



ЗАТ «МВМ ПАКШ-II»

БУДІВНИЦТВО НОВИХ БЛОКІВ АТОМНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ НА ТЕРИТОРІЇ АЕС «ПАКШ»

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

ЗАГАЛЬНОЗРОЗУМІЛІ ПІДСУМКИ

Номер контракту ЗАТ «МВМ Пакш-II»: 4000018343

Номер контракту ЗАТ «МВМ ЕРБЕ»: 13A380069000

ДАНІ ЗАЯВНИКА ДОЗВОЛУ

Найменування Заявника:	Закрите акціонерне товариство «МВМ Пакш-II» по розвитку атомної електростанції.
Офіційне скорочене найменування Заявника:	ЗАТ «МВМ Пакш-II»
Юридична адреса Заявника:	7030 Paks, Gagarin u. 1-3. 302/B
Номер Заявника в реєстрі фірм:	17-10-001282
Ідентифікаційний номер Заявника, як платника податків:	24086954-2-17
Статистичний код Заявника:	24086954-4222-114-17
Керівник Заявника:	Шандор Надь, генеральний директор
Контактна особа Заявника:	Ласло Пушкаш, керівник Відділу сертифікації та ядерної безпеки
Телефон контактної особи Заявника:	+36 75 503 730

ДАНІ ЩОДО ЗАПЛАНОВАНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Найменування планованої атомної електростанції:	Атомна електростанція «Пакш-II»
Скорочене найменування планованої атомної електростанції:	АЕС «Пакш-II»
Планована діяльність:	будівництво та експлуатація двох блоків 3+-го покоління водо-водяних реакторів під тиском для АЕС
Мета запланованої діяльності:	виробництво електроенергії для суспільних потреб
Електрична потужність (брутто) планованої АЕС:	кожний блок максимум 1200 МВт _е
Теплова потужність (брутто) планованої АЕС:	кожний блок максимум 3200 МВт _{тепл}
Місце для розміщення планованої АЕС:	територія АЕС «Пакш»
Планований комерційний пуск нових блоків:	2025 р. - 1-й блок АЕС «Пакш-II» 2030 р. - 2-й блок АЕС «Пакш-II»
Планований термін служби нових блоків:	не менше, ніж 60 років

ДАНІ ПЛАНОВАНОЇ ТЕРИТОРІЇ РОЗМІЩЕННЯ:

Кадастровий номер планованої території розміщення:	Paks 8803/15
Власник планованої території розміщення:	ЗАТ Атомна електростанція «МВМ Пакш»

ДАНИ ВИКОНАВЦІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ (ПРОЕКТУВАЛЬНИКІВ)

Дослідження впливу планованих блоків АЕС на навколишнє середовище виконано ЗАТ "МВМ ЕРБЕ».

Найменування проектувальника:

MVM ERBE ENERGETIKA Mémőiroda
Zártkörűen Működő Részvénytársaság
(Закрите акціонерне товариство Інже-нерне
бюро «МВМ ЕРБЕ ЕНЕРГЕТИКА»)

Офіційне скорочене найменування Проектувальника:

ЗАТ "МВМ ЕРБЕ"

Юридична адреса Проектувальника:

1117 Budapest Budafoki út 95.

Номер Проектувальника в реєстрі фірм:

01-10-045821

Керівник Проектувальника:

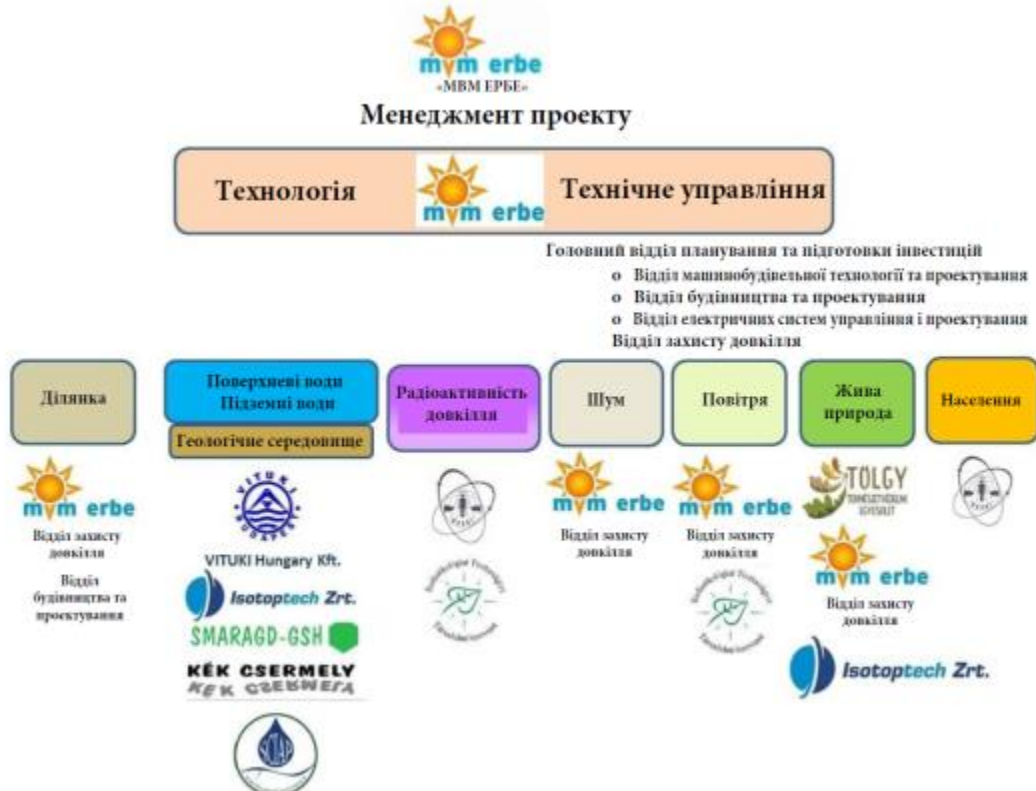
Фаркаш Доган, генеральний директор

Комплекс технічних умов для дослідження впливу планованих блоків АЕС та їх ліцензування складається з основоположних технічних даних та інженерних рішень, які були розроблені з врахуванням найбільшого впливу на навколишнє середовище, здійсненого максимальними викидами, і які ґрунтуються на даних, заздалегідь наданих постачальником блоків, на опублікованих параметрах електростанцій, що уже будуються, а також на підставі референтних даних, взятих з загальнодоступних презентацій та баз даних, або які походять з уже діючих схожих блоків. На ситуаційному плані ділянки АЕС будови і споруди розміщуються з оглядом на вимоги технології і враховуючи простори, необхідні для найбільших технологічних вузлів. Основоположні технічні дані були розроблені ЗАТ «МВМ ЕРБЕ».

Дослідження впливу АЕС на навколишнє середовище - це надзвичайно складне завдання, що охоплює різноманітні галузі, і для виконання якого необхідне співробітництво широкого кола фахівців.

З цією метою, ЗАТ «МВМ ЕРБЕ» запросило до співпраці загальноновизнаних, атестованих фахових підрядчиків, які мають належні референції, з тим, щоб дослідити початковий стан пакшської ділянки, розробити програму дослідження впливу на навколишнє середовище і скласти звіт за його результатами.

Система співробітництва фахових організацій в окремих галузях виглядає наступним чином:



ЗМІСТ

1	БАЗОВА ІНФОРМАЦІЯ ЩОДО ПЛАНОВАНОЇ ІНВЕСТИЦІЇ	14
1.1	Діяльність по підготовці планованої інвестиції.....	14
1.1.1	Проект «Теллер».....	14
1.1.2	Проект «Леваї».....	14
1.1.3	Проектна компанія - ЗАТ «МВМ Пақш-ІІ» по розвитку атомної електростанції.....	15
1.1.4	Підтримка з боку правового регулювання.....	15
1.1.5	Вибір майбутніх блоків	15
1.2	Загальне знайомство з процесом отримання дозволів на зведення нових блоків атомної електростанції.....	16
1.3	Ситуація з отриманням екологічних дозволів для запланованих нових блоків	18
1.3.1	Попередня консультативна документація (ПКД) щодо потенційних 5 типів блоків	18
1.3.2	Дослідження впливу на навколишнє середовище Атомної електростанції «Пақш-ІІ» (ДВНС)	21
1.3.3	Інформаційна діяльність ЗАТ «МВМ Пақш-ІІ»	25
2	ПРОГНОЗ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В УГОРЩИНІ	26
2.1	<i>ПРОГНОЗ ВІТЧИЗНЯНИХ ПОТРЕБ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ДО 2030 РОКУ</i>	26
3	ЗАГАЛЬНЕ ЗНАЙОМСТВО З ЯДЕРНОЮ ЕНЕРГЕТИКОЮ	27
3.1	<i>ВИРОБНИЦТВО ЯДЕРНОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ У СВІТІ</i>	27
3.2	<i>ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО РОБОТУ БЛОКА З РЕАКТОРОМ З ВОДОЮ ПІД ТИСКОМ (ЛВР)</i>	28
3.2.1	ПРОЦЕС ВИРОБНИЦТВА ЕНЕРГІЇ У БЛОКУ З РЕАКТОРОМ ЛВР	28
3.2.2	ХАРАКТЕРНІ ОБ'ЄКТИ БЛОКА ЛВР	29
4	ЯДЕРНА БЕЗПЕКА	30
4.1	<i>ПРИНЦИПИ ЯДЕРНОЇ БЕЗПЕКИ</i>	30
4.2	<i>ВИМОГИ ЯДЕРНОЇ БЕЗПЕКИ</i>	37
4.3	<i>МІЖНАРОДНА ШКАЛА ЯДЕРНИХ ПОДІЙ (INES)</i>	39
5	ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛАНОВАНОЇ ТЕРИТОРІЇ РОЗМІЩЕННЯ	43
5.1	<i>МІСЦЕ ДЛЯ ПОБУДОВИ ЗАПЛАНОВАНИХ НОВИХ БЛОКІВ АЕС «ПАҚШ-ІІ» ВСЕРЕДИНІ ВИРОБНИЧОЇ ТЕРИТОРІЇ АЕС «ПАҚШ»</i>	44
5.2	<i>ІНФРАСТРУКТУРНЕ ПІДКЛЮЧЕННЯ МАЙБУТНЬОГО МАЙДАНЧИКА</i>	45
5.3	<i>АТОМНА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ "ПАҚШ" І НАЛЕЖНІ ДО НЕЇ ОБ'ЄКТИ</i>	46
5.3.1	АТОМНА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ "ПАҚШ"	47
5.3.2	ПІДСТАНЦІЯ НА 400 КВ.	49
5.3.3	15.ТИМЧАСОВЕ СХОВИЩЕ ВІДПРАЦЬОВАНИХ КАСЕТ(ТСВК)	49
5.4	<i>СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ДОВКОЛА АТОМНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ "ПАҚШ"</i>	50
5.4.1	КОНТРОЛЬ ТРАДИЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТАНУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	50
5.5	<i>СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО РАДІАЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ ПІДПРИЄМСТВА (СЕРКП)</i>	51
5.6	<i>ВІДОМЧА СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО РАДІАЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ (ВСЕРК)</i>	56
5.7	<i>СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО РАДІАЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ КРАЇНИ (СЕРК)</i>	58
5.8	<i>РЕЗЮМЕ ДАНИХ ТА ХАРАКТЕРИСТИК ВИРОБНИЧОЇ ТЕРИТОРІЇ АЕС «ПАҚШ»</i>	60
6	МОЖЛИВІ МЕТОДИ ОХОЛОДЖЕННЯ КОНДЕНСАТОРІВ НОВИХ БЛОКІВ АЕС	61

6.1	ВИМОГИ І МОЖЛИВОСТІ ЩОДО ОХОЛОДЖЕННЯ КОНДЕНСАЦІЙНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ, ПРИЗНАЧЕНИХ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ.	61
6.2	ЗАКОНОДАВЧІ НОРМИ ТА ВСТАНОВЛЕНІ ГРАНИЧНІ ЗНАЧЕННЯ, ЩО РЕГУЛЮЮТЬ ТЕПЛОВЕ НАВАНТАЖЕННЯ НА ГІДРОЛОГІЧНЕ СЕРЕДОВИЩЕ.	62
6.2.1	ЗАГАЛЬНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ТЕПЛООВОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ГІДРОЛОГІЧНЕ СЕРЕДОВИЩЕ.	62
6.2.2	РЕГУЛЮВАННЯ ЩОДО ТЕПЛООВОГО НАВАНТАЖЕННЯ ВІД АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ.	63
6.3	МЕТОДИ ОХОЛОДЖЕННЯ, ПРО ЯКІ МОЖЕ ЙТИ МОВА НА ТЕРИТОРІЇ АЕС «ПАКШ»	64
6.3.1	ОХОЛОДЖЕННЯ СВІЖОЮ ВОДОЮ	64
6.3.2	СИСТЕМА ОХОЛОДЖЕННЯ БАШТОВИМИ ГРАДИРНЯМИ	67
6.3.3	АНАЛІЗ ВИГІД І ВИТРАТ СПОСОБІВ ОХОЛОДЖЕННЯ СВІЖОЮ ВОДОЮ АБО БАШТОВИМИ ГРАДИРНЯМИ	70
7	ХАРАКТЕРИСТИКИ, ОСНОВНІ ДАНІ АТОМНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ «ПАКШ-II», ЗАПЛАНОВАНОЇ ДЛЯ ПОБУДОВИ НА ПАКШСЬКІЙ ТЕРИТОРІЇ	70
7.1	РОЗВИТОК РОСІЙСЬКИХ БЛОКІВ СЕРІЇ ВВЕР.	70
7.2	ХАРАКТЕРИСТИКИ РОСІЙСЬКИХ БЛОКІВ, ЯКІ ПЛАНУЄТЬСЯ ПОБУДУВАТИ НА ПАКШСЬКІЙ ТЕРИТОРІЇ	71
7.2.1	ОСНОВНІ ТЕХНІЧНІ ПАРАМЕТРИ	71
7.2.2	ЦІЛІ ТА ПРОЕКТНІ РІШЕННЯ ЩОДО БЕЗПЕКИ	72
7.3	ПАЛИВО	72
7.4	ПЕРШИЙ КОНТУР	73
7.5	ДРУГИЙ КОНТУР	73
7.6	СИСТЕМИ ОХОЛОДЖЕННЯ	74
7.6.1	ЗАБІР ВОДИ З ДУНАЮ	74
7.6.2	СИСТЕМА ВОДЯНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ КОНДЕНСАТОРА	75
7.6.3	СИСТЕМА ОХОЛОДЖЕННЯ ТЕХНІЧНОЮ ВОДОЮ (ДРУГИЙ КОНТУР)	75
7.6.4	АВАРІЙНА СИСТЕМА ВОДЯНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ	76
7.6.5	ГІДРОЛОГІЧНІ ОБ'ЄКТИ СИСТЕМИ ПОСТАЧАННЯ ОХОЛОДЖУЮЧОЮ ВОДОЮ.	78
7.7	ДОПОМІЖНІ СИСТЕМИ ТА ОБ'ЄКТИ	80
7.7.1	ЗНЕСОЛЕНА ВОДА	80
7.7.2	ТЕХНІЧНА СКИДНА ВОДА	81
7.7.3	СКИДНІ ВОДИ АВАРІЙНИХ БАШТОВИХ ГРАДИРЕНЬ	82
7.7.4	КОМУНАЛЬНО-ПОБУТОВІ СТИЧНІ ВОДИ	83
7.7.5	ВОДА АТМОСФЕРНИХ ОПАДІВ	83
7.7.6	ПОЖЕЖНА ВОДА	84
7.7.7	РОЗЛИВ ТА ЗБЕРІГАННЯ ХІМІКАТІВ	84
7.7.8	ДИЗЕЛЬНІ ГЕНЕРАТОРИ	84
7.7.9	ДОПОМІЖНИЙ ПАРОВИЙ КОТЕЛ	85
7.7.10	ІНЖЕНЕРНЕ ОБЛАДНАННЯ БУДІВЕЛЬ	85
7.7.11	СИСТЕМА СТИСЛОГО ПОВІТРЯ	85
7.7.12	СИСТЕМА ЦЕНТРАЛЬНОГО ОПАЛЕННЯ	85
7.8	СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ	86
7.9	ЕЛЕКТРИЧНІ СИСТЕМИ	86
7.10	АРХІТЕКТУРА	87
7.10.1	РІВНІ ФУНДАМЕНТІВ ЗАПЛАНОВАНИХ БЛОКІВ	87
7.10.2	СИТУАЦІЙНИЙ ПЛАН РОЗМІЩЕННЯ АТОМНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ «ПАКШ-II»	87
7.10.3	ХАРАКТЕРИСТИКИ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД АЕС «ПАКШ-II»	89
7.10.4	ПЛАН ПАНОРАМИ АЕС «ПАКШ-II»	90
7.11	КРИТЕРІЇ ПРИЙНЯТНОСТІ ОКРЕМИХ РОБОЧИХ СТАНІВ	92
7.11.1	НОРМАЛЬНИЙ РЕЖИМ РОБОТИ	92
7.11.2	Події, що відносяться до бази ПРОЕКТУВАННЯ	92

7.11.3	Чинні міжнародні та угорські норми щодо подій, які виходять за межі бази проектування	93
7.11.4	Нормативні події	94
7.12	ХАРАКТЕРНІ РИСИ ПОБУДОВИ АЕС «ПАКШ-II»	94
7.12.1	ТЕРИТОРІЯ ПОБУДОВИ АЕС «ПАКШ-II» ТА ПОВ'ЯЗАНИХ З НЕЮ ОБ'ЄКТІВ	94
7.12.2	ЗАПЛАНОВАНИ ЕТАПИ БУДІВНИЦТВА АЕС «ПАКШ-II»	95
7.12.3	ПЛАНОВИЙ ГРАФІК БУДІВНИЦТВА АЕС «ПАКШ-II»	96
7.12.4	ПОТРЕБИ В РОБОЧІЙ СИЛІ ПІД ЧАС ПОБУДОВИ АЕС	96
7.13	ХАРАКТЕРИСТИКИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АЕС «ПАКШ-II»	97
7.13.1	ПЛАНОВАНИЙ ГРАФІК ЕКСПЛУАТАЦІЇ АЕС «ПАКШ-II»	97
7.13.2	ПОТРЕБА В КАДРАХ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ НОВИХ БЛОКІВ АЕС	97
7.13.3	ОПЕРАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ НОВИХ БЛОКІВ АЕС	98
7.13.4	ЩОРІЧНИЙ ЕНЕРГЕТИЧНИЙ БАЛАНС ТА БАЛАНС ВИКОРИСТАННЯ МАТЕРІАЛІВ НОВИХ БЛОКІВ АЕС	98
7.14	ЗНЯТТЯ НОВИХ БЛОКІВ АТОМНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ	99
7.14.1	СТРАТЕГІЯ ЩОДО ДЕКОМІСІЇ ПРОТЯГОМ ВИВЕДЕННЯ БЛОКІВ АТОМНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ	100
7.14.2	ПОВ'ЯЗАНИ З ДЕКОМІСІЄЮ ВИТРАТИ ТА ЇХ ФІНАНСУВАННЯ	100
8	Підключення до мережі угорської електроенергетичної системи	100
8.1	МОЖЛИВІСТЬ ПРИСТОСУВАННЯ НОВИХ БЛОКІВ ДО УГОРСЬКОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ	100
8.2	МІСЦЕ ПОБУДОВИ НОВОЇ ПІДСТАНЦІЇ «ПАКШ-II» НА 400 / 120 КВ	101
8.3	ЛІНІЯ 400 КВ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ БЛОКІВ ТА ЛЕП НА 120 КВ	101
8.3.1	ЛІНІЯ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ БЛОКІВ 400 КВ	102
8.3.2	ЛІНІЯ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ 120 КВ	105
8.3.3	СПІЛЬНА ЗОНА БЕЗПЕКИ	105
8.3.4	БУДІВНИЦТВО ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ	105
9	ПОТЕНЦІЙНІ ФАКТОРИ І ТЕРИТОРІЇ ВПЛИВУ АЕС ПАКШ II	106
9.1	ПОТЕНЦІЙНІ ФАКТОРИ ВПЛИВУ	106
9.2	ТЕРИТОРІЇ ВПЛИВУ	108
9.3	МАТРИЦІ ПОТЕНЦІЙНИХ ВПЛИВІВ	108
10	СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНІ НАСЛІДКИ РОЗВИТКУ ПАКШСЬКОЇ АЕС	111
10.1	ЕКОНОМІЧНІ НАСЛІДКИ, УМОВИ	111
10.2	СОЦІАЛЬНІ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКИ, СИСТЕМА УМОВ	112
11	СУЧАСНІ КЛІМАТИЧНІ УМОВИ І ПРОГНОЗИ НА МАЙБУТНЄ У РАДІУСІ 30-КІЛОМЕТРОВОЇ ЗОНИ НАВКОЛО МІСТА ПАКШ	114
11.1	ХАРАКТЕРИСТИКА КЛІМАТУ В РАДІУСІ 30-КІЛОМЕТРОВОЇ ЗОНИ НАВКОЛО МІСТА ПАКШ	114
11.2	АНАЛІЗ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН У XXI СТОЛІТТІ В РЕГІОНІ М. ПАКШ НА ОСНОВІ КЛІМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ	115
11.2.1	Загальнодоступні моделі	116
11.2.2	Проектування загальнодоступних результатів моделювання кліматичних змін у звичайних кліматичних умовах для території навколо м. Пакш у радіусі 30 км	117
12	ПОТЕНЦІЙНИЙ ВПЛИВ ПЛАНОВАНОЇ ІНВЕСТИЦІЇ І КЛІМАТИЧНИХ УМОВ НА ТЕМПЕРАТУРУ ВОДИ У РІЧЦІ ДУНАЙ, ВИНИКНЕННЯ ПОВЕНЕЙ, БЕЗПЕКУ ЗАБОРУ ВОДИ ДЛЯ СИСТЕМ ОХОЛОДЖЕННЯ ТА НА СТРУКТУРНІ ЗМІНИ РУСЛА ДУНАЮ	120
12.1	Вплив спорудження блоків АЕС «Пакш II» на річку Дунай	120
12.1.1	Вплив блоків АЕС «Пакш-II» на течію і деформацію русла річки Дунаю	120
12.1.2	Спуск очищених комунальних стічних вод у період спорудження блоків АЕС	122

