-05}$	$5,67\cdot10^{-04}$	$1,19\cdot10^{-04}$
^{134}I	$3,00\cdot10^{-44}$	$2,78\cdot10^{-07}$	$1,14\cdot10^{-05}$	$6,03\cdot10^{-05}$	$4,73\cdot10^{-04}$	$9,28\cdot10^{-05}$
^{135}I	$2,60\cdot10^{-43}$	$2,42\cdot10^{-06}$	$1,01\cdot10^{-04}$	$3,28\cdot10^{-04}$	$2,64\cdot10^{-03}$	$5,46\cdot10^{-04}$
^{135}Xe	$4,29\cdot10^{-40}$	$4,02\cdot10^{-03}$	$1,69\cdot10^{-01}$	$3,77\cdot10^{-03}$	$3,06\cdot10^{-02}$	$6,52\cdot10^{-03}$
^{137}Cs	$3,00\cdot10^{-46}$	$3,28\cdot10^{-09}$	$1,71\cdot10^{-07}$	$2,90\cdot10^{-05}$	$3,01\cdot10^{-04}$	$8,06\cdot10^{-05}$
^{138}Xe	$9,06\cdot10^{-42}$	$8,33\cdot10^{-05}$	$3,32\cdot10^{-03}$	$7,94\cdot10^{-05}$	$6,16\cdot10^{-04}$	$1,18\cdot10^{-04}$
	pôda, Bq/kg					
^{131}I	$2,90\cdot10^{01}$	$5,81\cdot10^{00}$	$1,95\cdot10^{00}$	$5,78\cdot10^{01}$	$1,85\cdot10^{01}$	$5,13\cdot10^{00}$
^{132}I	$4,81\cdot10^{-03}$	$9,57\cdot10^{-04}$	$3,30\cdot10^{-04}$	$1,30\cdot10^{-02}$	$5,58\cdot10^{-03}$	$1,40\cdot10^{-03}$
^{133}I	$3,42\cdot10^{-01}$	$6,82\cdot10^{-02}$	$2,31\cdot10^{-02}$	$7,30\cdot10^{-01}$	$2,54\cdot10^{-01}$	$6,87\cdot10^{-02}$
^{134}Cs	$3,46\cdot10^{-03}$	$6,90\cdot10^{-04}$	$2,40\cdot10^{-04}$	$5,32\cdot10^{-01}$	$1,28\cdot10^{-01}$	$3,88\cdot10^{-02}$
^{134}I	$2,29\cdot10^{-04}$	$4,52\cdot10^{-05}$	$1,60\cdot10^{-05}$	$8,38\cdot10^{-04}$	$4,21\cdot10^{-04}$	$9,87\cdot10^{-05}$
^{135}I	$1,50\cdot10^{-02}$	$2,98\cdot10^{-03}$	$1,01\cdot10^{-03}$	$3,40\cdot10^{-02}$	$1,29\cdot10^{-02}$	$3,38\cdot10^{-03}$
^{137}Cs	$1,31\cdot10^{-03}$	$3,03\cdot10^{-04}$	$1,32\cdot10^{-04}$	$2,22\cdot10^{-01}$	$6,89\cdot10^{-02}$	$2,66\cdot10^{-02}$

78. tabuľka: Koncentrácia aktivity na povrchu a blízko povrchu v závislosti od vzdialenosti v prípade emisií za 30 dní.

Podľa výsledkov výpočtov modelu bude dávkový príkon pochádzajúci od rádioaktívnej látky, ktorá sa dostala do pôdy mimo prevádzky určujúci, k čomu v rozhodujúcej miere prispieva spad z 35 metrových emisií. Aj samotná odhadovaná hodnota dávkového príkonu je v danom prípade zvyčajne malá a ani pri jednom živom organizme žijúcom v prostredí elektrárne nedosahuje hodnotu 10% povoleného prirodzeného radiačného pozadia.