12.2	ВПЛИВ НА ДУНАЙ РОБОТИ АЕС ПАКШ II	124
12.2.1	ШТАТНІ РОБОЧІ СИТУАЦІЇ.....	124
12.2.2	ОПИС ОЧІКУВАНИХ ЗМІН НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ КАРТИ ШВИДКОСТІ ДУНАЙСЬКОГО ПОТОКУ	125
12.2.3	ДОСЛІДЖЕННЯ ОЧІКУВАНИХ ВПЛИВІВ НОВОГО ПРОЕКТУ НА ЗМІНИ У РУСЛІ ДУНАЮ.....	131
12.2.4	ВІДВІД НАГРІТОЇ ОХОЛОДЖУВАЛЬНОЇ ВОДИ У ДУНАЙ	138
12.2.5	Викиди очищеної каналізаційної води в період експлуатації.....	144
12.2.6	ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕКСТРЕМАЛЬНИХ ПРИРОДНИХ І ШТУЧНИХ ОБСТАВИН НА НАДІЙНІСТЬ ЗАХИСТУ ВІД ПАВОДКІВ І ВІДВОДУ ОХОЛОДЖУВАЛЬНОЇ ВОДИ.....	145
13	ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД І ВОДИ В ДУНАЇ ЗГІДНО ІЗ РАМКОВОЮ ДИРЕКТИВОЮ ПРО ВОДНІ ОБ'ЄКТИ (VKI).....	149
13.1	ДОСЛІДЖЕННЯ БАЗОВОГО СТАНУ.....	151
13.1.1	ОЦІНКА ДАНИХ ІЗ ДЕРЖАВНОГО АРХІВУ, ЯКІ СТОСУЮТЬСЯ ДОСЛІДЖУВАНОЇ ДІЛЯНКИ ДУНАЮ	152
13.1.2	БАЗОВИЙ СТАН ДОСЛІДЖУВАНОВОГО ВІДРІЗКА (1560.6 - 1481.5 КМ) ДУНАЮ	156
13.2	Вплив будівництва станції Пакш II на флору і фауну Дунаю	163
13.3	Оцінка будівництва станції Пакш II за планом управління водним господарством.....	168
14	ГЕОЛОГІЧНЕ СЕРЕДОВИЩЕ І ҐРУНТОВІ ВОДИ НА ТЕРИТОРІЇ ПЛОЩАДКИ І НАЙБЛИЖЧОМУ РАЙОНІ	169
14.1	Переважні тенденції течії ґрунтових вод на території площадки.....	170
14.2	Вплив будівництва і експлуатації станції Пакш II. на геологічне середовище і ґрунтові води	172
14.3	Позаштатні ситуації, аварії.....	174
15	ГЕОЛОГІЧНЕ СЕРЕДОВИЩЕ, ПОВЕРХНЕВІ ВОДИ У ДОЛИНІ ДУНАЮ.....	175
16	ШУМ ТА ВІБРАЦІЯ	179
16.1	Вимірювання шумового та вібраційного навантаження у базовому стані	179
16.2	Вплив та зона впливу спорудження Пакшу II.	179
16.3	Вплив та зона впливу функціонування Пакшу II.....	181
16.4	Загальна зона впливу функціонування Пакшу II.....	182
16.4.1	Вплив та зона впливу спільного функціонування Пакшу II та АЕС Пакш.	183
16.4.2	Вплив та зона впливу аварійних ситуацій	184
16.5	Вплив та зона впливу заходів по припиненню експлуатації.....	185
17	ПОВІТРЯ.....	185
17.1	<i>ПЕРЕВІРКА БАЗОВОГО СТАНУ</i>	<i>185</i>
17.2	<i>БЕЗПОСЕРЕДНІЙ ВПЛИВ ПОБУДОВИ І РОБОТИ ПАКШ II НА ДОВКІЛЛЯ</i>	<i>187</i>
17.3	безпосередній вплив проекту на середовище і зона його дії.....	188
17.4	<i>РЕЗЮМЕ</i>	<i>189</i>
18	ЖИВА ПРИРОДА - ЕКОСИСТЕМА	190
18.1	Рослинність у районі АЕС і характеристика флори	190
18.2	ТЕРИТОРІЇ «NATURA 2000» У 10-кілометровій ЗОНІ АЕС	194
	У 10-кілометровій зоні АЕС Пакш знаходяться наступні території « NATURA 2000»:	194
18.3	Вплив Пакш II на рослинний світ	195
18.3.1	Вплив будівництва і зона його дії.....	195
18.3.2	Вплив роботи АЕС і зона цього впливу	196

18.3.3	Вплив та зона впливу припинення роботи станції.....	197
18.4	Вплив АЕС «Пакш-II» на тваринний світ.....	197
18.4.1	Вплив і зона впливу створення АЕС «Пакш-II».....	197
18.4.2	Вплив і зона впливу експлуатації.....	201
18.4.3	Вплив і зона впливу ліквідації електростанції.....	204
19	НЕРАДІОАКТИВНІ ВІДХОДИ.....	204
19.1	<i>Види і кількість відходів.....</i>	<i>204</i>
19.2	<i>Збір, зберігання, використання і знешкодження відходів.....</i>	<i>205</i>
19.3	<i>Впливи і зони впливу.....</i>	<i>206</i>
19.3.1	<i>Безпосередні впливи.....</i>	<i>206</i>
19.3.2	<i>Непрямі впливи.....</i>	<i>206</i>
19.3.3	<i>Впливи за межами кордону країни.....</i>	<i>206</i>
20	Розміщення радіоактивних відходів і відпрацьованих касет, поводження з ними.....	206
20.1	Визначення радіоактивних відходів.....	207
20.2	Характеристики відпрацьованих тепловиділяючих збірок (паливних касет).....	207
20.3	Загальні правила щодо радіоактивних відходів.....	208
20.3.1	Низько- та середньоактивні тверді радіоактивні відходи.....	208
20.3.2	Високоактивні тверді відходи.....	209
20.3.3	Рідкі радіоактивні відходи.....	209
20.4	Загальні правила щодо тепловиділяючих збірок (касет).....	209
20.5	Очікувані впливи побудови нової АЕС.....	210
20.6	Очікувані впливи експлуатації нової АЕС.....	210
20.6.1	Радіоактивні відходи.....	210
20.6.2	Відпрацьовані тепловиділяючі збірки (паливні касети).....	211
20.6.3	Очікуваний вплив експлуатації і територія його дії.....	212
20.6.4	Вплив одночасної експлуатації АЕС «Пакш» і «Пакш-II» та територія його дії.....	214
20.6.5	Вплив подій, що належать до бази проектування.....	214
20.7	Очікуваний вплив зняття з експлуатації.....	214
21	ПРИРОДНА РАДІОАКТИВНІСТЬ - РАДІОАКТИВНЕ НАВАНТАЖЕННЯ НА НАСЕЛЕННЯ ДОВКОЛА АЕС «ПАКШ».....	214
21.1	<i>ПРИРОДНА РАДІОАКТИВНІСТЬ АЕС В РАДІУСІ 30 КМ.....</i>	<i>214</i>
21.2	<i>перевірка стану здоров'я населення, що проживає в 30-кілометровій зоні.....</i>	<i>220</i>
21.3	<i>Існуюче радіаційне навантаження на населення, що проживає в 30-кілометровій зоні від об'єкта.....</i>	<i>222</i>
21.4	<i>Вплив будівництва АЕС Пакш II. на радіаційне навантаження населення, що проживає в околицях об'єкта.....</i>	<i>225</i>
21.5	<i>Вплив роботи АЕС Пакш II. на радіаційне навантаження населення, що проживає в околицях об'єкта.....</i>	<i>225</i>
	<i>РАДІАЦІЙНЕ НАВАНТАЖЕННЯ ВІД АТМОСФЕРНИХ ВИКИДІВ.....</i>	<i>225</i>
22	РАДІОАКТИВНЕ НАВАНТАЖЕННЯ НА ЖИВУ ПРИРОДУ.....	235
23	ЗАХОДИ ЩОДО ЗАПОБІГАННЯ АВАРІЯМ, ЯКІ З ВПЛИВАЮТЬ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ, ТА ЗМЕНШЕННЯ ЇХ НАСЛІДКІВ.....	239
24	РЕЗЮМЕ.....	241
	БІБЛІОГРАФІЯ.....	247

Перелік рисунків

Рисунок 1: Процес отримання дозволів на атомну електростанцію	17
Рисунок 3: Різні території, розглянуті в ОВНС [2], [3]	25
Рисунок 4: Очікуване споживання електроенергії за період до 2030 р. [2-1]	26
Рисунок 5: Територіальне розташування атомних електростанцій у світі [4]	27
Рисунок 6: Територіальне розташування атомних електростанцій в Європі [5]	27
Рисунок 7: Загальна схема будови реактора ЛВР [6]	28
Рисунок 8: Інженерно-технічні бар'єри блоків АЕС [7]	33
Рисунок 9: Контейнмент з подвійною стінкою (розріз)	33
Рисунок 10: Зовнішній контейнмент забезпечує захист від зовнішніх впливів [7]	34
Рисунок 11: Ієрархія захисних бар'єрів, рівнів глибокоешелонованого захисту та типів втручання [8]	35
Рисунок 12: Міжнародна шкала ядерних подій	39
Рисунок 13: Оглядова карта пакшської виробничої території [13]	43
Рисунок 14: Пакшська виробнича територія з нанесеним на ній планованим місцем нової АЕС	44
Рисунок 15: Заплановане розташування блоків [14]	45
Рисунок 16: Панорама блоків-близнюків Атомної електростанції "Пакш" [13]	46
Рисунок 17: Атомна електростанція "Пакш" і належні до неї об'єкти на пакшській виробничій території [15]	46
Рисунок 18: Розріз АЕС «Пакш» в напрямку зі сходу на захід. [16]	47
Рисунок 19: Зона безпеки Атомної електростанції «Пакш». [15]	48
Рисунок 20: Розріз ТСВК [15]	49
Рисунок 21: Зона безпеки ТСВК [15]	50
Рисунок 22: Територіальне розташування системи екологічного радіаційного моніторингу викидів та оточення зображена на рисунку 17	51
Рисунок 23: Структура системи екологічного радіаційного моніторингу викидів та оточення АЕС «Пакш»	18
Рисунок 24: Розташування телеметричних станцій типу «А» та «Г» контролю за станом середовища довкола АЕС «Пакш». [19]	54
Рисунок 25: Точки відомчого вимірювання в радіусі 30 км довкола АЕС «Пакш» [20]	57
Рисунок 26: Зміна пересічного по країні, мінімального та максимального значення потужності дози гамма-випромінювання [22]	59
Рисунок 27: Добова потужність дози, виміряна станціями екологічного контролю АЕС «Пакш» у 2012-му році	60
Рисунок 28: Мокрі баштові градирні з природною тягою та висотою, обмеженою до 100 м - план панорами (вид з висоти пташиного польоту та збоку)	69
Рисунок 29: Мокрі баштові градирні з природною тягою та з допоміжними вентиляторами - план панорами (вид з висоти пташиного польоту та збоку)	69
Рисунок 30: Гібридні баштові градирні з допоміжними вентиляторами - план панорами (вид з висоти пташиного польоту та збоку)	69
Рисунок 31: Російські блоки ВВЕР, які будуються або заплановані [7]	71
Рисунок 32: План розташування наявного гасителя енергії потоку води та планованої другої точки введення потоку	80
Рисунок 33: Розташування гідроелектростанції с. Чампа [33]	83
Рисунок 34: «Пакш-II» ситуаційний план розміщення – Оглядовий план	88
Рисунок 36: Плановані блоки та ЛЕП на 400 кВ з висоти пташиного польоту з південно-західного напрямку	90
Рисунок 37: Плановані блоки та ЛЕП на 400 кВ на рівні очей спостерігача з південно-західного напрямку	91
Рисунок 38: Плановані блоки та ЛЕП на 400 кВ з висоти пташиного польоту з північно-західного напрямку	91
Рисунок 39: Плановані блоки та ЛЕП на 400 кВ на рівні очей спостерігача з північно-західного напрямку	92
Рисунок 40: Діаграма навантаження робочої сили на виробничій території, яка була взята до уваги під час розрахунків [33], [37], [38]	97
Рисунок 41: План траси ЛЕП блоків, яка тягнеться між Атомною електростанцією «Пакш-II» та Підстанцією «Пакш-II»	102
Рисунок 42: Легенда до плану траси ЛЕП блоків (рисунок за номером V-01195 ERBE)	103
Рисунок 44: Коридор повітряної ЛЕП 400кВ Печ-держваний кордон, з опорами типу «ЯЛИНА»	104
Рисунок 45: Монтаж опори повітряної ЛЕП 400кВ Мартонвашар-Дьйор	106
Рисунок 71: Зміни стоку води і її температури у Дунаї (Пакш, Домборі, Байя) в 2012-2013 роках	157
Рисунок 72: Аналіз зміни значень середньорічної температури в Дунаї в 1970-2013 роках	157
Рисунок 73: Аналіз розподілу добової температури в Дунаї (Пакш) в роках з 1970 по 2013	158
Рисунок 76.: Зріз потенціалу через Пакшську атомну електростанцію	177
Рисунок 77.: Загальна зона впливу ведення будівництва на території підприємства	180

Рисунок 78. Загальна зона впливу спорудження ліній електропередач	181
Рисунок 79. Зона впливу експлуатації АЕС	181
Рисунок 80: Зона впливу функціонування лінії електропередач	182
Рисунок 81: Загальна зона впливу функціонування	183
Рисунок 82: Спільна зона впливу Пакшської АЕС та Пакшу 2.	184
Рисунок 83: Зона впливу перебоїв функціонування Пакшу II	185
Рисунок 84: Розташування точок вимірювання забруднення повітря	186
Рисунок 85: Деградована трава посеред кам'янистих плям - слідів будівництва	190
Рисунок 86.: Карта рослинності У 3-кілометровій зоні АЕС Пакш	191
Рисунок 87: Вербовий гай на заплавної ділянці острова між каналами	194
Рисунок 88: Газон із адіантумом на внутрішній території АЕС Пакш	195
Рисунок 89: Пізня гвоздика (<i>Dianthus serotinus</i>)	196
Рисунок 90. Смугастий медвелепке (<i>Euplagia quadripunctaria</i>)	198
Рисунок 91: Звичайна кам'янка (<i>Oenanthe oenanthe</i>), що живиться на території проекту	199
Рисунок 92: Черепашки моллюсків і слимаків на березі Дунаю біля м. Пакш	200
Рисунок 93.: Багатий світ птаства в околицях електростанції	201
Рисунок 94: Дідок жовтоногий (<i>Gomphus flavipes</i>)	202
Рисунок 95: Зелена ящірка (<i>Lacerta viridis</i>) добре переносить людські втручання	202
Рисунок 96: Вертикальне, сухе, контейнерне складування [42]	211
Рисунок 97: Завантаження горизонтального, сухого, контейнерного сховища.	212
Рисунок 98: Характерний порядок розміщення в разі сухого контейнерного складування.	212
Рисунок 99: Розподіл секторів в радіусі 30 км від АЕС	215
Рисунок 100: супутниковий знімок позначених в програмі місць збору зразків	219
Рисунок 101. Графік формування річних доз опромінення дітей населеного пункту Чампа (критичної групи) внаслідок викидів димарів АЕС Пакш	223
Рисунок 102: Обчислення радіаційного навантаження для дітей віком 1-2 років і дорослих населеного пункту Гер'єн від рідких викидів АЕС Пакш	224
Рисунок 103. Зона впливу АЕС Пакш II. при нормальному режимі роботи: коло радіусом 500 м у 500-метровій запобіжній зоні	233
Рисунок 104: Принципова схема системи моніторингу і радіоактивного захисту, що пропонується для АЕС Пакш II.	235
Рисунок 105: загальна зона впливу будівництва АЕС «Пакш-II»	243
Рисунок 106: загальна зона впливу будівництва АЕС «Пакш-II» з вказанням адміністративних меж	244
Рисунок 107: загальна зона впливу експлуатації АЕС «Пакш-II»	245
Рисунок 108: загальна зона впливу експлуатації АЕС «Пакш-II» з вказанням адміністративних мереж	246

Перелік таблиць

Таблиця 1: Адміністративні органи, які надіслали зауваження щодо ПКД	19
Таблиця 2: Країни, що були повідомлені в рамках міжнародної процедури	20
Таблиця 3: Тематика питань, поставлених в рамках міжнародної процедури	21
Таблиця 4: П'ять послідовних рівнів глибокоєшелонованої оборони	31
Таблиця 5: Найменування робочих станів та їх класифікація по частоті виникання, для нових блоків	38
Таблиця 6: Загальні критерії класифікації ядерних подій. [12]	41
Таблиця 7: Приклади, що ілюструють критерії INES для класифікації подій на ядерних об'єктах. [12]	42
Таблиця 8: Використання обмеження на дозу на виробничій території АЕС «Пакш» – 2013 р. [19]	56
Таблиця 9: Ліміт забрудненості рибних вод	62
Таблиця 10: Технічні параметри систем охолодження мокрими баштовими градирнями	68
Таблиця 11: Найважливіші технічні показники блока ВВЕР-1200 [13], [30], [31]	72
Таблиця 12: Проектні рішення або заходи щодо зменшення наслідків, які застосовуються для досягнення цілі. [13], [30]	72
Таблиця 13: Об'єми води, які забираються з Дунаю при роботі аварійної системи водяного охолодження в режимі охолодження свіжою водою.	75
Таблиця 14: Кількість води для системи охолодження конденсаторів	75
Таблиця 15: Кількість технічної охолоджуючої води [32]	76
Таблиця 19: Баланс використання води під час підготовки додаткової води в нормальному режимі експлуатації	81
Таблиця 20: Кількість рідких радіоактивних відходів в первинному контурі [32]	82
Таблиця 21: Кількість рідких відходів з турбінного залу	82
Таблиця 22: Максимальна кількість скидної води аварійних баштових градирень внаслідок видалення мулу	83

Таблиця 23: Складування хімікатів протягом роботи електростанції.....	84
Таблиця 24: Критерії прийнятності в нормальному режимі роботи [30].....	92
Таблиця 25: Критерій прийнятності подій, що належать до бази проектування.....	92
Таблиця 26: Чинні міжнародні та угорські норми щодо подій, які виходять за межі бази проектування.....	94
Таблиця 27: Графік побудови блоків АЕС «Пакш-II».....	96
Таблиця 28: Щорічні енергетичні дані.....	98
Таблиця 29: Енергетичний баланс та баланс використання матеріалів протягом експлуатації АЕС «Пакш-II».....	99
Таблиця 31: Виміряні значення напруженості електричного поля та магнітної індукції.....	104
Таблиця 32: Зведена матриця ідентифікації характеру факторів та території впливу.....	109
Таблиця 33: Зведена матриця звичних і радіоактивних впливів.....	110
Таблиця 47: Верхня ділянка Дунаю, класифікація щодо фізико-хімічних параметрів згідно VKI (1560.6-1533.5 км ріки).....	158
Таблиця 48: Класифікація за VKI сегмента близької нижньої ділянки Дунаю (1526-1516 км ріки) згідно фізико-хімічних параметрів.....	159
Таблиця 49: Класифікація за VKI сегмента далекої нижньої ділянки Дунаю (1506,8-1481,5 км ріки) згідно фізико-хімічних параметрів.....	161
Таблиця 50: Класифікація за VKI контрольної ділянки Дунаю (HURWAEP444).....	162
Таблиця 51: Потенційні фактори впливу при спорудженні станції Пакш II.....	164
Таблиця 52: Загальні дані проведених у 2012 р. вимірювань базового стану повітря.....	187
Таблиця 53: Вплив пробної роботи дизельних генераторів.....	189
Таблиця 54: Вплив одночасної експлуатації електростанції Пакш II. і Атомної електростанції м. Пакш на якість повітря.....	189
<i>Таблиця 55.: Оцінка кількості землі, що утвориться в процесі побудови електростанції Пакш II.....</i>	<i>204</i>
<i>Таблиця 56.: Оцінка відходів, що утворюються при роботі електростанції АЕС Пакш II.....</i>	<i>205</i>
<i>Таблиця 57.: Оцінка кількості відходів при спільній роботі АЕС Пакш і Пакш II.....</i>	<i>205</i>
Таблиця 58: Кількість відпрацьованого палива у кожному блоці за повний строк експлуатації.....	208
Таблиця 59: Очікувана щорічна кількість твердих радіоактивних відходів по блокам [40].....	211
Таблиця 60: Основні взаємодії природних ареалів.....	216
Таблиця 61: Зведені дані концентрації активності ґрунту.....	217
Таблиця 62: Зведені дані концентрації активності молока.....	217
Таблиця 63: Середні значення потужності дози.....	218
Таблиця 64: Викиди з двох блоків при нормальній роботі (Bq/рік).....	226
Таблиця 65: Розрахунки викидів за територіальним розподілом.....	226
Таблиця 66: Дози у випадку 1-2-річних дітей на основі метеорологічних даних 2009 р. в окремих місцевостях, за маршрутами опромінення (I+II, Sv).....	228
Таблиця 67: Дози у випадку дорослих на основі метеорологічних даних 2009 р. в окремих місцевостях, за маршрутами опромінення (I+II, Sv).....	228
Таблиця 68: Ранні викиди (Bq).....	229
Таблиця 69: Пізні викиди (Bq).....	230
Таблиця 70: Сумарні загальні дози проектної аварії (Sv).....	230
Таблиця 71: Плановані рідкі викиди з російського блоку типу VVER 1200 MW (Bq/рік) [30].....	231
Таблиця 72: Доза для 1-2 річних дітей і дорослого населення в населеному пункті Гер'єн від поблочних річних (nSv/рік) викидів рідких відходів з російського блоку типу VVER 1200 MW.....	232
Таблиця 73: Повні дози при спільній роботі АЕС Пакш II., АЕС Пакш і ККАТ у максимальному році для дітей віком 1-2 р., Sv.....	234
Таблиця 74: Повні дози при спільній роботі АЕС Пакш II., АЕС Пакш і ККАТ у максимальному році для дорослих, Sv.....	234
Таблиця 75: Річний максимальний сумарний вплив від рідких викидів у м. Гер'єн.....	234
Таблиця 76. Частка «Пакш-II» та існуючих штучних джерел у радіоактивному навантаженні водних організмів Дунаю в 2025.....	237
Таблиця 77: Наземні та приземні концентрації активності в залежності від відстані при 10 денному випуску.....	238
Таблиця 78: Наземні та приземні концентрації активності, в залежності від відстані при 30 денному випуску.....	239

ПЕРЕЛІК АБРЕВІАТУР

Скорочена назва	Повна назва
ВГСЛ ДСЕС	Відомство Головного державного санітарного лікаря Державної санітарно-епідеміологічної служби Угорщини
ЗПЗІД в АС	Загальний план заходів та дій в аварійних ситуаціях
БПУ	Базові проектні умови (Design Basis Conditions)
ПЗСН ОПД	Південно-Задунайська служба нагляду за охороною природи та довкілля
ПЗСН ОПДІВГ	Південно-Задунайська служба нагляду за охороною природи, довкілля і водним господарством
ДНП «ДД»	Дирекція Національного парку «Дуна-Драва»
ЗПУ	Запроектні умови (Design Extension Conditions)
ДПК	Документація для попередніх консультацій
ООН	Організація Об'єднаних Націй (United Nations - UN)
ЕРБЕ	Закрите акціонерне товариство «Інженерне бюро «МВМ ЕРБЕ ЕНЕРГЕТИКА»»: ЗАТ «МВМ ЕРБЕ ЕНЕРГЕТИКА»
EUR	Європейські вимоги щодо експлуатації (European Utility Requirements)
Євратом	Європейська спільнота з атомної енергії
МОЗ	Міністерство охорони здоров'я
ркм	річковий кілометр
ГЦН	Головний циркуляційний насос
ГТР	Реактор з газовим теплоносієм та графітовим сповільнювачем (газо-графітовий реактор)
МЕ	Міністерство економіки
МКРЗ	Міжнародна комісія з радіологічного захисту
МП	Міністерство промисловості
МШЯП	Міжнародна шкала ядерних подій (International Nuclear Event Scale, INES)
ІРГ	Інертний радіоактивний газ
МЮОП	Міністерство юстиції та охорони правопорядку
МТЗІЕ	Міністерство транспорту, зв'язку і енергетики
ОВНС - ДВНС	Оцінка впливу на навколишнє середовище - Дослідження впливу на навколишнє середовище
МТЗІВГ	Міністерство транспорту, зв'язку і водного господарства
ТСВК	Тимчасове сховище відпрацьованих касет
МОНС	Міністерство охорони навколишнього середовища
МТП	Міністерство транспорту та пошти
ІДД ЦСУ	Інститут демографічних досліджень Центрального статистичного управління
МВГІОНС	Міністерство водного господарства і охорони навколишнього середовища
МРВ	Мінімальний рівень води
АВТ	Аварія з втратою теплоносія
ГВР	Реактор з легководяним теплоносієм та графітовим сповільнювачем (графітно-водяний реактор)
«МАВІР»	Угорське закрите акціонерне товариство по передачі електроенергії та управлінню системою постачання електроенергії.
ВГ і НГПУ	Відомство геології, геофізики, геохімії та нагляду у гірничодобувній промисловості Угорщини
СРЕ та КСУ	Служба регулювання енергетики та комунальних систем Угорщини
МІР	Модернізований інтернаціональний реактор
ВТСУ	Відомство торгового ліцензування Угорщини
МКО	Міністерство культури та освіти
ЗАТ «МВМ Пакш-II»	Закрите акціонерне товариство «МВМ Пакш-II» по розвитку атомної електростанції.
ЗАТ «МВМ»	Закрите акціонерне товариство «МВМ»
МАГАТЕ	Міжнародне агентство з атомної енергії
ПЗЗРЯА	План заходів по запобіганню та реагуванню на ядерні аварії
НП ЯРБ	Норми та правила з ядерної та радіаційної безпеки
УЯРБ ДВАЕУ	Управління з ядерної та радіаційної безпеки Державного відомство з атомної енергії Угорщини
Парламент	Парламент Угорщини
ДМС	Державна метеорологічна служба Угорщини
Пакш-II	Атомна електростанція «Пакш-II» - блоки АЕС, спроектовані для розміщення на території АЕС «Пакш»
АЕС «Пакш»	Закрите акціонерне товариство «МВМ» Атомна електростанція «Пакш»; ЗАТ «МВМ» Атомна електростанція «Пакш»
ВВР	Реактор з важководяним теплоносієм і сповільнювачем, що знаходиться під тиском (важководяний реактор)
ІАБ	Імовірнісний аналіз безпеки
ЛВР	Реактор з легководяним теплоносієм і сповільнювачем, що знаходиться під тиском (легководяний реактор)
ТРУ	Трансурановий елемент (атомний номер перевищує 92 (атомний номер урану))
ЗЗАБ	Заключний звіт з аналізу безпеки
ЕЕСУ	Електроенергетична система Угорщини
ВВЕР	Водо-водяний енергетичний реактор
ВАО АЕС	Всесвітня асоціація операторів АЕС
WENRA	Західноєвропейська асоціація органів регулювання ядерної безпеки (Western European Nuclear Regulators Association)

1 БАЗОВА ІНФОРМАЦІЯ ЩОДО ПЛАНОВАНОЇ ІНВЕСТИЦІЇ

Вік великих електростанцій вітчизняної електроенергетичної системи наближається до кінця їхнього проектного життєвого циклу, а в певних випадках уже і перевищив його. Враховуючи планований життєвий цикл існуючих блоків атомної електростанції, для часткового вирішення питання прогнозованого дефіциту потужності, було розпочато підготовку до спорудження нових блоків АЕС.

Мета запланованої інвестиції - зведення поруч з АЕС «Пакш» двох сучасних блоків покоління III+ з водою під тиском, з електричною потужністю по 1200 МВт_e та очікуваним циклом життя не менше ніж 60 років, початок комерційної дії яких, **відповідно до сформульованого в Національній енергетичній стратегії графіку**, запланований на 2025 та 2030 роки, і таким чином в довгостроковій перспективі підтримати 40 %-ну частку атомної енергії в виробництві електроенергії.

Планована інвестиція складається з наступних головних частин:

- технологія електростанції,
- система водяного охолодження електростанції
- підключення до угорської електроенергетичної системи

1.1 ДІЯЛЬНІСТЬ ПО ПІДГОТОВЦІ ПЛАНОВАНОЇ ІНВЕСТИЦІЇ

1.1.1 ПРОЕКТ «ТЕЛЛЕР»

Відповідно до частини 2 статті 7 Закону № CXVI від 1996 р. «Про атомну енергію», для того щоб розпочати роботу по підготовці до побудови нового ядерного об'єкту необхідно мати принципове ухвалення Парламенту Угорщини. Пунктом 12 «f» Постанови Парламенту № 40/2008. (IV. 17.) «Про енергетичну політику на період між 2008-2020 рр.» на Уряд було покладено завдання «розпочати роботу по підготовці рішення щодо нових потужностей атомної електростанції. Після професійного, екологічного та суспільного обґрунтування, в належний час внести пропозиції щодо необхідності та умов інвестиції, типу та розміщення електростанції на розгляд Парламенту.

ЗАТ «МВМ» провело експертні дослідження, шляхом аналізу інженерно-технічних, економічних, комерційних, правових та суспільних аспектів створеного ним Проекту «Теллер». Було проаналізовано варіанти реалізації, дано попередню екологічну оцінку, а також зроблено аналіз розміщення радіоактивних відходів. Отримані результати від цих завдань були узагальнені в трьох документах щодо підготовки прийняття рішення, в яких було зроблено висновок, що найдоцільніший вибір - це побудова біля м. Пакш сучасної АЕС на воді під тиском, такої, яка не є прототипом, а вже отримала десь дозволи, з тривалістю життєвого циклу не менше, ніж 60 років.

Опираючись на аналізи спеціалістів, 30 березня 2009 р., при підтримці 95,4 % голосів, Парламент ухвалив почати роботи по підготовці до побудови блоків нової атомної електростанції на території біля м. Пакш.

1.1.2 ПРОЕКТ «ЛЕВАІ»

В червні 2009 р. ЗАТ «МВМ» розпочало Проект «Леваї», метою якого є здійснення підготовчих робіт відповідно до рішення Парламенту. В рамках Проекту «Леваї» було здійснено наступне:

- стратегічний аналіз та вивчення можливостей фінансування;
- розробка першого варіанту тендерної документації конкурсу на постачання;
- аналіз можливості пристосування нових блоків до електроенергетичної системи;
- аналіз шляхів постачання охолоджуючою водою;
- започаткування складення Попередньої консультативної документації;

- започаткування аналізів, необхідних для виконання Дослідження впливу на навколишнє середовище;
- підготовка матеріалів для заяви на отримання дозволу на майданчик;
- оцінка потреб в робочій силі;
- оцінка потенційних вітчизняних постачальників та підприємств регіону.

1.1.3 ПРОЕКТНА КОМПАНІЯ - ЗАТ «МВМ ПАКС-II» ПО РОЗВИТКУ АТОМНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

Для підготовки до побудови нових блоків АЕС, Група «МВМ» 26 липня 2012 р. заснувала Закрите акціонерне товариство «МВМ Пакш-II» по розвитку атомної електростанції (ЗАТ «МВМ Пакш-II»).

До найважливіших завдань проектною компанією входить визначення рамок майбутньої реалізації проекту, розробка деталей фінансування, закріплення необхідних технічних умов (можливості для охолодження, вплив оточення). Важливою складовою роботи над проектом є отримання дозволу на створення та дозволів, пов'язаних з охороною навколишнього середовища, з виробничою територією, водним правом. Проектна компанія займається питаннями гармонізації права, а також аналізом регіональних економічних та суспільних впливів. Особливо важливим завданням є також якомога найкраще використання Угорщиною ефекту стимуляції національної економіки в ході побудови нових блоків АЕС.

1.1.4 ПІДТРИМКА З БОКУ ПРАВОВОГО РЕГУЛЮВАННЯ

Як результат наведених вище заходів по підготовці проекту, в системі вітчизняного правового регулювання з'явилися численні елементи підтримки спорудження нових блоків АЕС.

З жовтня 2011 р. Парламентом Угорщини була прийнята **Національна енергетична стратегія**, яка визначає напрямки розвитку та експлуатації на наступні два десятиліття, з перспективою до 2050-го року, виходячи з чого держава, щоб сприяти здійсненню своїх довгострокових цілей в економіці та екології, намірена в перспективі підтримати 40 %-ну частку атомної енергії в виробництві електроенергії.

Для того, щоб забезпечити рівнобічний розвиток угорської атомної енергетики, Уряд своєю постановою № 1195/2012. (VI. 18.) створив **Урядову комісію з ядерної енергетики**, головою якої є Прем'єр-міністр, і яка займається стратегічними питаннями вітчизняного використання та розвитку ядерної енергетики.

Звертаючи увагу на стратегічну роль ядерної енергії у вітчизняній системі енергозабезпечення та в гарантуванні надійності постачання, і враховуючи зміст прийнятої Парламентом Угорщини Національної енергетичної стратегії, Уряд своєю Постановою № 1196/2012. (VI. 18.) об'явив спорудження нових блоків на території АЕС «Пакш» інвестицією **виняткової важливості та фундаментальної необхідності з точки зору національної економіки та забезпечення надійності енергопостачання**.

1.1.5 ВИБІР МАЙБУТНІХ БЛОКІВ

Угода між урядами Угорщини та Росії

14 січня 2014 р. Уряд Угорщини та Уряд Росії домовилися про відновлення укладеного на два десятиліття раніше Договору про співробітництво в сфері мирного використання атомної енергії. На підставі укладеної угоди, Компетентний орган Російської Сторони, як генеральний підрядчик, побудуватиме ще два нових блоки, потужністю 1200 Мвт кожний, для чого Уряд Угорщини отримує від Росії міждержавний кредит.

Закон № II від 2014 р.

Укладений двома урядами договір був ухвалений Парламентом на сесії 6 лютого 2014 р. в **Законі № II від 2014 р.** «Про оприлюднення Угоди, укладеної Урядом Угорщини та Урядом Російської Федерації про співробітництво в сфері мирного використання ядерної енергії».

Стаття 1 – Предмет співробітництва

Сторони здійснюють співробітництво в заміщенні та збільшенні потужності атомної електростанції «Пакш» на території Угорщини, включаючи проектування, спорудження, введення в експлуатацію та подальше виведення з експлуатації двох нових енергоблоків, з реакторними установками типу ВВЕР (водо-водяний енергетичний реактор), з встановленою потужністю кожного енергоблоку не меншою, ніж 1000 МВт з метою майбутнього заміщення блоків № 1-4, як про це буде сказано далі в цій Угоді.

1.2 ЗАГАЛЬНЕ ЗНАЙОМСТВО З ПРОЦЕСОМ ОТРИМАННЯ ДОЗВОЛІВ НА ЗВЕДЕННЯ НОВИХ БЛОКІВ АТОМНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

Повний процес отримання усіх дозволів для Атомної електростанції «Пакш-II» означає отримання **декількох тисяч дозволів**. В наведеному далі перелікові ми виділили тільки основні з них, називаючи одразу і органи, що видають їх.

Захист від опромінення – Відомство Головного державного санітарного лікаря (ВГСЛ) Державної санітарно-епідеміологічної служби Угорщини (ДСЕС)

Дозвіл щодо обмеження на дозу

Захист навколишнього середовища – Південно-Задунайська служба нагляду за охороною природи та довкілля (ПЗСН ОПД)

Екологічний дозвіл

Водне право – Департамент реагування на надзвичайні ситуації області Фейер

Принциповий дозвіл зі сфери водного права

Дозвіл на створення зі сфери водного права

Дозволи на експлуатацію зі сфери водного права

Ядерна безпека – Державний департамент ядерної енергетики

Дозвіл на дослідження та оцінку майданчика

Дозвіл на майданчик

Дозвіл на створення

Дозвіл на будівництво

Дозвіл на використання споруди, конструкції будови

Дозволи системного рівня

○ Дозвіл на виробництво

○ Дозвіл на придбання

○ Дозвіл на монтаж

○ Дозвіл на тип

Дозвіл на пуск

Дозвіл на експлуатацію

Енергетика

Електростанція - Служба регулювання енергетики та комунальних систем Угорщини (СРЕ та КСУ).

Принциповий дозвіл на створення електростанції, що суттєво впливає на функціонування електроенергетичної системи

Дозвіл на створення від Служби регулювання енергетики та комунальних систем Угорщини (СРЕ та КСУ).

Дозвіл на виробництво від СРЕ та КСУ електростанція виробництво електроенергії

Підключення до мережі (лінії електропередач) - Печське відомство з питань вимірювання та технічної безпеки Державної адміністрації області Бараня

Дозвіл на попередні роботи

Дозвіл зі сфери права щодо мережі постачання

Дозвіл на експлуатацію

Технічний нагляд - Відомство торговельного ліцензування Угорщини

Дозволи на будівництво, що відносяться до компетенції Відомства торговельного ліцензування Угорщини (ВТЛУ).

Дозволи ВТЛУ, які необхідно отримати на етапі спорудження (напр.: на устаткування під тиском, теплопроводи, сховища для небезпечних матеріалів

Дозволи на використання, що входять до компетенції ВТЛУ.

Архітектура - Місцевий муніципалітет

Дозволи на будівництво, що відносяться до компетенції місцевого муніципалітету.

Подальші процеси та процедура щодо отримання дозволів

Фізичний захист

Процедура, відповідно до статті 37 Євратома

Процедура, відповідно до статті 41 Євратома

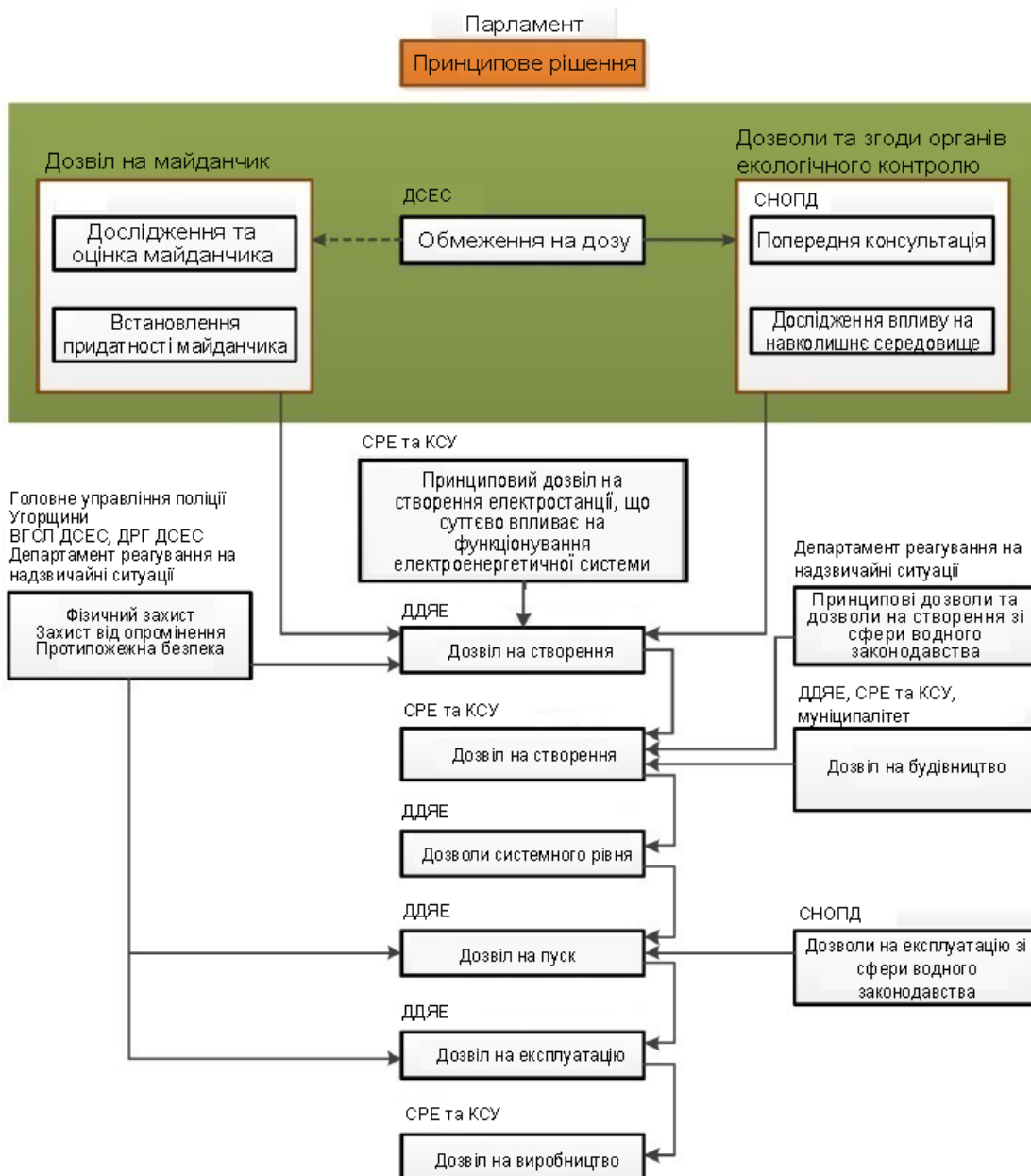


Рисунок 1: Процес отримання дозволів на атомну електростанцію

1.3 СИТУАЦІЯ З ОТРИМАННЯМ ЕКОЛОГІЧНИХ ДОЗВОЛІВ ДЛЯ ЗАПЛАНОВАНИХ НОВИХ БЛОКІВ

Згідно з частиною 1 статті 66 Закону № LIII від 1995 р. «Про загальні правила охорони навколишнього середовища», діяльність, ведення якої вимагає проведення оцінки впливу на навколишнє середовище, дозволяється здійснювати тільки за наявності дозволу/ліцензії, що набуло чинності, від компетентного органу екологічного нагляду.

Види діяльності, ведення яких вимагає проведення оцінки впливу на навколишнє середовище, перераховані в Додатку № 1 до Постанови Уряду № 314/2005. (XII. 25.) «Про оцінення впливу на навколишнє середовище та єдину процедуру надання дозволу на використання довкілля», в пункті 31 якого згадується атомна електростанція, без обмеження щодо її розмірів.

Тобто передумовою для побудови обох блоків АЕС, потужністю 1200 МВт_e кожний, відповідно до Постанови Уряду № 314/2005. (XII.25.) є проведення оцінки впливу на навколишнє середовище, підсумування отриманих результатів в дослідженні впливу на навколишнє середовище, проведення на їхній підставі процедури отримання екологічних дозволів, і як кінцевий результат - отримання екологічного дозволу.