Aj pokiaľ ide o neskorší dopad skúmanej prevádzkovej udalosti zaradenej pod TA4 je možné konštatovať, že tento jena okolitý ekosystém neutrálny. Aj tu je potrebné osobitne vyzdvihnúť to, že najväčší vplyv v súvislosti s emisiami mali poveternostné podmienky považované počas celej udalosti za nezmenené, pretože celá vypustená rádioaktivita sa obmedzila len na relatívne úzke pásmo. Ak tento konzervativizmus ďalej zvýšime tým, že suma predpokladaných dávkových príkonov dopadu dvoch emisných bodov sa bude považovať za zaťažujúci pre živé organizmy, tak len v prípade niektorých živočíchoch sa zdvojnásobí predpokladaný vplyv, avšak aj tento vplyv zostáva v rámci 10% prirodzenej úrovne. To znamená, že v súvislosti s účinkami emisií pochádzajúcich z prevádzkovej poruchy nemôžeme hovoriť o preukázateľnom dopade a teda ani o území dopadu.

23 OPATRENIA ZAMERANÉ NA PREVENCIU NEHÔD A NA ZNÍŽENIE NÁSLEDKOV NA ŽIVOTNÉ PROSTREDIE V PRÍPADE ICH VZNIKU

Komplexný plán krízového riadenia a opatrení (KPKRO), ktorý sa pripraví v rámci niektorého neskoršieho povoľovacieho štádia v súlade so súčasnou praxou v jadrovej elektrárni Paks bude obsahovať opatrenia na predchádzanie všeobecnému nebezpečenstvu a nehôd majúcich vplyv na životné prostredie respektíve opatrenia zamerané na znižovanie ich dôsledkov na životné prostredie. V tomto pláne sa následne podrobne upravia aj opatrenia na riadenie nebezpečenstiev alebo potencionálnych nebezpečenstiev (katastrofa nukleárneho zariadenia, rádiologické nebezpečenstvá, prírodné a priemyselné katastrofy, požiare, iné nepravidelnosti) týkajúce sa nových blokov, ktoré obsahujú komplexný plán na zabránenie vzniku nehôd, na odstránenie následkov udalosti a na zmiernenie následkov pre personál odstraňujúci tieto nebezpečenstvá a pre spolupracujúcich partnerov

činných v rámci štátneho systému.

Držiteľ povolenia použije počas prevádzkovania nových blokov v súlade so súčasnou praxou jadrovej elektrárne Paks v súvislosti so zabránením účinkov nehôd súvisiacich s únikom rádioaktívnych látok na prostredie respektíve so správou vzniknutých nehôd, ich likvidáciou a znižovaním dopadov na životné prostredie Plán opatrení pre prípad jadrovej nehody a pre ich predchádzanie (POJN). POJN poskytne návod na spravovanie, ošetrenie a likvidáciu mimoriadnej udalosti a nebezpečenstva z rádiologického hľadiska a z hľadiska jadrového zariadenia a skoncipuje opatrenia tak, aby pre personál vykonávajúci odstraňovanie ich účinkov poskytol pre vzniknutú situáciu v každom smere plán riadenia. Plán pri dôvodoch spôsobujúcich mimoriadnu rádiologickú udalosť a nebezpečenstvo a mimoriadnu udalosť a nebezpečenstvo jadrového zariadenia zohľadňuje udalosti vyplývajúce z vnútorných tak aj z vonkajších dôvodov. Systém radiačnej ochrany a technologických opatrení (POJN) zabezpečuje to, aby sa rádiologický účinok nešíril do prostredia a preto je najúčinnejším prostriedkom znižovania dopadov na zdravotníctvo, hospodárstvo a iných dopadov. Aplikácia týchto opatrení sa uskutočňuje v rámci doteraz fungujúcom a jadrovými orgánmi pravidelne kontrolovanom systéme jadrovej elektrárne Paks a v súvislosti s novými blokmi toto bude Držiteľ povolenia považovať za základ pri vybudovaní a prevádzkovaní vlastného systému. Systém, ktorý sa má vybudovať bude ochranné a preventívne úlohy týkajúce sa predchádzaniu nehodám a riadenia vytvorených situácií prostredia uskutočňovať v súlade s jeho úlohou na zmiernenie vplyvov a so Štátnym plánom opatrení prevencie jadrových nehôd.