В ході отримання екологічного дозволу для запланованих на територію АЕС «Пакш» нових блоків АЕС дозвільним органом, компетентним на території АЕС «Пакш» призначено Південно-Задунайську службу нагляду за охороною природи та довкілля (надалі: ПЗСН ОПД).

1.3.1 ПОПЕРЕДНЯ КОНСУЛЬТАЦІЙНА ДОКУМЕНТАЦІЯ (ПКД) ЩОДО ПОТЕНЦІЙНИХ 5 ТИПІВ БЛОКІВ

Процес отримання дозволів для планованих нових блоків розпочався 10 листопада 2012 р., поданням Попередньої консультативної документації [1]¹ під назвою: «ЗАТ «Угорська електрична компанія «МВМ»: Будівництво нових блоків атомної електростанції», робочий № 6F11121, складеної ЗАТ по проектуванню та підприємництву в енергетиці «PÖYRY ERŐTERV»

ПКД була складена з використанням даних 5 типів блоків, які можуть бути встановлені на території АЕС «Пакш».

В ПКД проводиться аналіз територій в радіусі 10 та 30 км.

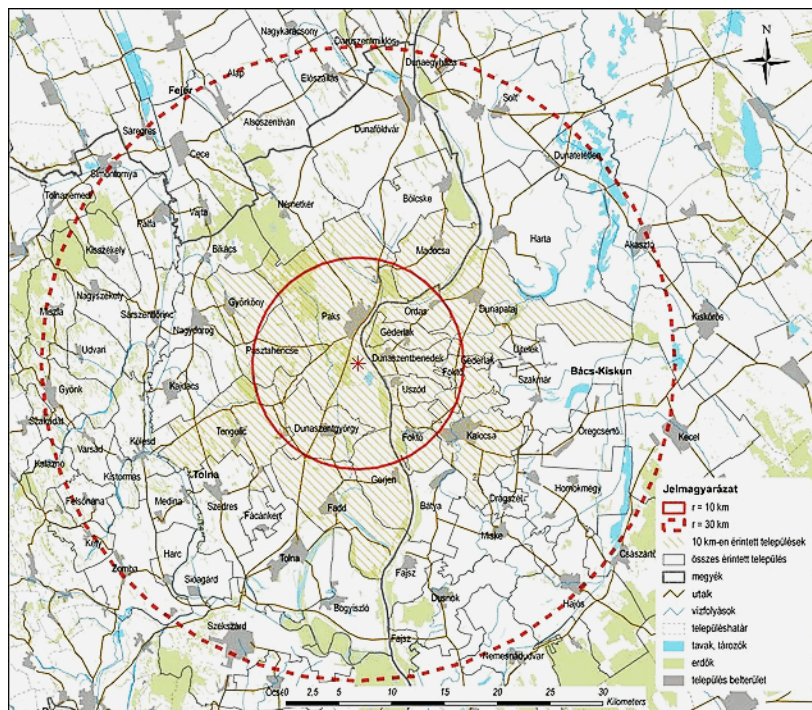


Рисунок 2: Території, що аналізуються в ПКД (10 та 30 км) [1].

¹ПКД може бути завантажена з веб-сторінки ЗАТ «МВМ Пакш-II»:
<http://www.mvmpaks2.hu/hu/Dokumentumtarolo/EKD-HUN.pdf>
<http://www.mvmpaks2.hu/hu/Dokumentumtarolo/EKD-ENG.pdf>

В ході процедури, проведеної Південно-Задунайською службою нагляду за охороною природи, довкілля і водним господарством (ПЗСН ОПДІВГ), свої зауваження подали наступні адміністративні органи:

Адміністративний орган	реєстраційний номер
Орган санітарної адміністрації Державної адміністрації області Толна	XVII-R-084/01550-2/2012
Відділ охорони культурної спадщини Відомчого головного відділу Державної адміністрації області Толна	II-P-18/184-2/2012
Управління по захисту ґрунтів та рослинного світу Державної адміністрації області Толна	26.2/1271-2/2012
Управління лісництвом Державної адміністрації області Бараня	II-G-033/8061/1/2012
Головний державний архітектор Відомства будівельної справи Державної адміністрації області Бараня	II-D-15/157-2/2012
Служба гірничого нагляду м. Печ	PVK/3519-2/2012
Голова адміністрації округу Пустагенче - Дьєркень	629/2012
Голова адміністрації округу Дунасентдьердь - Неметкер - Гер'єн	625-5/2012
Голова адміністрації с. Белчке	1985-2/2012
Відділення в с. Медіна Адміністрації сіл Зомба, Гарц та Медіна	819-2/2012
Голова адміністрації міста Калоча	8350-1/2012/H

Таблиця 1: Адміністративні органи, які надіслали зауваження щодо ПКД.

До видання Висновку відозви не надіслали:

Окружне земельне відомство м. Пакш Державної адміністрації області Толна
Державний департамент ядерної енергетики
Титулярний голова адміністрації міста Пакш
Голова адміністрації округу сіл Надьдорог, Бікач, Шарсентлеврінц
Голова адміністрації округу сіл Келешд, Кіштормаш, Кайдач
Адміністрація округу сіл Фоктев та Дунасентбенедек
Адміністрація округу сіл Гедерлак, Ордаш та Усод
Адміністрація округу сіл Гарта та Дунатетлен
Адміністрація округу сіл Гомокмедь та Ереґчертев
Адміністрація округу сіл Сакмар та Уйтелек
Адміністрація округу сіл Мішке та Драґсел
Адміністрація округу сіл Шоаґард та Фацанкерт
Голови адміністрацій наступних населених пунктів: Бодісло, Тенґеліц, Седреш, Фадд, Палфа, Мадоча, Душнок, Дунапатай, Батя, Файс, Вайта, Толна, Цеце, Дунафельдвар, Елевселлаш.

ПЗСН ОПДІВГ звернулася з проханням про надання правової допомоги на підставі належності до компетенції до Відомства з питань доріг, залізниці та судноплавства Державного управління транспортом, з проханням висловити свій коментар на підставі належності до компетенції - до Центрально-Задунайської служби нагляду за охороною природи, довкілля і водним господарством, а з проханням зробити заяву - до Дирекції Національного парку «Дуна-Драва». До видання Висновку займані організації зауважень, висновків не надіслали.

Громадськість

В ході процесу «Об'єднання «Енергетичний Клуб» як Установа та Методологічний центр з фахової політики» звернулося з проханням визнати його правовий статус як статус сторони, і на підставі цього надати йому можливість ознайомитися з ПКД та коментувати її. На підставі статуту об'єднання ПЗСН ОПДІВГ визнала правовий статус Об'єднання як статус сторони та віддала в його розпорядження електронну версію прохання щодо консультації. До видання Висновку «Енергетичний клуб» зауважень не надіслав.

В зв'язку з попередньою консультацією в ході процедури ні до ПЗСН ОПДІВГ, ні до голів адміністрацій заторкнених населених пунктів зауважень з боку громадськості не прибувало.

Враховуючи вищенаведене, ПЗСН ОПДІВГ 21 грудня 2012 р. видала свій Висновок за реєстраційним номером 8588-32/2012, в якому закріпила наступне:

- побудова планованої атомної електростанції є діяльністю, яка вимагає оцінки її впливу на навколишнє середовище;
- в ході попередньої консультації в зв'язку з планованою інвестицією, на підставі наявної інформації **причин для відмови** у виданні екологічного дозволу з боку ПЗСН ОПДІВГ **не виникало**;
- Дослідження впливу на навколишнє середовище необхідно виконати відповідно до Додатків № 6 та 7 Постанови Уряду № 314/2005. (XII.) та детальних вимог щодо змісту, висунутих ПЗСН ОПДІВГ;

- фахові частини Дослідження впливу на навколишнє середовище повинні виконуватись спеціалістами, які мають уповноваження експертів.

ПЗСН ОПДіВГ звернуло увагу сторін на те, що Висновок відтворює її власний погляд, з яким погляди задіяних в даній процедурі адміністративних органів можуть розбігатися.

Міжнародні процедури

Створення атомної електростанції підпадає під дію Постанови Уряду № 148/1999. (X.13.) «Про оприлюднення Конвенції про оцінку впливу на навколишнє середовище у транскордонному контексті, підписаної в Еспо (Фінляндія), 26 лютого 1991 р.», а також Директиви 85/337/ЄЕС стосовно оцінки впливу деяких державних і приватних проектів на навколишнє середовище, зміненої Директивами Ради Європейської Співдружності № 97/11/ЄС, 2003/35/ЄС та 2009/31/ЄС.

З метою започаткування міжнародної процедури Еспо, ПЗСН ОПДіВГ надіслав ПКД та її переклади на іноземні мови Головному відділу по збереженню довкілля Міністерства провінційного розвитку (МГР), який в свої чергу повідомив про здійснювану процедуру 30 країн. Повідомлені країни та їхня позиція щодо згаданої процедури наводяться в наступній таблиці:

Повідомлена потенційна займана сторона	Бере участь	Заява щодо наміру взяти участь	Відозва
Австрія	Так	бажає взяти участь	надіслала відозву
Бельгія	н/д		
Болгарія	н/д		
Кіпр	Ні	не бажає взяти участь	
Чехія	Так	бажає взяти участь	надіслала відозву
Данія	н/д		
Естонія	Ні	не бажає взяти участь	
Фінляндія	н/д		
Франція	н/д		
Греція	Так	бажає взяти участь	надіслала відозву
Нідерланди	н/д		
Хорватія	Так	бажає взяти участь	надіслала відозву
Ірландія	н/д		
Польща	Ні	не бажає взяти участь	
Латвія	н/д		
Литва	н/д		
Люксембург	н/д		
Мальта	Так	бажає взяти участь	надіслала відозву
Німеччина	Так	бажає взяти участь	надіслала відозву
Італія	н/д		
Португалія	н/д		
Румунія	Так	бажає взяти участь	надіслала відозву
Іспанія	Ні	не бажає взяти участь	
Швейцарія	н/д		
Швеція	н/д		
Сербія	н/д		
Словацьчина	Так	бажає взяти участь	надіслала відозву
Словенія	Так	бажає взяти участь	не надіслала відозву
Сполучене Королівство	н/д		
Україна	Так	бажає взяти участь	не надіслала відозву

Таблиця 2: Країни, що були повідомлені в рамках міжнародної процедури

З інших країн надійшло близько 15 тисяч листів, і сформульовані в них питання, зауваження охоплюють 10 основних тем:

	Теми
1	Зауваження, пов'язані з енергетичною стратегією
2	Зауваження щодо серйозних аварій, інцидентів
3	Питання щодо ядерної безпеки
4	Зауваження, щодо цивільної відповідальності за ядерну шкоду
5	Презентація впливу повного паливного циклу на навколишнє середовище
6	Зауваження щодо поводження з радіоактивними відходами
7	Спільний вплив двох електростанцій, та вплив майбутньої електростанції напередню

8	Зауваження щодо змісту дослідження впливу на навколишнє середовище
9	Економічні міркування
10	Зауваження по іншим темам

Таблиця 3: Тематика питань, поставлених рамках міжнародної процедури

Відповіді на окремі групам питань наводяться в Міжнародному розділі.

1.3.2 Дослідження впливу на навколишнє середовище Атомної електростанції «ПАКШ-ІІ» (ДВНС)

Метою оцінки впливу на навколишнє середовище (ОВНС), яка дається до спорудження Атомної електростанції «Пақш-ІІ» на території АЕС «Пақш», є ідентифікація та оцінка екологічного впливу планованої технології атомної електростанції на окремі елементи та системи навколишнього середовища, в залежності від початкового стану та потенційної навантаженості запланованої території.

Якщо в ході проведення оцінки впливу за цих умов для жодного з елементів чи систем довкілля не буде виявлено такого навантаження чи стресу, значення якого відповідно до правової бази або оцінки фахівців, вважається за недопустиме, то з точки зору захисту навколишнього середовища планована побудова та експлуатація двох блоків, потужність по 1200 МВт кожний, може бути реалізована.

1.3.2.1 Аналіз початкового стану

Для того, щоб обґрунтувати оцінку впливу на навколишнє середовище, з метою аналізу теперішнього стану довкілля і, виходячи з нього, характеристики та оцінки початкового стану, починаючи з 1 березня 2012 р. на території спорудження планованих блоків АЕС, а також на досліджуваних територіях, які були визначені на підставі прогнозованого впливу, були проведені дослідження та аналізи наступних тем:

- I. **Характеристика майданчика**
- II. **Метеорологічні характеристики**
 - a) Метеорологія
 - b) Мікро- та мезоклімат оточення виробничої території
- III. **Характеристика геологічного середовища, оточуючих поверхневих та підземних вод**
 - a) Опис та характеристика геологічного середовища
 - b) Опис та характеристика підземного водного середовища
 - c) Гідрологічна характеристика майданчика
 - d) Стан Дунаю та інших поверхневих вод
 - e) Стан річища та узбережжя Дунаю
- IV. **Загальна характеристика радіоактивності довкілля**
- V. **Оцінка шумового та вібраційного навантаження**
- VI. **Оцінка якості повітря**
- VII. **Характеристика стану живої природи**
 - a) Характеристика радіаційного навантаження живої природи (за винятком радіаційного навантаження людей)
 - b) Проведення досліджень вірцевого біомоніторингу
- VIII. **Характеристика стану населення**
 - a) Визначення радіаційного навантаження населення
 - b) Визначення стану здоров'я населення, що проживає в околицях майданчика

Виміри, дослідження та аналізи початкового стану, що є базою для оцінки впливу на навколишнє середовище, закінчилися у 2012 році, тому за єдину загальну завершальну дату взято 2012 рік. Від цього відрізняється завершальна дата даних, які були використані для метеорологічних аналізів, за що взято 2010 рік.

2012 рік був надзвичайно сухим. Результати спостережень по біомоніторингу відображають екстремальну засушливість досліджуваного року. Для того, щоб початковий стан живої природи був зафіксований не тільки за таких надзвичайно сухих метеорологічних умов, доцільно було провести дослідження щодо біомоніторингу також і в 2013 році. З цієї причини заміри під час водопілля Дунаю були проведені також у 2013 році.

У всіх випадках, коли заміри на місцях, або аналізи виконувались і після цього, тобто і в 2013 році (заміри під час водопілля Дунаю, аналізи даних спостережних колодязів ґрунтових вод), дати завершення вказуються в частинах відповідних галузів.

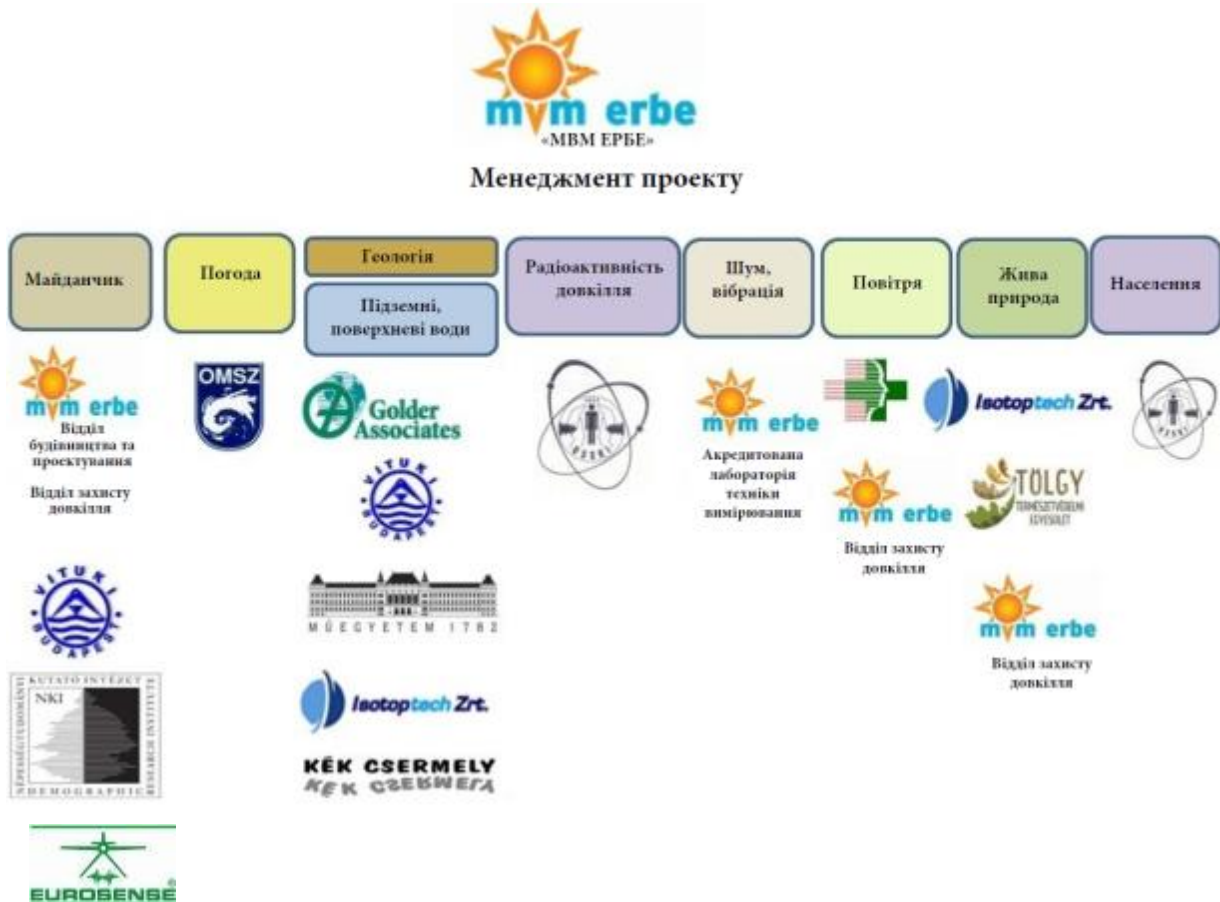
Території, що досліджуються

При проведенні досліджень початкового стану у 2012-2013 рр., за загальну територію дослідження оточення майданчика було взято територію, обмежену колом з радіусом 30 км і з центром в центрі території розташування майбутніх блоків. Більшість аналізів окремих галузей проводилась в межах цієї території. Від цього принципово відрізняються території дослідження Дунаю, різні теми відрізняються в різній мірі, в окремих випадках досліджується уся угорська частина Дунаю.

Умовна територія впливу очікується в межах кола з радіусом 10 км, і детальні аналізи були проведені для цієї території. З цих міркувань, дослідження початкового стану неприлеглих до Дунаю територій програми «Натура 2000» теж проводилися на цій території.

За умовну територію безпосереднього впливу було взято коло з радіусом а 3 км, і детальні дослідження щодо біомоніторингу та розповсюдження рослинності були виконані для цієї території. Заміри на протязі одного року для визначення початкового стану забруднення повітря теж проводилися на умовній території безпосереднього впливу, адаптуючись до розташування точок, що підлягають захисту. Виміри щодо шумового та вібраційного навантаження теж проводилися на цій території. Виміри на місці, метою яких було визначення характеристик території, а також характеристика геологічного середовища і підземних вод здійснювались теж на місці запланованого розташування та безпосередньо в його оточенні.

В розробці та реалізації програм галузевого аналізу та дослідження, що створили базу для оцінка впливу на навколишнє середовище, брали участь наступні професійні організації:



1.3.2.2 Комплекс технічних умов та ситуаційний план розміщення для оцінки впливу на навколишнє середовище

Деталізований відповідно до даної фази проектування комплекс технічних умов та ситуаційний план розміщення, що дають можливість для дослідження впливу атомної електростанції «Пакш-II» на навколишнє середовище, були розроблені ЗАТ "МВМ ЕРБЕ», з врахуванням даних уже діючої АЕС «Пакш», при цьому припускався найбільший вплив на навколишнє середовище, що здійснюється максимальними викидами, і згадані розрахунки також ґрунтуються на даних, заздалегідь наданих постачальником блоків, на опублікованих параметрах електростанцій, що уже будуються, а також на референтних даних, взятих з загальнодоступних презентацій та баз даних, або які походять з уже діючих схожих блоків.

На ситуаційному плані ділянки АЕС будови і споруди розміщуються з оглядом на вимоги технології і враховуючи простори, необхідні для найбільших технологічних вузлів. Характеристика будов виходить з конструкцій уже існуючої АЕС і опирається на дані, попередньо надані постачальником.

Як це наводилося в ПКД, в якості системи охолодження детально розглядається застосування охолодження свіжою водою. Порівнюючи з наведеним в ПКД, змінилося місце водозабору з Дунаю, а також місце та метод скиду в Дунай нагрітої охолоджувальної води.

Для того, щоб визначити заплановану технологію закладання фундаменту, за початкові дані були взяті послідовності напластування, отримані в результаті буріння, здійсненого за останні роки в екологічних цілях, і прогноз очікуваних глибин закладання фундаменту було зроблено на підставі цих даних. Пізніше для усіх споруд та будов, що розміщуються на території будівництва, необхідно зробити розрахунки з точки зору протипожежної безпеки та сейсмостійкості, а крім цього, у випадку певних будинків необхідно врахувати спеціальні вимоги щодо проектування, як от розрахунки щодо мінімізації наслідків падіння літака, захист від опромінення, шуму та вібрації, створення збірника стічних вод для захисту геологічного середовища та підземних вод.

Виходячи з результатів буріння в ході програми геологічних досліджень, результатів різноманітних геологічних аналізів та конкретних аналізів механіки ґрунтів, буде підготовлена документація для отримання дозволу на будівництво, в якій будуть відображені проектування архітектури та статичні споруди і будинків.

На підставі вищенаведеного, на пізніших етапах роботи можуть виникнути зміни в розташуванні та розмірах споруд, пов'язані з міркуваннями щодо функціональності, фізики будівель, структурної стабільності, сейсмостійкості, протипожежної безпеки, а також зі ще не відомими міркуваннями постачальника блоків.

Необхідний обсяг постачання був розрахований на підставі основоположних технічних даних та інженерних рішень, а також зробленого для ОВНС ситуаційного плану розміщення. Зараз напрямки постачання ще не відомі, конкретний організаційний план буде складено в ході складання виконавчих планів, напрямки та обсяги постачання, характер руху на майданчику будуть конкретно визначені на цьому етапі проектування. В ході складання ОВНС, розрахунки були зроблені для кожного можливого маршруту в визначеному законом колі, радіусом 25 км.

Враховуючи, що мінімально запланований цикл життя блоків складає 60 років, то процес та умови зупинки, припинення експлуатації та декомісії АЕС «Пакш-II» на разі не можуть бути визначені.

1.3.2.3 Оцінка впливу на навколишнє середовище (ОВНС) - Дослідження впливу на навколишнє середовище (ДВНС)

Процес оцінки впливу на навколишнє середовище Атомної електростанції «Пакш-II» тривав декілька місяців і здійснювався на підставі комплексу технічних умов ситуаційного плану розміщення, датованих від березня 2014 р.

В Дослідженні впливу на навколишнє середовище (ДВНС), в якому показана робота щодо оцінки впливу АЕС «Пакш-II» на навколишнє середовище і підведені її підсумки, було вибрано один із наведених в Попередній консультаційній документації (ПКД) варіантів, а саме вибрану для реалізації російську технологію атомних електростанцій, її головні зв'язки, забір охолоджуючої води та скид нагрітої води у Дунай та ЛЕП блока, що забезпечує відведення виробленої електроенергії до мережі, які розглядаються з точки зору значних впливів на навколишнє середовище, з врахуванням висновків, зроблених щодо ПКД.

В дослідженні впливу на навколишнє середовище пов'язані з будовою блоків питання економічного або фінансового характеру не розглядалися.

В дослідженні впливу АЕС «Пакш-II» на навколишнє середовище з точки зору елементів або систем довкілля розглядаються питання про те, що різноманітні фактори, робочі процеси, що виникають на різних етапах реалізації інвестиції, як впливають на певні процеси елементів та систем довкілля, на яку територію поширюється цей вплив, тобто яка територія їхнього впливу.

Базою для структури змісту дослідження впливу на навколишнє середовище є загальні вимоги, викладені в Додатках № 6 та 7 до Постанови Уряду № 314/2005. (XII. 25.) «Про оцінення впливу на навколишнє середовище та єдину процедуру надання дозволу на використання довкілля».

Додаток № 6: Загальні вимоги щодо змісту дослідження впливу на навколишнє середовище.

Додаток № 7: Визначення території впливу в ході виконання дослідження впливу на навколишнє середовище.

Проведення ОВНС і складення на підставі її результатів ДВНС здійснювалося стосовно параметрів, які створюють найбільше екологічне навантаження для певних елементів або систем довкілля, враховуючи при цьому початковий екологічний стан пакшської території.

В дослідженні впливу АЕС «Пакш-II» на навколишнє середовище презентуються та аналізуються наступні теми:

детальне ознайомлення з капітальним будівництвом планованої АЕС, наведення основоположних технологічних даних;

ознайомлення з вибраною для спорудження територією, а також опис її безпосереднього та віддаленого оточення, місце та необхідна площа для цієї діяльності, наведення ситуаційного плану розташування;

викладення уже аналізованих, врахованих раніше варіантів;

наведення та розрахунок екологічного впливу виробничої технології електростанції на певні елементи та системи довкілля;

визначення меж для територій впливу планованої інвестиції

презентація транскордонних впливів

На підставі вищенаведеного структура Дослідження впливу АЕС «Пакш-II» на навколишнє середовище складається з наступних розділів:

- 1 Базова інформація щодо планованої інвестиції
- 2 Прогнози та стратегії, пов'язані з планованою інвестицією
- 3 Загальне знайомство з ядерною енергетикою
- 4 Інформація щодо планованої території розміщення
- 5 Можливі методи охолодження конденсаторів нових блоків АЕС
- 6 Характеристики, основні дані Атомної електростанції «Пакш-II», запланованої для побудови на пакшській території
- 7 Підключення до мережі угорської електроенергетичної системи
- 8 Потенційні фактори впливу та потенційні матриці впливу «Пакш-II»
- 9 Соціально-економічні впливи
- 10 Кліматична характеристика оточення м. Пакш в радіусі 30 км
- 11 Моделювання морфології річища та теплового навантаження Дунаю
- 12 Дослідження якості води Дунаю та інших поверхневих вод, відповідно до Водної рамкової директиви
- 13 Геологічне середовище та підземні води на виробничій території та в її безпосередньому оточенні
- 14 Геологічне середовище та підземні води в долині Дунаю нижче м. Пакш
- 15 Шум і вібрація
- 16 Повітря навколишнього середовища
- 17 Нерадіоактивні відходи
- 18 Жива природа, екосистема
- 19 Радіоактивні відходи та відпрацьовані касети
- 20 Радіоактивність довкілля - радіаційне навантаження населення, що проживає довкола виробничої території
- 21 Радіаційне навантаження живої природи довкола виробничої територія
- 22 Сумарні матриці впливу та сумарна територія впливу

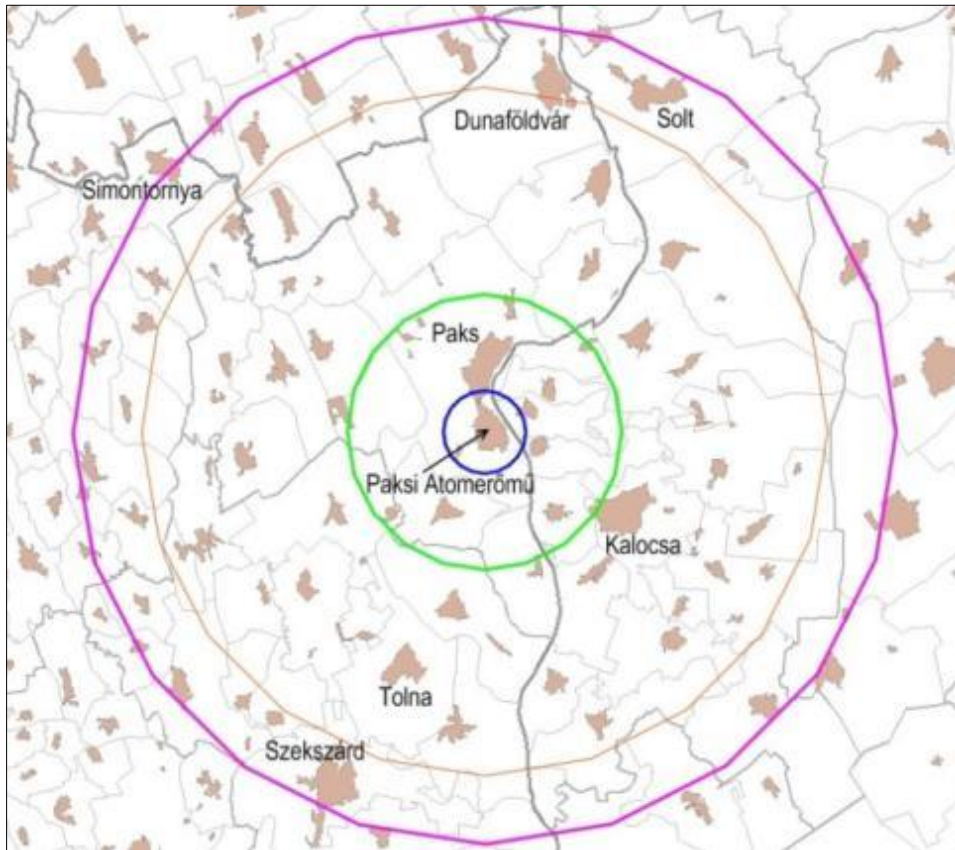


Рисунок 3: Різні території, розглянуті в ОВНС [2], [3]

синє коло: оціночна територія безпосередніх впливів
зелене коло: оціночна територія непрямих впливів
фіолетове коло: територія аналізу для загальної характеристики
оранжеве коло: територія аналізу впливів постачання, радіус - 25 км

Paksi Atomerőmű	АЕС «Пакш»
-----------------	------------

1.3.3 ІНФОРМАЦІЙНА ДІЯЛЬНІСТЬ ЗАТ «МВМ ПАКШ-II»

ЗАТ «МВМ ПАКШ-II» започаткувало програму для постачальників під назвою «Підприємство нашого майбутнього - Інформаційна програма для підприємців», з метою інформування малих, середніх та великих підприємств Угорщини про плановану інвестицію, вимоги ядерної промисловості щодо безпеки, спеціальні технічні проблеми, рекомендований процес підготовки, необхідні дозволи та атестації.

Для частини мерів заторкнутих населених пунктів регіону були проведені брифінги, з метою інформування населення заповідія інтерактивна вантажівка, завдання якої, діючи в якості мобільного центру для відвідувачів, познайомити населення Угорщини з атомною енергією, показати наскільки вона важлива, які є методи для її безпечного та екологічно чистого використання, яку важливу роль вона відіграє у вітчизняній енергетиці. Інформаційні видання для населення, в яких освітлюються деталі нової інвестиції, питання отримання дозволів та дослідження майбутньої території, були складені в підготовчій фазі проекту і доставлені в кожне оточуюче хазяйство. Випуск таких інформаційних матеріалів планується і на подальших етапах спорудження.

Для тих, хто цікавилися темою, була організована зустріч в Будапештському політехнічному та економічному університеті під назвою «Як будується «Пакш-II» - Форум про підтримку потужностей атомної електростанції», на якому детально освітлювалась планована інвестиція, і крім цього, пов'язані з нею актуальні питання обговорювались під час численних інших заходів, наукових форумів.

На міжнародних форумах теж регулярно інформуємо партнерів про стан робіт, і серед них одним з найважливіших є щорічний австро-угорський двосторонній консультативний форум між ядерними відомствами.

2 ПРОГНОЗ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В УГОРЩИНІ

Прогноз перспективи розвитку електроенергетичної системи Угорщини є одним з важливих, закріплених завдань системного оператора – Угорського закритого акціонерного товариства по передачі електроенергії та управлінню системою постачання електроенергії (ЗАТ «МАВІР»). Системний оператор повинний оцінити очікуване використання електроенергії в майбутньому, а крім цього повинний стежити за балансом енергії на рівні системи, зміною потужності електростанцій, за змінами в споживанні та в публічній електромережі.

2.1 ПРОГНОЗ ВІТЧИЗНЯНИХ ПОТРЕБ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ДО 2030 РОКУ

Прогнозування потреб споживачів та окреслення розвитку потужностей електроенергетичної системи в середньо- та довгостроковій перспективі починаючи з 2012 р. становить окреме дослідження, що спирається на аналіз даних щодо споживання електроенергії та системного навантаження минулих років та на прогнози економічного розвитку, зроблені інститутами дослідження економіки. Короткостроковий прогноз на період до 2018 р. опирається на прогнози ЗАТ «МАВІР», що даються на ближчий та середній періоди, а прогноз на період до 2030 року опирається на прогнози Національної енергетичної стратегії 2030.

Якщо розглянути прогноз потреби споживачів до 2030 р., зроблений ЗАТ «МАВІР» у 2013 р., то можна побачити, що він складається з трьох сценаріїв, наведених на рисунку нижче.

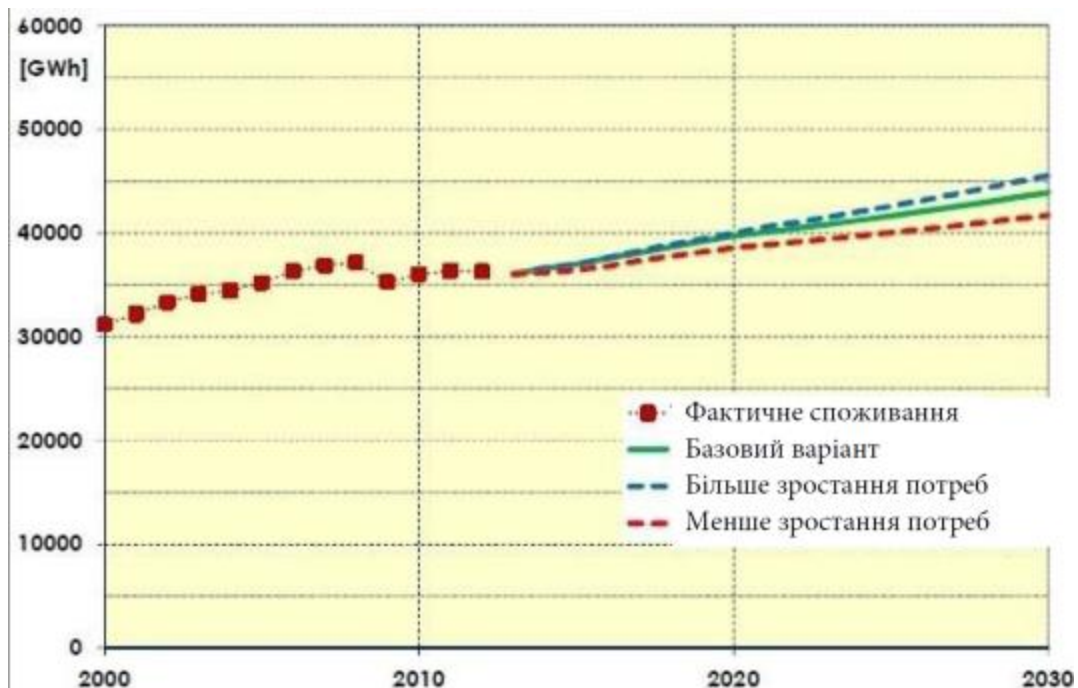


Рисунок 4: Очікуване споживання електроенергії за період до 2030 р. [2-1]

В базовому варіанті (на рисунку зображений зеленим кольором), що відповідає стратегічним цілям, на період після 2014 р. прогнозується, що споживання нетто електроенергії зростатиме в середньому щорічно на 1,5 %, а після 2020 р. цей темп трохи сповільниться. Крім базового, як альтернатива, наводиться також **сценарій з більш високими темпами зростання потреб** (на рисунку зображений синім кольором), згідно до якого темпи щорічного зростання потреб в період з 2014 р. до 2020 р. коливатимуться в діапазоні 1,4-1,7 %, а з 2020 р. знизяться до 1,4 %. Є також **сценарій з нижчим зростом потреб** (на рисунку зображений червоним кольором), порівнюючи з базовим, в якому темп зростання потреб в період з 2014 р. до 2020 р складатиме 1 % на рік, після чого до 2030 р. поступово зменшиться до 0,8 % .

Очікуване споживання нетто електроенергії (базовий варіант) у 2020 р. становитиме 40 ТВт-год, а у 2030-му році - 44 ТВт-год.

Сумарне використання електроенергії (включаючи власне споживання вітчизняних електростанцій та втрати в мережі) у 2020 р. становитиме 47,6 ТВт-год, а у 2030-му році - 54,7 ТВт-год, відповідно до базового сценарію.

3 ЗАГАЛЬНЕ ЗНАЙОМСТВО З ЯДЕРНОЮ ЕНЕРГЕТИКОЮ

3.1 ВИРОБНИЦТВО ЯДЕРНОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ У СВІТІ

Сумарне світове виробництво електроенергії у 2012 р. становило 22 668 ТВт-год, в якому частка ядерного виробництва становила 2 461 ТВт-год, тобто 10,9 % виробленої енергії походила з атомних електростанцій (джерело: IEA: Key World Energy Statistics 2014). Атомні електростанції як правило відіграють суттєву роль в електроенергетичних системах більш розвинутих країн, тобто вони концентруються в Європі, Північній Америці та в Японії.

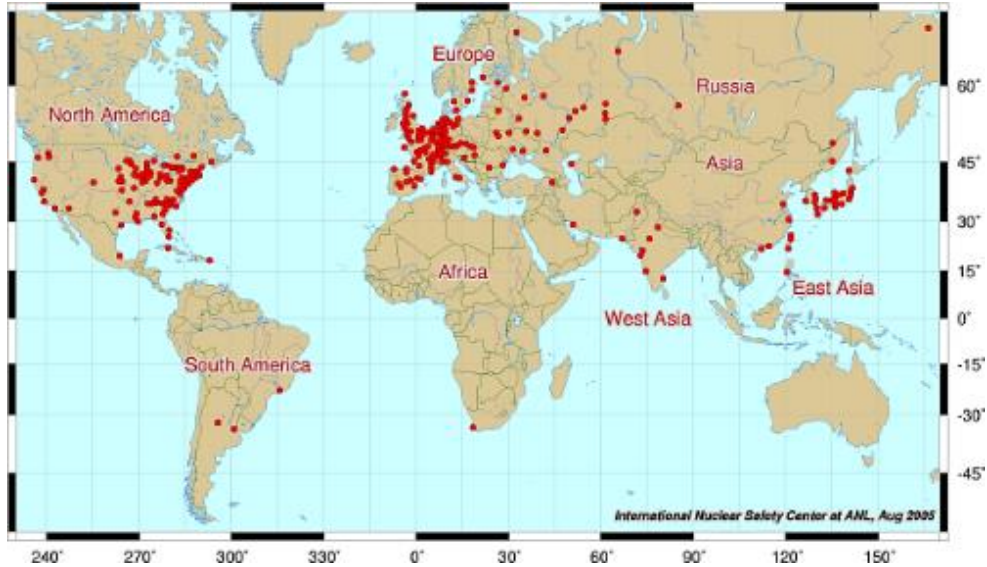


Рисунок 5: Територіальне розташування атомних електростанцій у світі [4]



Рисунок 6: Територіальне розташування атомних електростанцій в Європі [5]

Більшість (62,2 %) блоків з сьогодні діючих 434 блоків АЕС відносяться до атомних електростанцій а з водою під тиском (ЛВР). При будівництві нових АЕС теж спостерігається перевага реакторів з водою під тиском (82,6 %).

3.2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО РОБОТУ БЛОКА З РЕАКТОРОМ З ВОДОЮ ПІД ТИСКОМ (ЛВР)

3.2.1 ПРОЦЕС ВИРОБНИЦТВА ЕНЕРГІЇ У БЛОКУ З РЕАКТОРОМ ЛВР

Основою виробництва енергії атомними електростанціями є розщеплення атомних ядер, регульована і самопідтримувана ланцюгова реакція. При цьому виділяється велика кількість енергії: при розщепленні одного грама ^{235}U виділяється така кількість енергії, яку можна отримати спалюванням 3 т доброякісного вугілля. Виникаюча таким чином енергія постійно підвищує температуру паливних таблеток, тому для того, щоб такий процес виробництва енергії був стійким та керованим, надлишок тепла необхідно відвести. Для відведення тепла використовують охолоджуюче середовище (теплоносії), яким в реакторах ЛВР є легка (звичайна) вода (H_2O). Відведена теплова енергія використовується для виробництва електроенергії.

Атомні електростанції з водою під тиском складаються з двох замкнутих контурів - первинного та вторинного.

До **первинного контуру** входять: атомний реактор з водою під тиском, в якому легка вода є охолоджувачем і сповільнювачем, циркуляційні контури (головний циркуляційний контур), головні циркуляційні насоси, труби теплообміну парогенератора, компенсатор тиску. Корпус реактора - це герметичний резервуар у вигляді циліндру, дно і зйомна кришка якого утворені з двох півсфер, і який вміщує у собі активну зону. Крім цього, до ядерного парогенеруючого устаткування, тобто до реактора відносяться ще численні допоміжні технологічні системи, які виконують функції забезпечення безпеки, підвищують коефіцієнт корисної дії (ККД) електростанції, постійно очищають циркуляційні контури. Тепло, що виділяється в активній зоні реактора, відводиться головним циркуляційним контуром, транспортується до парогенераторів, де передається вторинному контуру. Головна функція парогенератора - використовуючи тепло активної зони, що доставляється до нього теплоносієм первинного контуру, виробити пар з такими параметрами, за допомогою якого можна привести в рух турбіни. Ця установка є циліндричним резервуаром, який розміщується вертикально або горизонтально в герметичній оболонці (контейнменті), разом з трубами теплообміну та вбудованим сепаратором пари.

Основними частинами **вторинного контуру** є: частини парогенераторів з боку живильної води, головна парова система, вузли турбіни з високим та низьким тиском, конденсатор та водоживильна система. Завданням вторинного контуру є перетворення енергії виробленої парогенератором пари в обертальний рух, яким приводиться в рух генератор. Після виконання роботи, відпрацьована пара в конденсаторах знову перетворюється у воду (конденсується) за допомогою кінцевої теплопоглинаючої речовини, якою в залежності від умов виробничої території може бути морська або річкова вода, або у випадку охолодження баштовими градирнями - повітря.