24 ZHRNUTIE

Maďarská vláda sa dňa 14. januára 2014 dohodla s Vládou Ruskej federácie na obnovení zmluvy o jadrovej spolupráci uzavretej medzi dvoma krajinami pred desaťročiami. Dohoda dvoch vlád bola Parlamentom schválená zákonom č. 2/2014 o vyhlásení Dohovoru o spolupráci v oblasti mierového využitia jadrovej energie medzi Vládou Maďarska a Vládou Ruskej federácie. Na základe tejto dohody sa na území jadrovej elektrárne Paks vybudujú prostredníctvom hlavného dodávateľa príslušného ruského orgánu ďalšie dva nové bloky s výkonom 1200 MW.

Cieľom tejto investície je výroba elektrickej energie vo verejnom záujme modernými tlakovodnými blokmi jadrovej elektrárne generácie III+ s minimálnou životnosťou 60 rokov s plánovaným začiatkom hospodárskeho prevádzkovania podľa Národného harmonogramu energetickej stratégie v rokou 2025 a 2030.

Dopadová štúdia na životné prostredie (DŠŽP) predstavujúca uskutočnenie skúmania a obsahujúca zhrnutie účinkov dopadu jadrovej elektrárne na životné prostredie skúmala z hľadiska posudzovateľnosti významných vplyvov na životné prostredie vybratú ruskú technológiu jadrovej elektrárne na jej vybudovanie, o ktorej sa v Predbežnej konzultačnej dokumentácii (PKD) ako o jednej z alternatív uvažovalo, jej hlavné vzťahy, odvádzanie chladiacej vody a vypúšťanie prehriatej teplej vody do Dunaja, ako aj blokové vedenia zabezpečujúce prenos elektrickej energie vyrobenej v elektrárni.

Za účelom zistenia základného zaťaženia prvkov životného prostredia/systémov, vykonania charakteristiky základného stavu na základe týchto zistení a vyhodnotenia tohto stavu na mieste výstavby plánovaných blokov jadrovej elektrárne ako aj na miestach skúmania vymedzených na základe predbežného odhadu územia dopadu sa od 1. marca 2012, prevažne v roku 2012 a v niektorých prípadoch aj v roku 2013 uskutočňovali skúmania a analýzy,

Niekoľkomesačný proces hodnotenia dopadu Jadrovej elektrárne Paks II. na životné prostredie, pri zohľadnení všetkých skutočností, sa uskutočnil na základe technických systémových podmienok a situačného plánu realizácie z marca 2014.

Pri určení faktorov vplyvu ako aj pri výpočte a modelovaní vyvolaných účinkov základ tvorili faktory vyvolávajúce najväčší dopad na životné prostredie, pričom sa popri hľadisku ochrany životného prostredia zohľadnila aj základná zásada konzervatívneho prístupu Pravidiel jadrovej bezpečnosti.

Dopadový štúdia na prírodné prostredie Paks II. sa týka nasledovných tematických oblastí:

- podrobný popis plánovanej investície do jadrovej elektrárne a základných technologických údajov

- objem činnosti, predpokladaný termín začatia realizácie a prevádzkovania a ich trvanie
- opis implementácie navrhovanej technológie
- výpočet zaradení potrebných k realizácii činnosti a ich umiestnenie
- zabezpečenie zásobovania vodou
- nakladanie s odpadom a odpadovými vodami vznikajúcimi v priebehu realizácie
- hlavné ukazovatele spotreby materiálu
- objem nákladnej a osobnej dopravy potrebnej k činnosti

❖ predstavenie vybraného miesta ako aj priameho a vzdialenejšieho prostredia realizácie, miesto činnosti a priestorové nároky a predstavenie situačného plánu realizácie

❖ stanovenie a výpočet dopadov na životné prostredie technológie jadrovej elektrárne na jednotlivé prvky a systémy životného prostredia

❖ ohraničenie dopadového územia plánovanej investície

❖ predstavenie cezhraničných dopadov

Dopadová štúdia na životné prostredie Paks II. analyzovala a hodnotila to, aké dopadové procesy a účinky vyvolajú dopadové faktory vyskytujúce sa v rôznych fázach investície a aký bude ich územný rozsah, teda dopadové územie z hľadiska jednotlivých prvkov životného prostredia respektíve systémov.