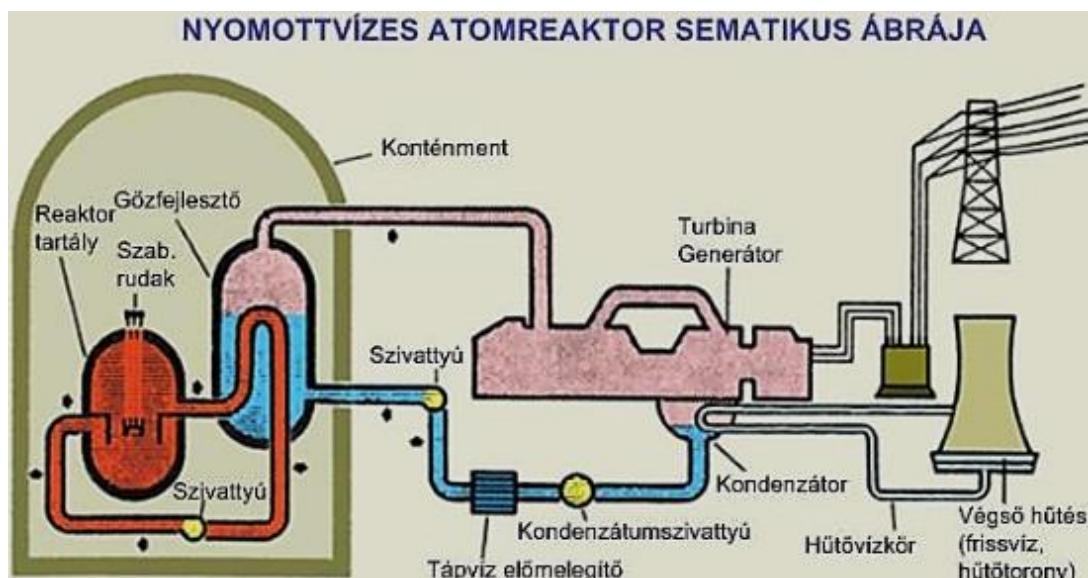


Рисунок 7: Загальна схема будови реактора ЛВР [6]

Nyomottvízes atomreaktor sematikus ábrája	Схема будови реактора ЛВР
Konténment	Контейнмент
Reaktortartály	Корпус реактора
Szab. rudak	Рег. стрижні
Gőzfejlesztő	Парогенератор

Turbina	Турбіна
Generátor	Генератор
Szivattyú	Насос
Kondenzátor	Конденсатор
Tápvíz előmelegítő	Підігрів жив. води
Kondenzátumszivattyú	Насос конденсату
Hűtővízkör	Контур охолдж. води
Végső hűtés	Кінцеве охолодження
frissvíz	свіжа вода
hűtőtorony	градирня

3.2.1.1 Паливо

Ядерне паливо розміщується в т.з. активній зоні.

В природі уран зустрічається головним чином у вигляді двох ізотопів: ізотопу ^{235}U , який розщеплюється т.з. тепловими нейтронами, тобто нейтронами з низькою енергією (цей ізотоп складає близько 0,72 % природного урану), та ізотопу ^{238}U , який розщеплюється т.з. швидкими нейтронами, тобто нейтронами з високою енергією (цей ізотоп складає близько 99,275 % природного урану). В реакторі, паливо якого складається тільки з ^{238}U , неможливо створити самопідтримувану ланцюгову реакцію.

В блоках ЛВР в першу чергу використовується паливо на базі збагаченого урану (UO_2), як це зараз і робиться в АЕС «Пакш». Паливо виготовляється шляхом переробки та збагачення уранової сировини.

3.2.2 ХАРАКТЕРНІ ОБ'ЄКТИ БЛОКА ЛВР

3.2.2.1 Об'єкти головного корпусу

ЯДЕРНИЙ ОСТРІВ

Контейнмент (гермооболонка)З метою безпеки експлуатації, системи первинного контуру, як правило, розміщуються в контейнменті з подвійною стінкою (напр.: реактори типу EPR-1600 та VVER-1200). Завданням внутрішньої оболонки контейнменту є утримання радіоактивних речовин, які викидаються під час можливих проектних аварій, а також відведення виникаючого тепла.

Внутрішня оболонка контейнменту розміщується всередині зовнішнього екранізуючого залізобетонного корпусу, завданням якого є підвищений захист внутрішньої оболонки від впливів навколишнього середовища (напр.: сильні землетруси, падіння літака, повені).

Споруди систем безпеки: внаслідок багаторазової надмірності на АЕС існує кілька систем безпеки (напр. охолодження зони під час аварій), відповідна робота одного з яких уже є достатньою для оволодіння ситуацією. Для того, щоб забезпечити належне відмежування в просторі, їх переважно розташовують в різних корпусах або частинах будинків.

Допоміжний корпус: тут знаходяться допоміжні системи первинного контуру

Об'єкт ядерного технічного обслуговування: Це об'єкт для виконання технічного обслуговування в зв'язку з первинним контуром, а також для проведення знезараження.

Корпус для роботи з відходами: тут працюють з рідкими та твердими радіоактивними відходами, які утворюються під час роботи блока.

Паливний корпус: використовується для обробки та збереження свіжого палива та відпрацьованого палива.

ТРАДИЦІЙНИЙ ОСТРІВ

Турбінний зал: В турбінному залі знаходяться ті установки вторинного контуру, які перетворюють отриману від парогенератора первинного контуру теплову енергію в механічну, а потім в електричну енергію, а також конденсують пару на виході турбіни і відправляють знову у парогенератор.

Цех обробки води: служить для виробництва додаткової води належної якості та кількості, необхідної для первинного та вторинного контуру.

Електричний комутаційний зал: Будинок, в якому знаходяться електричні комутаційні вузли, пристрої систем управління та засоби зв'язку.

Трансформаторний майданчик Служить для розташування трансформаторів блоків, та інших трансформаторів електростанції.

3.2.2.2 Додаткові об'єкти

Тимчасове сховище відпрацьованих касет: служить для тимчасового зберігання (перед подальшою переробкою або перед відправкою на остаточне розміщення) відпрацьованих касет, які утворюються під час роботи АЕС.

Дизельні генератори: забезпечують постачання перемінним струмом у випадку аварії (для належного фізичного відокремлення знаходяться в окремих спорудах).

Медично-санітарний об'єкт: об'єкт в якому розташовані медичний центр, система прохідних до первинного контуру, а також адміністративні приміщення, необхідні для роботи в первинному контурі.

Водозабірний об'єкт: постачає необхідну для електростанції технічну воду. Найбільшу частку вибраної з Дунаю води складає охолоджуюча вода конденсатора.

Склад хімікатів: будова, в якій знаходяться необхідні для експлуатації хімікати.

Склад промислових газів: будова, в якій знаходяться необхідні для експлуатації промислові гази.

Об'єкт технічного обслуговування: Об'єкт, який служить для виконання робіт по технічному обслуговуванню, пов'язаному з вторинним контуром.

Об'єкти протипожежної безпеки: до них включаються розташований на території АЕС будинок постійної пожежної станції, системи постачання пожежною водою та протипожежного захисту.

Електрична підстанція: забезпечує потрапляння виробленої генераторами електроенергії в основну мережу країни.

Сховище відходів: служить для зберігання нерадіоактивних відходів, які утворюються на атомній електростанції.

Сховища: у випадку надзвичайної ситуації служать для захисту експлуатаційного персоналу та персоналу, що бере участь в усуненні небезпеки.

Захищений пункт управління (з резервом): у випадку аварійної ситуації служить для забезпечення умов роботи осіб, що керують ліквідацією, а також для захисту персоналу, який бере участь в усуненні аварії.

Системи моніторингу довкілля: до неї відносяться системи забору вірців та вимірів щодо навколишнього середовища.

Інфраструктура: під'їзні дороги, залізничні колії, система трубопроводів для забезпечення електростанції питною водою, каналізаційні трубопроводи, і т.п.)

Системи фізичного захисту: будинки прохідних, пропускна система, огорожа, і т.п.

4 ЯДЕРНА БЕЗПЕКА

В ході проектування, побудови та експлуатації нових блоків атомних електростанцій найважливішим аспектом, який випереджає усе інше, є створення ядерної безпеки.

4.1 Принципи ядерної безпеки

Ядерна безпека є корінним питанням оцінки атомної енергетики.

Атомні реактори повинні задовольнити три основоположні вимоги щодо безпеки:

За будь-яких умов необхідно забезпечити припинення протікаючої в реакторі ланцюгової ядерної реакції при виникненні аномалії.

У випадку припинення ланцюгової реакції теж повинно забезпечуватись стабільне і безпечне охолодження твелів.

Не можна допустити, щоб в оточення потрапило більше радіоактивних речовин, ніж дозволено.

Створенню безпеки роботи реактора служить застосування принципу глибокоешелонованого захисту, який в першу чергу спрямований запобігання виникненню аварійних ситуацій.

Вимоги основних принципів та п'яти рівнів глибокоешелонованого захисту були розроблені Міжнародним агентством по атомній енергії. Національні органи ядерної безпеки намагаються якнайкраще втілити ці принципи в регулювання власних країн. Глибокоешелонований захист на кожному об'єкті застосовується з врахуванням особливостей об'єкта.

Основоположні цілі глибокоешелонованого захисту:

шляхом консервативного проектування запобігти виникненню аварій

шляхом безперервного моніторингу запобігти виникненню порушень нормального режиму роботи

при порушенні нормального режиму роботи запобігти виникненню ускладнень, обмежити і ліквідувати наслідки за допомогою вбудованих систем захисту

в разі виникнення запроектої ситуації - наявність належних засобів та визначених заходів для обмеження та ліквідації наслідків.

Безпека роботи атомної електростанції гарантується інженерно-технічними рішеннями при проектуванні та комплексною системою правил експлуатації.

Глибокоешелонована оборона визначає п'ять послідовних рівнів аварійних подій, устаткування та заходів. Головна мета застосування кожного рівня - перешкодити переходи на наступний рівень.

Рівень	Мета	Метод здійснення
Рівень 1.	Запобігання порушенням нормальної експлуатації.	Якісне проектування на основі консервативного підходу.
Рівень 2.	Виявлення та усунення порушень нормальної експлуатації.	Належна робота систем контролю та управління.
Рівень 3.	Управління проектними аваріями.	Системи і заходи забезпечення безпеки.
Рівень 4.	Управління запроектними аваріями, запобігання їхньому подальшому розвитку, обмеження і ліквідація наслідків.	Додаткові засоби, виміри, заходи, інструкції щодо управління запроектними аваріями.
Рівень 5.	Обмеження наслідків радіоактивних викидів за межі об'єкта.	Наявність планів аварійного реагування.

Таблиця 4: П'ять послідовних рівнів глибокоешелонованої оборони.

- Рівень 1 стосується проектування, тобто проектувати електростанцію необхідно з консервативним підходом, закладаючи належний запас надійності та безпеки функціонування, використовуючи рішення, при яких можливість людської помилки зводиться до мінімуму (автоматизація, прозора система управління). Необхідно визначити усі зовнішні події, за яких атомна електростанція залишається працездатною (землетруси, екстремальні метеорологічні умови, і т.д.)
- Рівень 2 характеризується наявністю таких засобів та заходів, за допомогою яких електростанцію можна утримати в межах проектного функціонування, щоб не перетинались бар'єри безпеки. До цього належать: постійні виміри (тиск, температура, потоки і т.д.) періодичні тести та випробування, технічне обслуговування та контроль стану.
- До рівня 3 належать ті системи і заходи, які гарантують виконання захисних функцій в разі аварій, виникнення яких було припущено в ході проектування (проектних аварій). Навіть при найдбайливішому підході до

проекування, реалізації та експлуатації не можна виключити виникнення несправностей (напр.: внутрішній дефект матеріалу, стихійне лихо). Це означає автоматичне припинення ланцюгової реакції, забезпечення охолодження ядерного палива, утримання викиду радіоактивних речовин у встановлених межах, а системи безпеки необхідно підготувати до управління цими процесами.

- Рівень 4 припускає подію, ймовірність якої надзвичайно мала, і яка виходить за межі проектних аварій. В такій ситуації системи безпеки вже не здатні в повній мірі виконати свої функції, тому може трапитися розплавлення активної зони або викид радіоактивних речовин. Незважаючи на малу ймовірність, ступінь тяжкості можливих наслідків є достатньою підставою для того, щоб в розпорядженні електростанції були такі засоби, які гальмують розвиток аварійних процесів, обмежують їхні наслідки і забезпечують час для здійснення подальших заходів (напр.: доставка на місце події запасних засобів, укриття або евакуація населення).
- Рівень 5 вступає в дію, якщо попередні чотири рівні вже порушено. Цей рівень супроводжується викидом значної кількості радіоактивних речовин в навколишнє середовище, що вже вимагає заходів з боку органів влади, відповідно до підготованих на такі випадки аварійних планів.

БАЗОВІ ПРИНЦИПИ ПРОЕКТУВАННЯ

Аспекти вибору майбутнього майданчика

Оцінка потенціальних ризиків експлуатації

Визначення бази проектування та аналіз подій, що входять до неї

Істотні вимоги:

Надійне переведення реактора в підкритичний стан

Відведення залишкового тепла

Утримання рівня радіоактивних викидів в заданих межах

Ймовірність заprojektних аварій має бути малою

Рівень радіаційного навантаження повинний бути найнижчим, що реально можна досягти

СИСТЕМА ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНИХ БАР'ЄРІВ

Система інженерно-технічних бар'єрів служить для того, щоб заблокувати або обмежити проникнення радіоактивних забруднювачів в навколишнє середовище. Розміщені один за одним бар'єри служать для того, щоб перешкодити подальшому розширенню радіоактивних речовин, які вже проникли через попередній бар'єр. Чотири фізичні бар'єри:

1. матриця палива (UO_2);
2. оболонка палива (герметична оболонка твела);
3. межа тиску в первинному контурі (системи корпусу реактора та інші системи первинного контуру);
4. захисна оболонка, т.з. контейнмент (герметична, з подвійною стінкою)

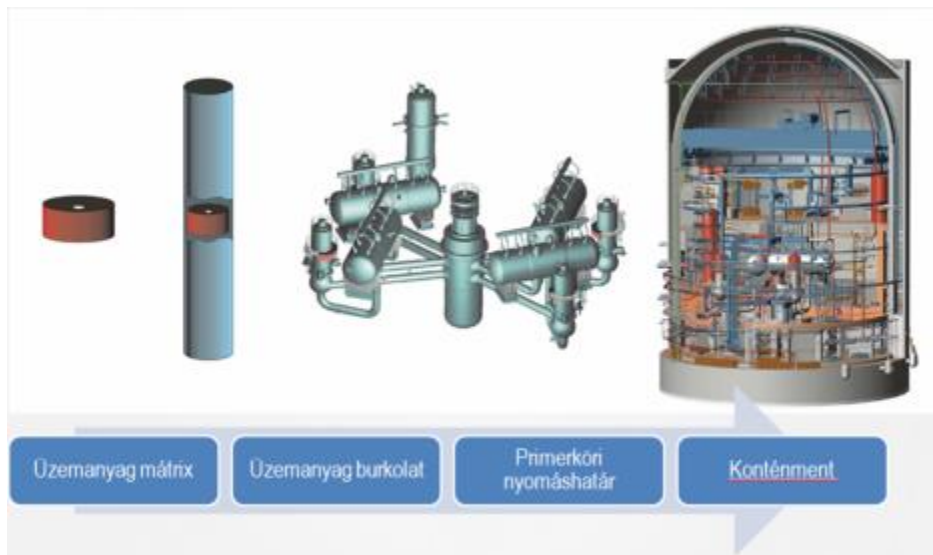


Рисунок 8: Інженерно-технічні бар'єри блоків АЕС [7]

Матриця палива	Оболонка палива	Межа тиску в первинному контурі	Контейнмент
----------------	-----------------	---------------------------------	-------------

КОНТЕЙНМЕНТ З ПОДВІЙНОЮ СТІНКОЮ

Контейнмент є надзвичайно важливою частиною глибокоешелюваного захисту тому, що він є останнім бар'єром між радіоактивними речовинами, що знаходяться у внутрішньому просторі атомної електростанції, та навколишнім середовищем.

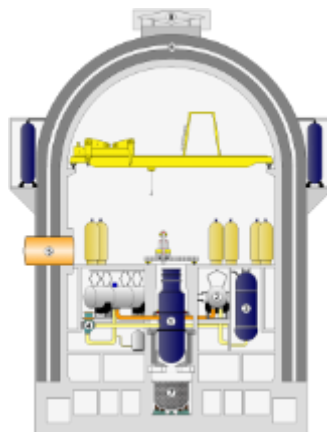


Рисунок 9: Контейнмент з подвійною стінкою (розріз)

За будь-яких умов необхідно забезпечити стабільне та надійне охолодження палива в реакторі. В разі розриву труб, пасивне або активне охолодження здійснюється системою аварійного охолодження. При зменшенні тиску система пасивного охолодження подає воду в реактор, що забезпечує наявність охолодження до пуску насосів. Система активного аварійного охолодження складається з двох частин, одна високого, а інша низького тиску, а для поповнення кількості випареної води запаси охолоджуючої води зберігаються в численних цистернах великих об'ємів.

Для роботи більшості систем безпеки потрібна електроенергія. Ці системи повинні залишатися працездатними і протягом відсутності електричної напруги. Для цього служать дизельні генератори, які в разі необхідності автоматично запускаються і забезпечують постійне живлення для споживачів, які є важливими з точки зору безпеки атомної електростанції.

При можливому розплавленні активної зони внаслідок серйозної аварії, для управління ситуацією часто використовують конструкцію, яка називається «пастка розплаву активної зони», коли пропаленню бетону під корпусом реактора запобігають таким чином, що на дні шахти утворюють простори, які сприяють розтіканню розплаву, або під корпусом реактора розміщують такі матеріали, через які не може проникнути розплав.

Особливо важливим є зміцнення контейнменту, збереження довгострокової цілісності його конструкції. Цілісність контейнмента забезпечується також заходами для обробки водню, який може виникнути внаслідок процесів при тяжких аваріях, і який, змішуючись з повітрям з контейнменту, при певній концентрації може бути вибухонебезпечним. В якості пасивного заходу, водень, який надходить в простір, безперервно пов'язується каталітичними рекомбінаторами, а в якості активного заходу використовуються «допалювачі водню», які навмисне підпалюють накопичений у контейнменті водень, набагато раніше ніж він досягне критичної концентрації, таким чином усюди забезпечуючи уникнення вибухонебезпечної концентрації.

Сьогоднішні регулювання в більшості країнах вимагають, щоб контейнмент міг витримати падіння великого пасажирського літака.

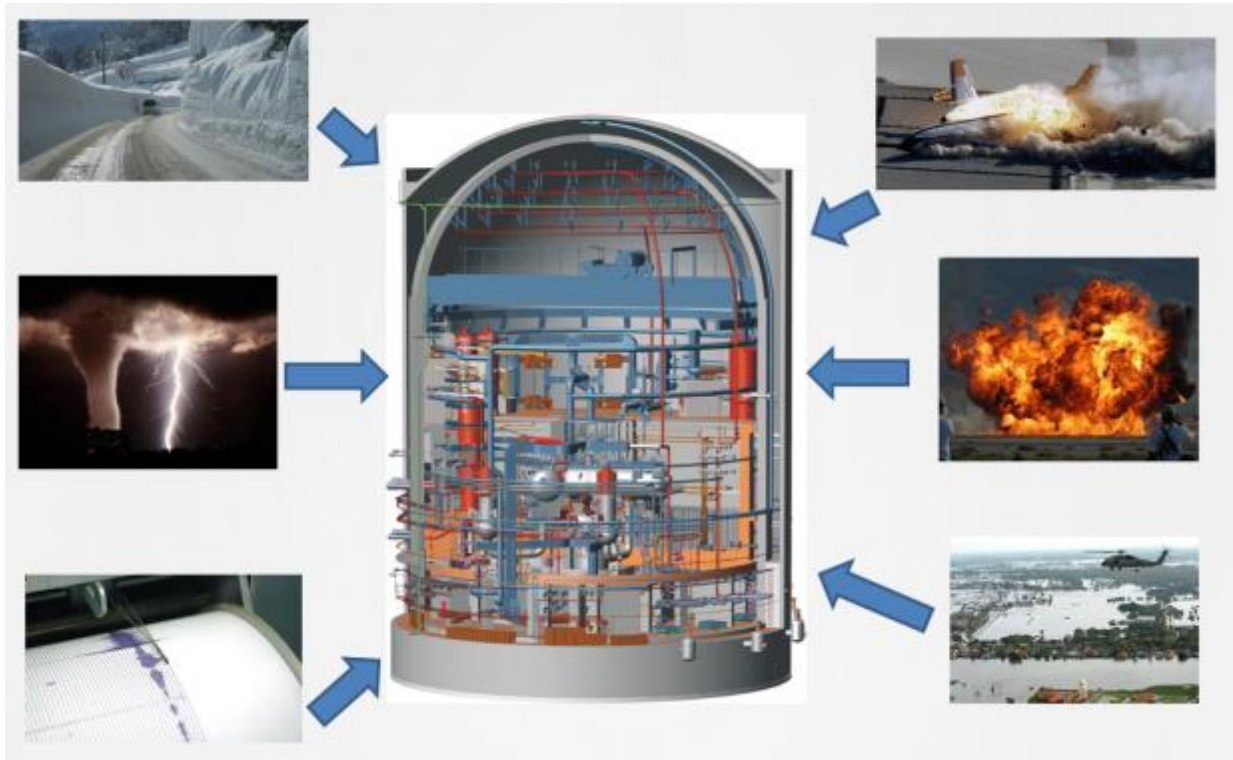


Рисунок 10: Зовнішній контейнмент забезпечує захист від зовнішніх впливів [7]

Найважливішою гарантією безпеки атомної електростанції є т.з. **внутрішня безпека**. В певних аварійних ситуаціях в реакторі діють такі внутрішні фізичні та теплотехнічні процеси і бар'єри, які гальмують, а потім зупиняють несприятливі зміни. Ця внутрішня безпека **незалежно від працездатності внутрішніх засобів безпеки та захисту, діє завжди**. Ця властивість реактора є характеристикою цієї групи реакторів. До цієї групи належать найбільш розповсюджені сьогодні у світі реактори з водою під тиском. До них належать також реактори типу ВВЕР-440 Атомної електростанції «Пакш». (Розроблені та побудовані в колишньому Радянському Союзі інші реактори, а саме реактори типу РБМК, не володіють усіма умовами, необхідними для внутрішньої (інгерентної) безпеки. До цього типу належать реактори Чорнобильської АЕС, на якій 26 квітня 1986 р. сталася аварія. Доведено, що однією з основних причин цієї аварії була відсутність внутрішньої (інгерентної) безпеки. Тому можна сказати, що виходячи з чорнобильської катастрофи, не можна робити висновки щодо небезпечності інших реакторів. Тому з міркувань безпеки, функціонування реакторів, схожих за типом до чорнобильських, було припинено у всьому світі, через відсутність в них інгерентної безпеки.)

Іншою важливою гарантією протиаварійної безпеки атомної електростанції є застосування т.з. **зовнішніх засобів безпеки**, які нарівні з внутрішньою безпекою, захищають від виникнення та поширення різних аварійних ситуацій. Крім цих зовнішніх засобів безпеки, все більша роль відводиться т.з. **системам пасивного захисту**, які діють незалежно від зовнішніх джерел живлення.

Результатом вищенаведеного є те, що сьогодні уже можна будувати такі атомні електростанції, для яких ймовірність серйозної аварії з впливом на навколишнє середовище менша, ніж 10^{-6} /реакторний рік².

² Реакторний рік - це один рік роботи одного реактора, тобто одночасна робота на протязі одного року усіх, діючих сьогодні 440 реакторів становитиме 440 реакторних років за один календарний рік.

Ймовірність реалізації потенційної небезпеки повинна утримуватися настільки низькою, наскільки це тільки можливо, і треба гарантувати рівень розумно досяжної безпеки за принципом ALARA ("настільки низько, наскільки розумно досяжно").

Основною метою глибокоешелонованого захисту є підтримка за допомогою автоматичних та ручних систем безпеки і захисту цілісності фізичних бар'єрів при внутрішніх та зовнішніх подіях, які загрожують їхній цілісності.

Ієрархія систем безпеки і захисту

Взаємозв'язок між діючими для нових блоків п'ятьма рівнями глибокоешелонованого захисту, чотирма фізичними бар'єрами та автоматичним і мануальним втручанням зображується на наступному рисунку.

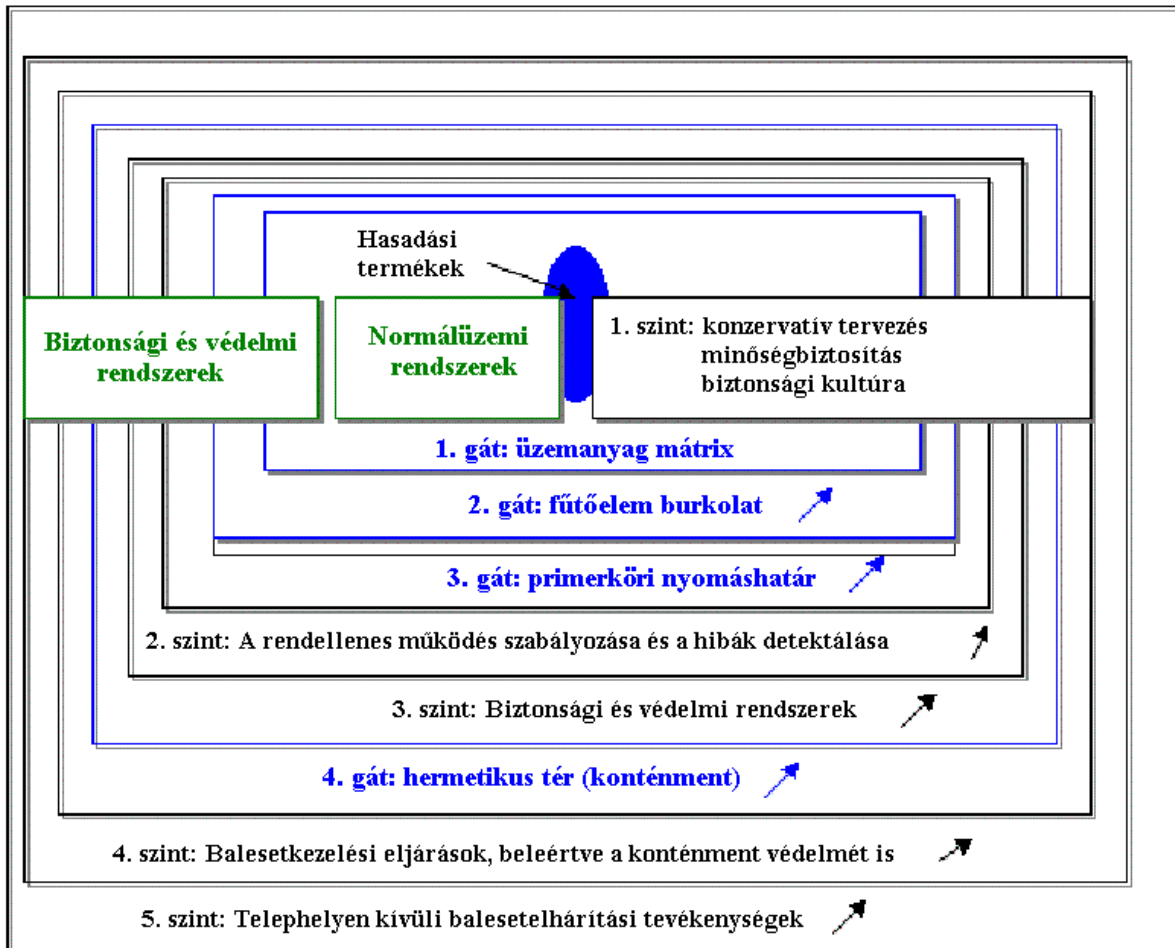


Рисунок 11: Ієрархія захисних бар'єрів, рівнів глибокоешелонованого захисту та типів втручання [8]

Hasadási termékek	Продукти розщеплення
Biztonsági és védelmi rendszerek	Системи безпеки та захисту
Normálüzemi rendszerek	Системи нормальної роботи
1 szint:	Рівень 1
konzervatív tervezés	консервативне проектування
minőségbiztosítás	забезпечення якості
biztonsági kultúra	культура безпеки
1 gát: üzemanyag mátrix	Бар'єр 1: матриця палива
2 gát: fűtőelem burkolat	Бар'єр 2: оболонка палива
3. gát: primerköri nyomáshatár	Бар'єр 3: межа тиску в первинному контурі
2 szint: A rendellenes működés szabályozása és a hibák detektálása	Рівень 2: Регулювання при порушенні нормальної експлуатації і виявлення несправностей
3 szint: Biztonsági és védelmi rendszerek	Рівень 3: Системи безпеки та захисту
4. gát: hermetikus tér (konténment)	Бар'єр 4: герметичний простір (контейнмент)
4. szint: Balesetkezelési eljárások, beleértve a konténment védelmét is	Рівень 4: Управління аварією, включаючи захист контейнменту

5. szint: Telephelyen kívüli balesetelhárítási tevékenységek	Рівень 5: Ліквідація наслідків аварії за межами майданчика
--	--

Сьогодні, при проектуванні нових блоків, до бази проектування відносять уже й такі аварії, які у випадку існуючих реакторів ще були віднесені до категорії «запроектних аварій» (напр. багаторазові несправності). Тому категорія «запроектна аварія» має різний зміст для уже існуючих реакторів і для тих, що проектуються. В існуючих реакторах глибокоешелонований захист займається ядерним паливом насамперед в тих робочих ситуаціях, коли паливо знаходиться в реакторі. В разі нових реакторів сфера його дії поширюється на усі можливі стани ядерного палива (наприклад, коли тепловиділяючі збірки (касети) знаходяться в басейні витримки).

Однією з важливих цілей в ході розробки реакторів покоління III+, є запобігти гіпотетичним серйозним аваріям та зменшити наслідки серйозних аварій з дуже малою ймовірністю виникнення. Застосовані при цьому інженерно-проектні та технологічні рішення забезпечують утримку радіоактивних речовин від потрапляння в навколишнє середовище, тому блоки покоління III+ навіть при серйозних аваріях не впливають суттєво на населення та довкілля електростанції.

«СТРЕС-ТЕСТ»

Після аварії на японській АЕС в Фукусімі, яка виникла внаслідок землетрусу та цунамі неймовірної сили, Європейська Рада у березні 2011 р. висунула ініціативу щодо проведення цільової перевірки безпеки усіх атомних електростанцій в Європейському Союзі. В ході перевірки оцінювалась безпека атомних електростанцій та їх стійкість до екстремальних природних впливів (повеней, землетрусів, екстремальних метеорологічних явищ і т.д.) Відповідно до наданих аспектів, оператори атомних електростанцій провели самооцінку, результати якої передали для перевірки органам ядерної безпеки своїх країн. Національними органами були складені звіти щодо кожної країни, які в свою чергу оцінювались міжнародними експертними групами, в певних випадках з проведенням консультацій на місці.

Крім тих країн-членів ЄС, в яких працюють атомні електростанції, в перевірці ще взяли участь Україна та Швейцарія. Поширена на 17 країн перевірка закінчилась висновком, що європейські атомні електростанції мають належний резерв безпеки, в жодній з атомних електростанцій не було виявлено таких недоліків, через які її треба було б зупинити. Однак у звіті Європейської комісії були сформульовані численні рекомендації щодо покращення безпеки, для виконання яких країни-члени розробили відповідні програми.

Стосовно Атомної електростанції «Пакш», проведена Європейським Союзом цільова перевірка безпеки дала однозначно позитивний результат. В низці напрямків була виділена добра практика, якій варто слідувати. Критичних недоліків, або таких, які варто підкреслити, не виявилось, частина сформульованих рекомендацій стосувалась розробок, що вже велися.

Виходячи з рекомендацій «стрес-тесту», АЕС «Пакш» розробила програму підвищення безпеки, про виконання якої періодично складаються звіти. Схожі програми втілюються в життя на інших атомних електростанціях ЄС, і планується провести узагальнення та оцінку звітів на рівні ЄС. [9], [10], [11]

АНАЛІЗИ БЕЗПЕКИ

З точки зору процесу отримання дозволів щодо ядерної безпеки, дуже важливе значення мають **аналізи безпеки**, які, зокрема, використовують *детерміністичні* та *імовірнісні* методи, та складений за їх результатами **звіт про аналіз безпеки**.

Найтяжчим наслідком аварії на АЕС є забруднення навколишнього середовища радіоактивними речовинами, що виникає, як правило, внаслідок значного пошкодження або розплавлення активної зони, якщо контеймент не зможе утримати забруднення в собі. Тому в **імовірнісних аналізах безпеки (ІАБ)** (*Probabilistic Safety Analysis – PSA*) в першу чергу аналізуються **пошкодження активної зони**. Для цього необхідно, використовуючи детерміністичні методи аналізу, простежити усі ті уявні послідовності подій, які можуть привести до пошкодження активної зони, а після цього розрахувати ймовірність окремо кожної з них. Сума цих імовірностей є характеристикою безпеки атомної електростанції. Водночас, завдяки такому аналізу будуть виявлені слабкі точки системи безпеки АЕС. Як результат цих дій, можуть з'явитися засоби та устаткування, що підвищують рівень безпеки. Аналізи безпеки мають декілька рівнів.

Метою імовірнісних аналізів безпеки є розрахунок очікуваної частоти подій 1-го рівня (супроводжуються пошкодженням активної зони) та 2-го рівня (супроводжуються великим радіоактивним викидом).

4.2 ВИМОГИ ЯДЕРНОЇ БЕЗПЕКИ

Стаття 2 Закону № СХVI від 1996 р. «Про атомну енергію» (стан чинний на 16 липня 2014 р.):

29. ядерна безпека: «реалізація належних умов для експлуатації, запобігання аваріям, а також обмеження наслідків аварій в усіх фазах життєвого циклу ядерного об'єкту, в результаті чого реалізується захист персоналу та населення від факторів ризику, викликаних іонізуючим випромінюванням ядерних об'єктів.»

Законом № СХVI від 1996 р. «Про атомну енергію» (ЗпАЕ) встановлюються загальні вимоги щодо використання атомної енергії в мирних цілях, визначаються права та обов'язки тих, хто бере участь в її застосуванні. Законодавчі норми що регулюють його виконання, питання щодо ядерної безпеки та процесу отримання дозволів в галузі ядерної безпеки відносяться до компетенції Державного департаменту ядерної енергетики (ДДЯЕ).

В ході процедури надання дозволу на створення об'єкту ядерної технології, особлива увага відводиться аналізу того, чи відповідає майбутня АЕС правилам ядерної безпеки.

Атомна електростанція проектується у такий спосіб, а технічне обладнання та системи безпеки реалізуються таким чином, щоб навіть при виникненні аварії можна було гарантувати якнайбільшою мірою безпеку навколишнього середовища АЕС. Постійна інспекція умов безпечної експлуатації та розробка заходів підвищення безпеки є основоположними вимогами висунутими до тих, хто експлуатує АЕС. Органи нагляду тільки в тому випадку дають дозвіл на пуск або експлуатацію реактора, або на виконання різних операцій, що стосуються його вузлів, якщо доведено, що при цьому гарантується безпечне функціонування реакторів.

Придатність виробничої території (майданчика) з точки зору геології та ядерної безпеки необхідно підтвердити в рамках процедури надання дозволу на майданчик, яка проводиться ДДЯЕ згідно до Норми та правила з ядерної та радіаційної безпеки (НП ЯРБ), які є додатком до Постанови Уряду № 118/2011. (VII.11.) «Про вимоги щодо безпеки ядерних об'єктів та пов'язану з цим діяльність офіційних органів».

Придатність майданчика, відповідність пов'язаних з ним основоположних геологічних даних ДДЯЕ оцінює на підставі результатів вельми детальних досліджень. Програма дослідження майданчика була розроблена з врахуванням найновітніших міжнародних вимог (т. з. пост-фукусімських). Програма дослідження майданчика була аналізована експертами Міжнародного агентства по атомній енергії (МАГАТЕ) в рамках незалежної інспекції.

Блоки, що плануються до побудови на території АЕС «Пакш», відповідно до чинного законодавства, мають бути захищеними від попадання великого цивільного літака. Обладнання та споруди блоків підпадають під дію дуже суворих критеріїв систем контролю та управління якістю. Постачальник блоків взяв на себе обов'язок виконувати Європейські вимоги щодо експлуатації (European Utility Requirements, EUR), тому в ході будівництва ним будуть застосовані такі архітектурні та технічні рішення, які забезпечують захист об'єкта навіть у випадку падіння на нього літака.

Для споруд, будівельних конструкцій, систем та елементів систем АЕС, які впливають на ядерну безпеку (класифікуються в AVOS = КСЕБ АЕС - Класифікація систем та елементів безпеки АЕС), необхідно отримати дозволи як на рівні споруди, так і на рівні системи.

Вимоги щодо безпеки ядерних об'єктів, які плануються для розміщення в Угорщині, в першу чергу визначаються угорськими законодавчими нормами. Однак, рекомендується врахувати також доречні міжнародні норми безпеки, норми безпеки МАГАТЕ, серію стандартів ASME (= Американське товариство інженерів-механіків), а також рекомендацій EUR для того, щоб рівень відповідності ядерної безпеки реакторів різних типів, які будуються в різних країнах, був однаковим.

Щодо планованого для побудови типу реакторів, вимагається підтвердити в ході процесу отримання дозволів ще до його будівництва те, що для даного типу блоків рекомендації щодо викидів при різних проектних аваріях відповідають діючим вітчизняним та міжнародним нормам.

РЕГУЛЮВАННЯ В УГОРЩИНІ – НОРМИ ТА ПРАВИЛА З ЯДЕРНОЇ ТА РАДІАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ (НП ЯРБ)

У вітчизняній класифікації робочий стан нових блоків АЕС, відповідно до **НП ЯРБ** (п. 163 «Робочий стан» Додатку № 10 до Постанови Уряду № 118/2011. (VII. 11.)), визначається наступним чином:

База проектування (ТА)				Розширення бази проектування (ТАК)	
Нормальний режим роботи	Події, що відносяться до бази проектування			Події, що виходять за межі бази проектування	
Нормальний режим роботи	Очікувані експлуатаційні події	Проектні аварії		Запроектні аварії	Серйозні аварії
		Проектні аварії з малою частотою виникання	Проектні аварії з дуже малою частотою виникання		
ТА1	ТА2	ТА3	ТА4	ТАК1	ТАК2
Частота (f [1/рік])					
1	$1 > f > 10^{-2}$	$10^{-2} > f \geq 10^{-4}$	$10^{-4} > f \geq 10^{-6}$		

Таблиця 5: Найменування робочих станів та їх класифікація по частоті виникання, для нових блоків

НОРМАЛЬНИЙ РЕЖИМ РОБОТИ

121. Нормальний режим роботи (ТА1)

«Експлуатація ядерного об'єкту з дотриманням ухвалених органом ядерної безпеки «Умов та обмежень щодо експлуатації», включаючи для атомного реактора та атомної електростанції **зміну навантаження, зупинку, пуск, заміну тепловидільних елементів, технічне обслуговування, випробування та інші заплановані події.**»

Події, що відносяться до бази проектування

179. Очікувані експлуатаційні події (ТА2)

„Це такий процес, причиною якого є припущена в базі проектування подія, який був аналізований за принципом одиначної відмови і покритий цими аналізами, і який з суттєвою ймовірністю виникне за період експлуатації атомної електростанції.“

159. Проектна аварія (ТА3 і ТА4)

„Це такий процес, причиною якого є припущена в базі проектування подія, який був аналізований за принципом одиначної відмови та покритий цими аналізами, і який з суттєвою ймовірністю виникне за період експлуатації атомної електростанції.“

Події, що виходять за межі бази проектування

155. Запроектна аварія (ТАК1)

Процес, що виходить за коло очікуваних експлуатаційних подій та проектних аварій, виникнення якого хоча і не можна виключити, але який може виникнути тільки внаслідок декількох, незалежних одна від одної, помилок, і наслідки якого можуть бути тяжчими, ніж наслідки процесів, що входять до бази проектування, і може призвести до пошкодження зони без виникнення розплаву.

145. Серйозна аварія (ТАК2)

Аварійний стан, що супроводжується значним пошкодженням зони реактора та розплавленням активної зони, і зовнішній вплив якого серйозніший, ніж вплив проектних або запроектних аварій.

4.3 Міжнародна шкала ядерних подій (INES)

Для того, щоб покращити орієнтування щодо ядерних подій та забезпечити населення, громадські та політичні організації і засоби масової інформації інформацією належного рівня, Агентство з ядерної енергії (АЯЕ) Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР) та Міжнародне агентство по атомній енергії (МАГАТЕ) розробили Міжнародну шкалу ядерних подій (INES, ІНЕС, МШЯП), для класифікації ядерних подій.

Метою шкали INES є створення умов для схожого та злагодженого сповіщення та інформування населення про характер подій, інцидентів та аварій, що трапляються на атомних електростанціях або інших ядерних об'єктах, та про їхню значимість з точки зору безпеки.

За шкалою INES події класифікуються на 7 рівнів, при цьому на інциденти припадає три рівні, а на аварії - чотири.

Міжнародна шкала ядерних подій зображена на наступному рисунку.



Рисунок 12: Міжнародна шкала ядерних подій.

Події, що означають відхилення від нормального робочого стану, на шкалі INES позначаються рівнями від 1 до 7, при цьому інцидентам відводиться три рівні, а аваріям - чотири.

Аварія, що сталася у 1986-му році на Чорнобильській АЕС, за шкалою INES відповідає події 7-го рівня. Аварія мала важкі наслідки для здоров'я населення і для навколишнього середовища. При формулюванні критеріїв класифікації INES, однією з найважливіших ідей була можливість чітко відрізнити менш серйозні події, вплив яких не настільки

великий, від цієї великої аварії. Так аварія на АЕС «Три-Майл-Айленд» (ТМІ) в США у 1979-му році за шкалою INES відноситься до 5-го рівня.

Про подію, що розташовується на якому завгодно рівні шкали, обов'язково треба повідомити Державний департамент ядерної енергетики (ДДЯЕ) та віденський центр Міжнародного агентства з атомної енергії (МАГАТЕ), а також органи, указані в місцевих та міжнародних угодах, у визначений для кожного рівня строк.

В Угорщині окремі події класифікує оперативний технічний персонал АЕС «Пакш», відповідно до Інструкції ДДЯЕ № 1.48 та на підставі Норм та правил з ядерної та радіаційної безпеки (НП ЯРБ), узгоджуючи з ДДЯЕ. Про події, що відносяться до шкали, Центр відвідування та інформації Атомної електростанції «Пакш» складає коротке, загальнозрозуміле повідомлення і направляє його до Угорського телеграфного агентства

В таблиці 6 наводяться Загальні критерії класифікації ядерних подій, а в таблиці 7 - Приклади, що ілюструють критерії INES для класифікації подій на ядерних об'єктах.