Posudzovanie dopadov sa uskutočnilo na základe úplného sledovania logického procesu, účinné faktory - procesy účinkovania - nositelia účinkov (subjekty dotknuté účinkami), s prihliadnutím na základnú zaťaženosť prvkov/systémov životného prostredia dotknutých územím plánovania, ako aj na zmeny základného stavu životného prostredia, ktoré je možné počas celej životnosti Paks II predpokladať (napr. klimatické zmeny).

V priebehu skúmania dopadov sa skúmali účinné faktory nových blokov jadrovej elektrárne a súvisiacich zariadení podľa zaradenia do skupín, podľa zriadenia - výstavby/montáže a ukončenia prevádzkovania, podľa sumarizácie potrebných území a jednotlivé fázy boli zaradené podľa najcharakteristickejších skupín účinných faktorov. Vzhľadom na charakter stavby sa jednotlivé účinné faktory ako emisie a odpady rozdelil do skupín a to: na bežný, nerádioaktívny a rádioaktívny odpad a emisie podľa nasledovných:

❖ *využitie prvkov životného prostredia*

❖ *emisie znečisťujúcich látok a odpadu*

  ➢ *vznik a nakladanie s bežnými, nerádioaktívnymi emisiami znečisťujúcich látok a odpadmi*

  ➢ *vznik a nakladanie s rádioaktívnymi emisiami a rádioaktívnym odpadom*

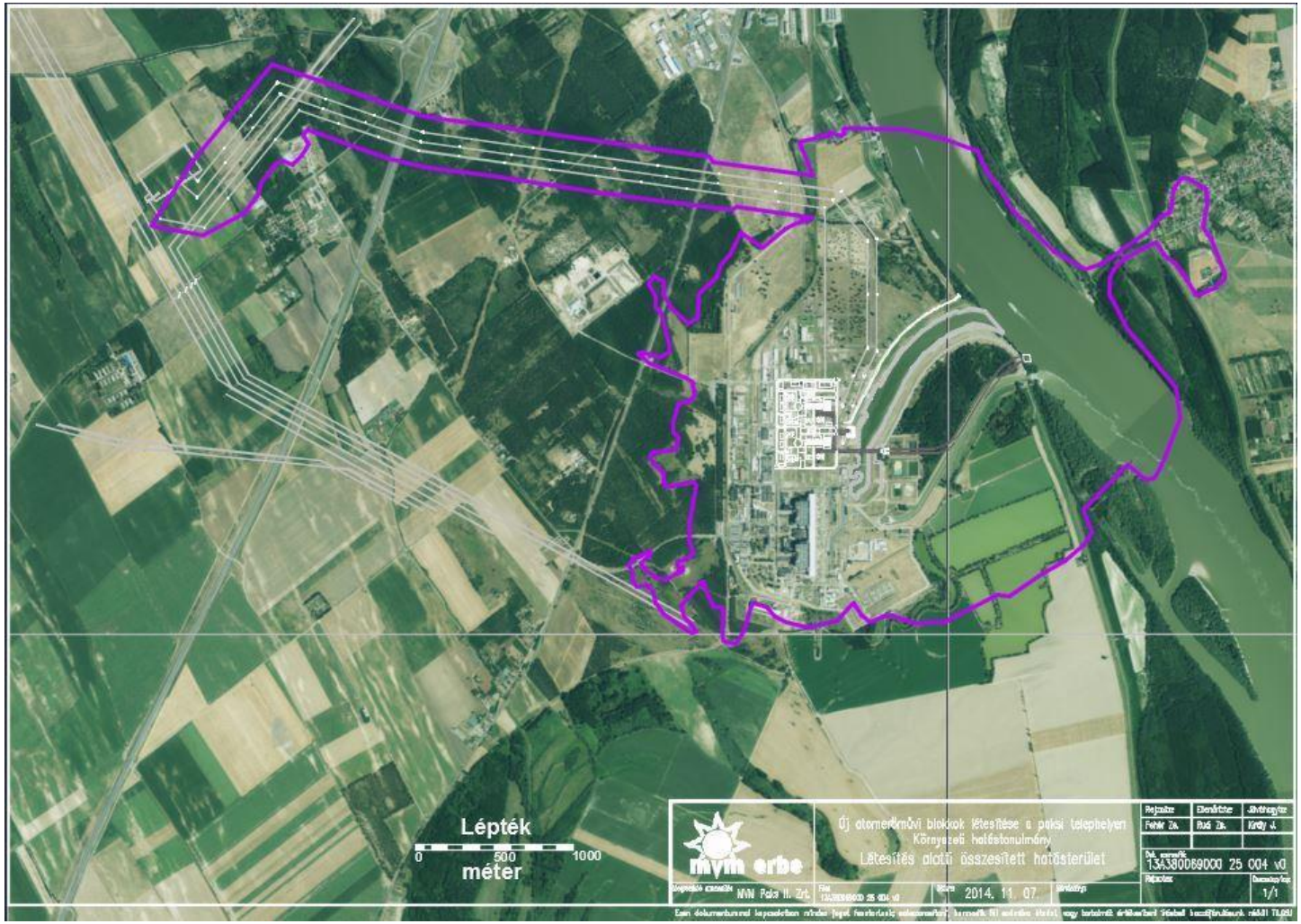
❖ *vyhorené palivové kazety*

  ➢ *nakladanie a uskladnenie palivových kaziet pochádzajúcich zo zóny reaktora*

Dopady prevádzkovania fungujúcej jadrovej elektrárne Paks sú charakteristické už základným stavom životného prostredia určeným podrobnými meraniami, výpočtami uskutočnenými počas skúmania dopadu a tento tvorí súčasť aj tohto skúmania. Dopady spoločného prevádzkovania vyplývajúceho z predĺženia doby prevádzkovania jadrovej elektrárne Paks sa skúmali s ohľadom na základný stav životného prostredia, ktorý bude v čase spoločného prevádzkovania.

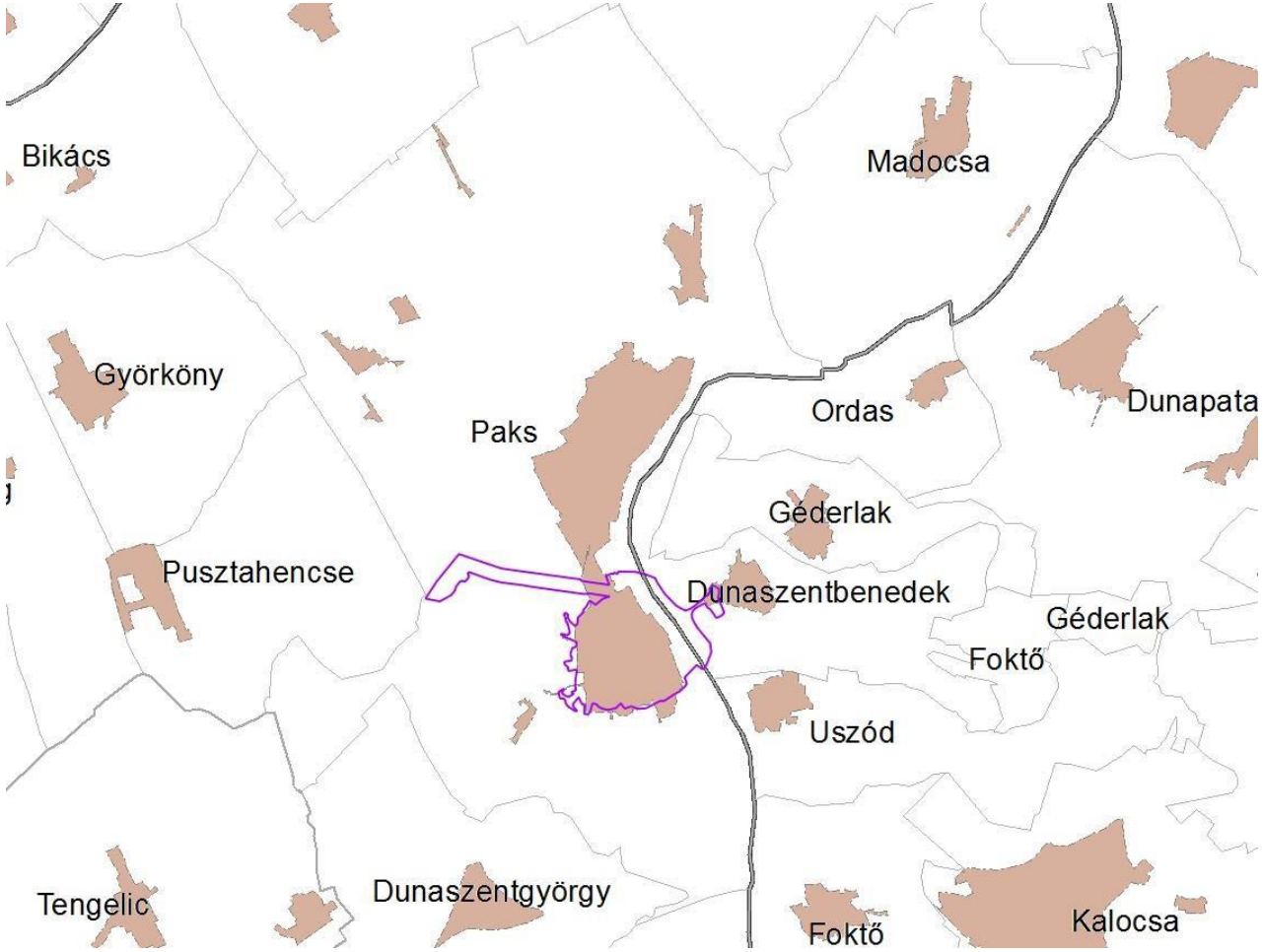
V súhrne sa na mape vymedzili aj hranice celkového územia dopadu priamych vplyvov, ktoré boli dané súhrnom jednotlivých odborných oblastí územia dopadu a znázornením jednotlivých najkrajnejších obrysových línií územia dopadu.

Vybudovanie Paks II. sa dotýka v zmysle podrobnej analýzy účinkov dopadu na životné prostredie územia obcí Dunaszentbenedek a Paks a prevádzkovanie Paks II. sa dotkne územia obcí Dunaszentbenedek, Paks a Uszód.



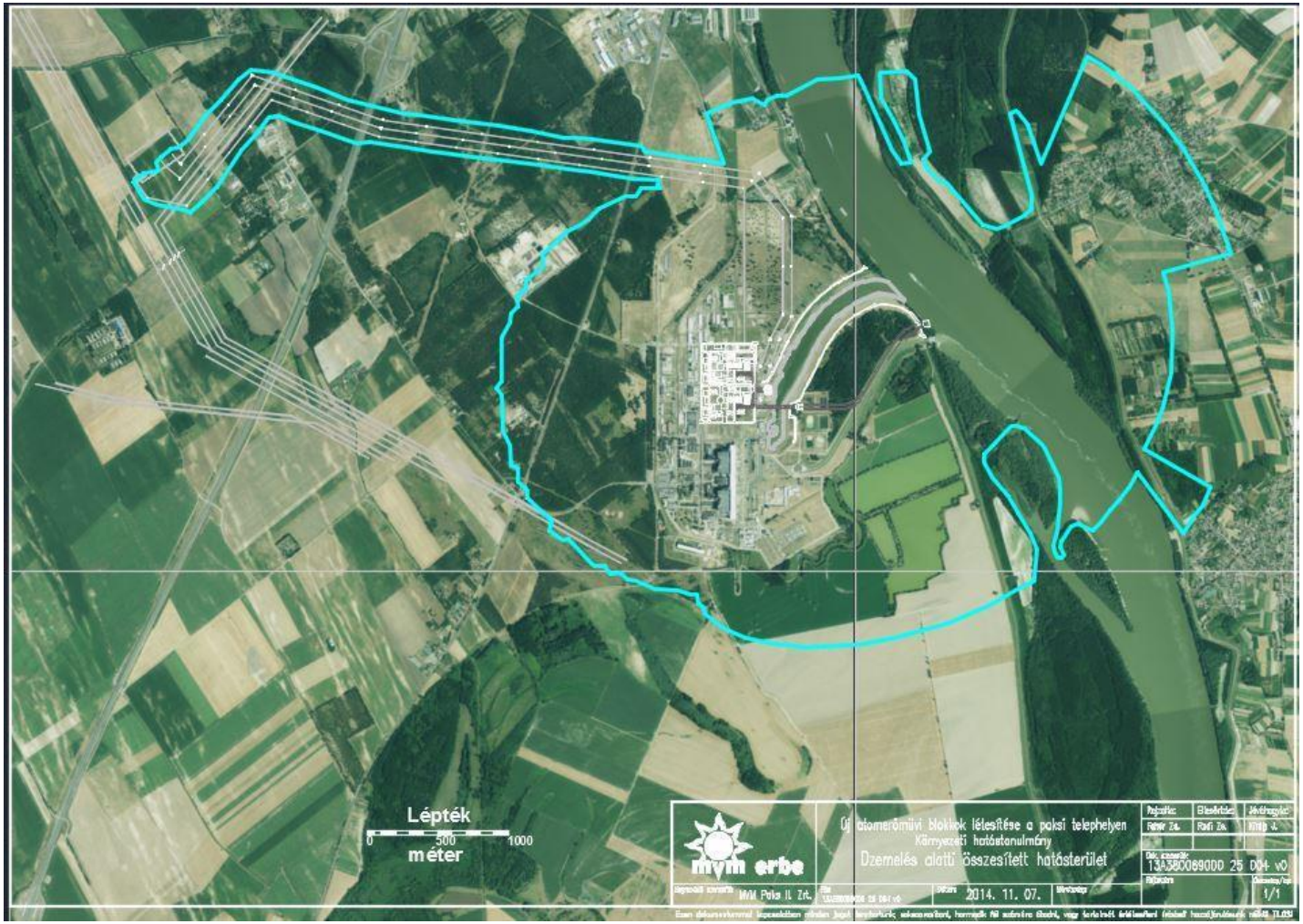
105. obrázok: Celková oblasť dopadu vybudovania Paks

Lépték - mierka	méter– meter	Környezeti hatástanulmány	Dopadová štúdia na životné prostredie
Új atomerőművi blokkok létesítése a paksi telephelyen	Vybudovanie nových blokov jadrovej elektrárne v rámci prevádzky v Paks	Létesítés alatti összesített hatásterület	Celková oblasť dopadu počas výstavby



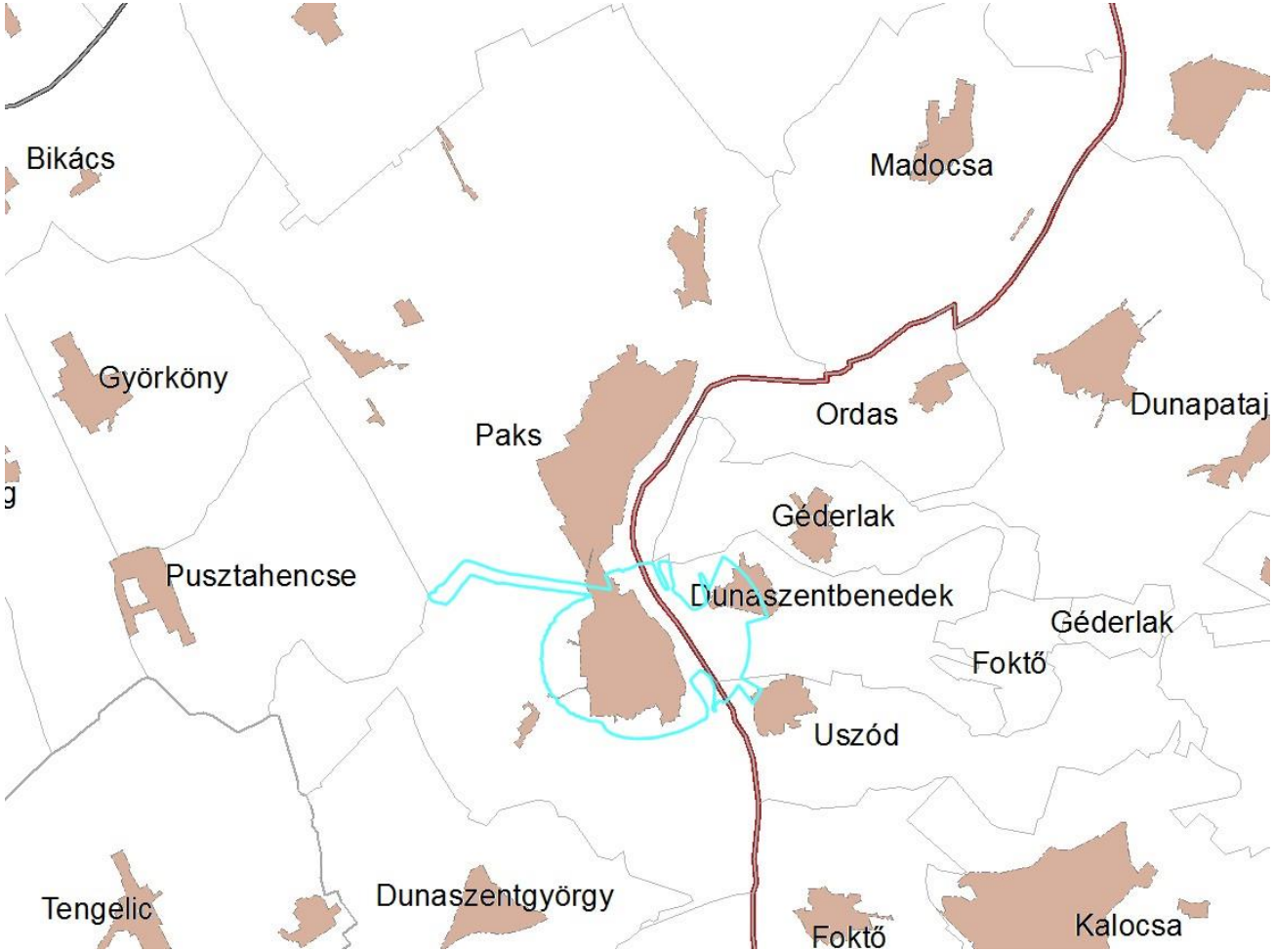
http://gis.teir.hu/arcgis/services/TeIR_GIS/teirgis_kozigazgatas/MapServer/WMSServer

106. obrázok: Celková oblasť dopadu vybudovania Paks II s administratívnymi hranicami



107. obrázok: Celková oblasť dopadu prevádzkovania Paks II

Lépték - mierka	méter – meter	Környezeti hatástanulmány	Dopadová štúdia na životné prostredie
Új atomerőművi blokkok létesítése a paksi telephelyen	Vybudovanie nových blokov jadrovej elektrárne v rámci prevádzky v Paks	Üzemelés alatti összesített hatásterület	Celková oblasť dopadu počas prevádzkovania



Forrás: http://gis.teir.hu/arcgis/services/TeIR_GIS/teirgis_kozigazgatas/MapServer/WMSServer

108. obrázok: Celková oblasť dopadu prevádzkovania Paks II s administratívnymi hranicami

Prevádzkovanie Paks II. sa týka územia obcí Dunaszentbenedek, Paks a Uszód

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

[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/WMSServer

[3] http://gis.teir.hu/arcgis/services/TeIR_GIS/teirgis_kozigazgatas/MapServer/WMSServer]

[4] http://nuclearinfo.net/Nuclearpower/CurrentReactors

[5] http://theresilientearth.com/files/images/european_nuc_plants.jpg

[6] 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 atomerőműi 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 atomerőműi 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. А.Н.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 szennyvízelvezetése 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 Treatmant 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