Рівень за шкалою INES	Люди та довкілля	Інженерно-технічні бар'єри та ліміти опромінення	Глибокоешелонований захист
Велика аварія INES 7	Великий викид радіоактивного матеріалу, що призводить до широких за своїми масштабами наслідками для здоров'я та навколишнього середовища, внаслідок яких необхідно здійснити заплановані широкомасштабні контрзаходи.		
Серйозна аварія INES 6	Значний викид радіоактивного матеріалу, який, ймовірно, вимагатиме здійснення запланованих контрзаходів.		
Аварія з ризиком для навколишнього середовища INES 5	Обмежений викид радіоактивного матеріалу, який, ймовірно, вимагатиме здійснення певних запланованих контрзаходів. Численні жертви внаслідок опромінення.	Серйозне пошкодження зони реактора. Викид великої кількості радіоактивних речовин в межах об'єкту, що може призвести до опромінення населення (однієї чи більше осіб). Така подія може статися при аварії з досягненням критичності або пожежі.	
Аварія без значного ризику для навколишнього середовища INES 4	Незначний викид радіоактивного матеріалу, який, ймовірно, не вимагатиме здійснення інших контрзаходів, крім місцевих обмежень щодо продуктів харчування. Мінімум одна жертва внаслідок опромінення.	Розплав або пошкодження палива, що супроводжується викидом більше ніж 0,1 % загальної кількості палива в зоні. Викид значної кількості радіоактивного матеріалу в межах об'єкту, з опроміненням населення (однієї чи більше осіб).	
Серйозний інцидент INES 3	Опромінення, що більш ніж 10 разів перевищує встановлений річний ліміт дози для персоналу. Опромінення здійснює не смертельний детерміністичний вплив на здоров'я (напр. опіки).	Потужність дози в робочій зоні перевищує 1Зв/год. Сильне радіоактивне забруднення в зоні, що не передбачається проектом, з низькою ймовірністю додаткового опромінення населення.	Подія, близька до аварії на АЕС, коли рівень безпеки значно знизився. Загублене або вкрадене високорадіоактивне закрите джерело. Помилкова доставка високорадіоактивного закритого джерела на місце, де немає належної внутрішньої інструкції щодо поводження з ним.
Інцидент INES 2	Опромінення однієї особи з населення перевищує 10 мЗв. Опромінення одного працівника перевищує встановлений річний ліміт.	Рівень випромінювання в робочій зоні експлуатації перевищує 50 мЗв/год. Суттєве радіоактивне забруднення в межах об'єкту, що поширилося територію, непередбачену проектом.	Значні порушення рівнів безпеки, без фактичних наслідків. Знайдено високорадіоактивне закрите безхазяйне джерело; засоби забезпечення безпеки не пошкоджені. Високорадіоактивне закрите джерело в неналежній упаковці.
Аномальна ситуація INES 1			Опромінення особи з населення, що перевищує встановлений річний ліміт. Невеликі несправності елементів системи забезпечення безпеки, більша частина глибокоешелонованої оборони працездатна. Загублене або вкрадене низькорадіоактивне джерело або обладнання.
Не має значення з точки зору безпеки (подія нижча за шкалу INES/рівень0)			

Таблиця 6: Загальні критерії класифікації ядерних подій. [12]

Рівень за шкалою INES	Люди та довкілля	Інженерно-технічні бар'єри та ліміти опромінення	Глибокоешелонований захист
Велика аварія INES 7	Чорнобиль, 1986 р. Широки за своїми масштабами наслідки для здоров'я та навколишнього середовища. Викид значної частини загальної кількості палива в зоні.		
Серйозна аварія INES 6	Киштим, Росія, 1957 р. Викид в навколишнє середовище значної кількості радіоактивних матеріалів, внаслідок вибуху контейнера з високоактивними відходами.		
Аварія з ризиком для навколишнього середовища INES 5	Віндскейл Пайл (Північна Англія), 1957 р. Викид радіоактивних матеріалів в навколишнє середовище, внаслідок пожежі в активній зоні.	Трі-Майл-Айленд, США, 1979 р. Серйозне пошкодження активної зони.	
Аварія без значного ризику для навколишнього середовища INES 4	Токаймура, Японія, 1999 р. Смертельне опромінення працівників, внаслідок події з досягненням критичності.	Сен-Лоран-дез-О, Франція, 1980 р. Розплав каналу твела, без викидів поза межі майданчика.	
Серйозний інцидент INES 3	Немає прикладів	Селлафілд, Об'єднане Королівство, 2005 р. Витік великої кількості радіоактивних матеріалів з утримкою в межах об'єкту.	Вандельос, Іспанія, 1989 р. Близький до аварії стан внаслідок пожежі, який привів до втрати системи безпеки атомної електростанції.
Інцидент INES 2	Атуча, Аргентина, 2005. Опромінення працівника в енергетичному реакторі дозою, що перевищила встановлений річний ліміт.	Кадараш, Франція, 1993 р. Проникнення радіоактивного забруднення на територію не призначену для його обробки.	Форсмарк, Швеція, 2006 р. Зіпсовані системи безпеки атомної електростанції, з виходом з ладу системи аварійного постачання електроенергії через спільні причини.
Аномальна ситуація INES 1			Порушення експлуатаційних обмежень на ядерному об'єкті.

Таблиця 7: Приклади, що ілюструють критерії INES для класифікації подій на ядерних об'єктах. [12]

Наведені вище таблиці не містять серйозний інцидент 3-го рівня, що трапився 10 квітня 2003 р. в 2-му блоці АЕС «Пакш», та велику аварію 7-го рівня, що трапилася 11 березня 2011 р. в Японії, на атомній електростанції «Фукусіма Даїчі», внаслідок подій в блоках 1, 2 та 3.

5 ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛАНОВАНОЇ ТЕРИТОРІЇ РОЗМІЩЕННЯ

Місце для побудови запланованих нових блоків АЕС «Пакш-II» знаходиться всередині виробничої території АЕС «Пакш».

Виробнича територія АЕС «Пакш» розташовується в області Толна, на відстані 118 км на південь від Будапешта.

Виробнича територія розташована на відстані 5 км на південь від центра міста Пакш, на 1 км на захід від Дунаю та на 1,5 км на схід від головної дороги № 6. Розташування виробничої території та її безпосереднього оточення подається нижче на рисунку.

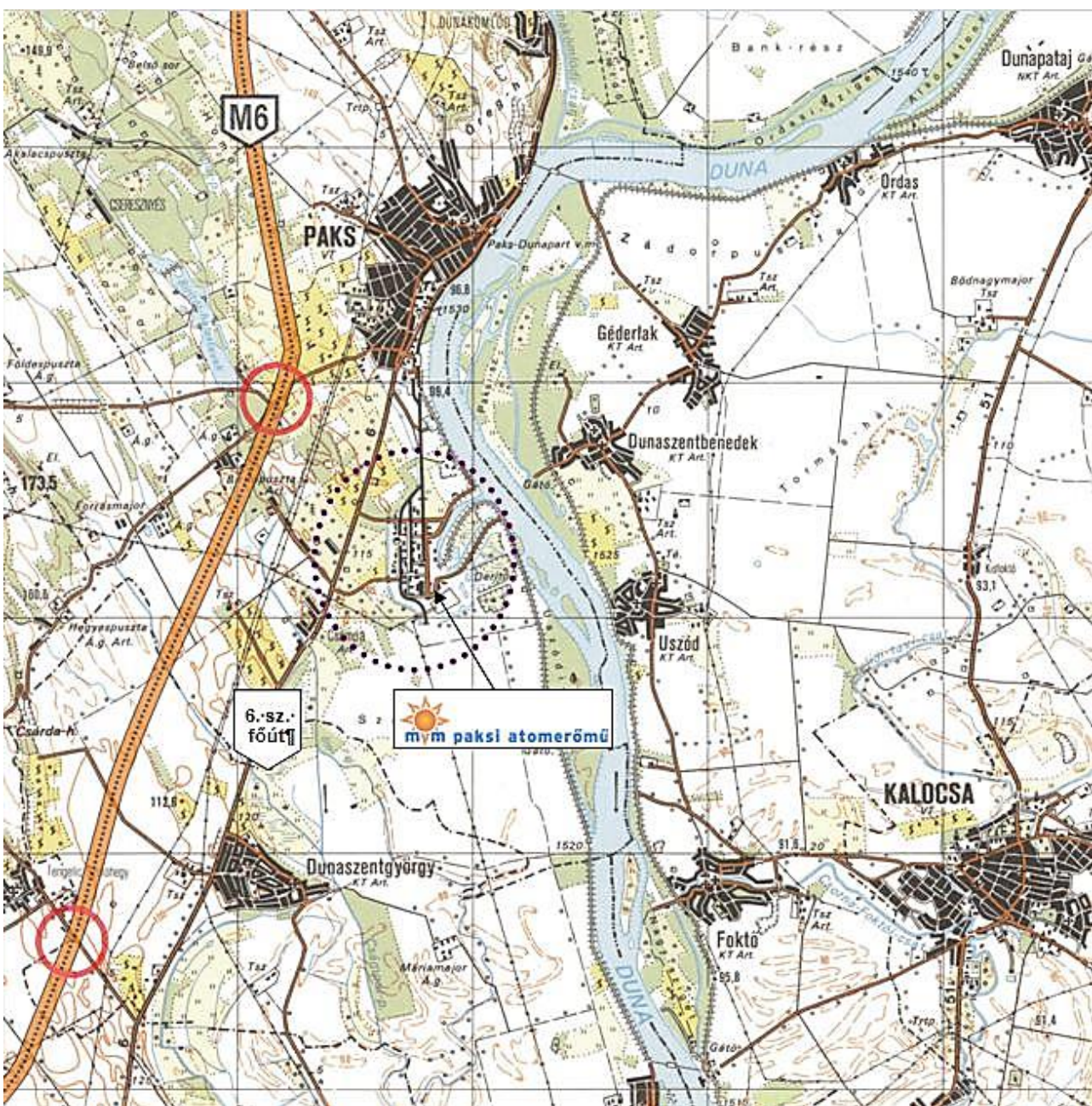
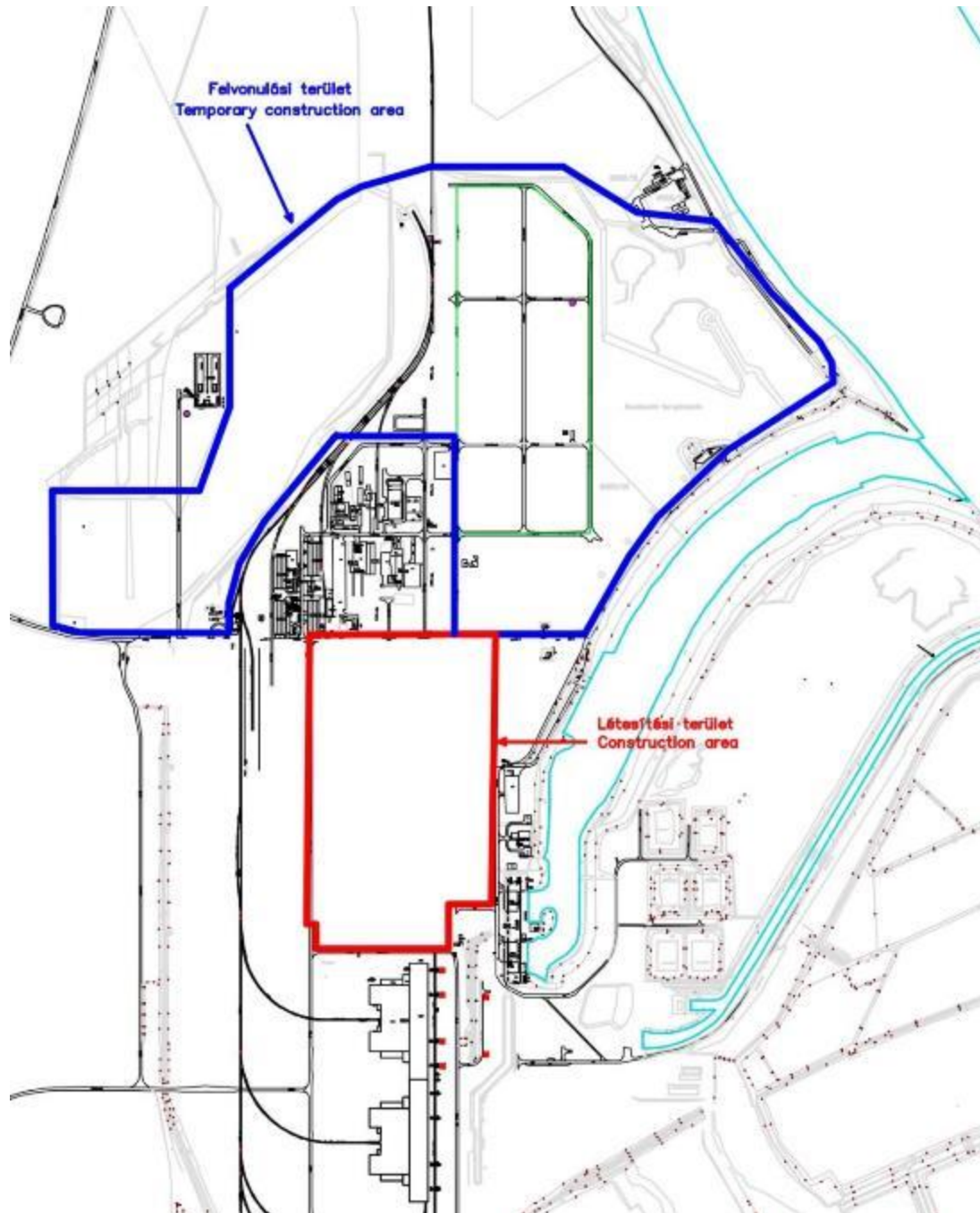


Рисунок 13: Оглядова карта пакиської виробничої території [13]

5.1 МІСЦЕ ДЛЯ ПОБУДОВИ ЗАПЛАНОВАНИХ НОВИХ БЛОКІВ АЕС «ПАКШ-II» ВСЕРЕДИНІ ВИРОБНИЧОЇ ТЕРИТОРІЇ АЕС «ПАКШ».

Для побудови нових блоків АЕС мова може йти про території, що знаходяться поруч з існуючими блоками, на північ від них. Територія, що зображена на наступному рисунку і обведена червоною лінією, є виробничою територією (майданчиком) майбутніх блоків, а територія, обведена синьою лінією - майданчик для розгортання будівництва.



Легенда
Червона лінія: виробнича територія
Синя лінія: майданчик для розгортання будівництва

Рисунок 14: Пакшська виробнича територія з нанесеним на ній планованим місцем нової АЕС

Felvonulási terület	Майданчик для розгортання будівництва
Létesítési terület	Виробнича територія

Повна площа складає 105,8 га, з яких 29,5 га займають виробничі об'єкти, а 76,3 га - майданчик для розгортання будівництва. На виробничій території передбачається місце для енергоблоків, допоміжних об'єктів, системам та інших забудов, а майданчик для розгортання будівництва є територією, якою забезпечується досить місця в фазі будівництва.



Рисунок 15: Заплановане розташування блоків [14]

5.2 ІНФРАСТРУКТУРНЕ ПІДКЛЮЧЕННЯ МАЙБУТЬОГО МАЙДАНЧИКА

Джерело: Аналіз Позичій поза обсягом дії Генерального підрядника блоків нової АЕС на пакшській виробничій території, 2013, ЗАТ "МВМ ЕРБЕ".

В фазі підготовки інвестиції особливо важливим є аналіз шляхів, якими можна підступитися до визначеної території робіт та можливостей для підвезення устаткування з великою масою. До території можна дібратися як автодорогою, так і залізницею та річковим шляхом, однак в її сьогоdnішньому стані інфраструктура не годиться або тільки з обмеженнями годиться для забезпечення щоденного значного (човникового) руху та підвезення важкого устаткування, що необхідно на етапі будівництва.

До території розгортання будівництва та виробничої території майбутньої АЕС можна добути **автодорогою** як від автомагістралі М6 (виїзд: «Пакш-південь»), так і від головного шосе № 6. Сьогодні для під'їзду до південних або північних воріт електростанції підведені окремі під'їзні дороги. Для розвитку існуючої інфраструктури попередньо розглядалися декілька варіантів:

перший варіант - будівництво нової під'їзної дороги від виїзду з автомагістралі М6;

другий варіант - реконструкція мережі доріг (до смуг 2 x 1, нормальної ширини) між навколишніми населеними пунктами (Тенгеліц, Келешд, Надьороґ, Неметкер, Белчке) та головною шосейною дорогою № 6;

також розширення та перебудова ґрунтової дороги, яка сьогодні веде в напрямку до с. Гер'єн.

Завдяки дорозі Гер'єн - АЕС «Пакш», а також можливому в майбутньому регулярному паромному/корабельному сполученню до будівельних робіт періоду спорудження можна буде підключити м. Калоча та прилеглі до нього території.

Щодо **залізниці**, то на сьогодні колія проходить порч зі згаданю територією, в напрямку до м. Пустасабольч (одноколійна, частково електрифікована залізниця № 42 Угорської державної залізниці («МАВ»), довжиною 79 км, сполученням Пустасабольч - Дунауйварош - Пакш). Колишня залізнична ділянка була реконструйована під час будівництва Атомної електростанції «Пакш», на сьогодні по ній можуть пересуватися локомотиви з навантаженням на вісь до 20 т, але, незважаючи на це, її необхідно реконструювати або ж треба побудувати нову гілку.

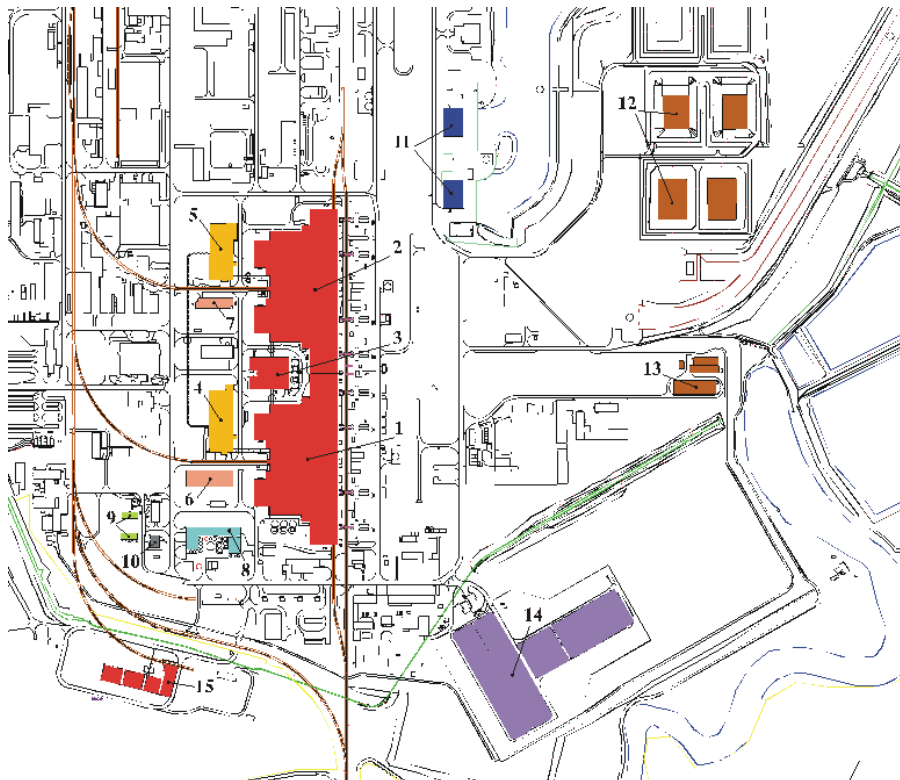
Щодо річкового шляху під'їзду до АЕС «Пакш», то вона має сьогодні порт, але необхідно здійснити його реконструкцію (козловий кран), а можливо й розширення.

Безпосередньо на територіях для розгортання будівництва та для виробництва майбутньої АЕС на сьогодні водопостачання та каналізації немає, їх необхідно побудувати.

5.3 АТОМНА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ "ПАКШ" І НАЛЕЖНІ ДО НЕЇ ОБ'ЄКТИ



Рисунок 16: Панорама блоків-близнюків Атомної електростанції "Пакш" [13]



Легенда:

1. I-й головний виробничий корпус
2. II-й головний виробничий корпус
3. Медичний та лабораторний корпус
4. I-й допоміжний корпус
5. II-й допоміжний корпус
6. I-а дизельна станція
7. II-а дизельна станція
8. Станція хімічної підготовки води
9. Резервуарний парк водню та азоту
10. Водневий корпус
11. I-а та II-а водозабірні станції
12. Шламосховища
13. Станція очищення стічних вод
14. Трансформаторна станція
15. Тимчасове сховище відпрацьованих касет (ТСВК)

Рисунок 17: Атомна електростанція "Пакш" і належні до неї об'єкти на пакшській виробничій території [15]

5.3.1 АТОМНА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ "ПАКШ"

Атомна електростанція "Пакш" - визначальний учасник електроенергетичної системи Угорщини, з чотирма блоками, запущеними в період з 1982 до 1987 р. В кожному блоці знаходиться по одній реакторній установці (РУ) типу ВВЕР-440 (усього 4 реактори), теплоносієм і сповільнювачем у якому служить вода під тиском. Спочатку номінальна електрична потужність кожного блоку становила 440 МВт_е, яка після втілення в життя програми збільшення потужності досягла значення 500 МВт_е, і таким чином загальна номінальна електрична потужність сьогодні становить 2000 МВт_е. Теплова потужність кожного блоку - 1 485 МВт_т, а загальна теплова потужність - 5 940 МВт_т.

Атомна електростанція «Пакш», як базова електростанція, наскільки це можливо, працює під постійним навантаженням. У 2013-му році АЕС «Пакш» виробила 15 369,6 ГВтч електроенергії, що складало 50,7 % від усієї кількості бруто виробленої в Угорщині електроенергії.

Технологія атомної електростанції поділяється на два контури - перший і другий. До першого контуру входить ядерна технологія з головним циркуляційним контуром (ГЦК), разом найважливішими системами першого контуру, що примикають до них, а також з іншими допоміжними системами. Головним вузлом першого контуру є вертикально розташований циліндричний корпус реактора, в якому знаходиться активна зона. Паливом реактора є 42 тонни діоксиду урану. В якості сповільнювача та охолоджуючого середовища (теплоносія) використовується звичайна (легка) вода (H₂O). Вода першого контуру високої температури, що знаходиться під високим тиском, через теплообмінні труби парогенератора передає відведену від реактора теплову енергію другому контуру. Виділене реактором тепло у другому контурі перетворюється в механічну, а потім в електричну енергію. В парогенераторах вода випарується в пару і через основну парову систему надходить в турбіни. На виході турбіни пара конденсується на теплообмінних поверхнях конденсаторів, які охолоджуються водою з Дунаю, і після цього вона повертається до парогенераторів. Атомна електростанція "Пакш" воду бере з Дунаю, і після підігрівання повертає її назад у річку. Вироблена електроенергія трансформується головними трансформаторами (по 2 на кожний блок) до напруги 400 кВ.

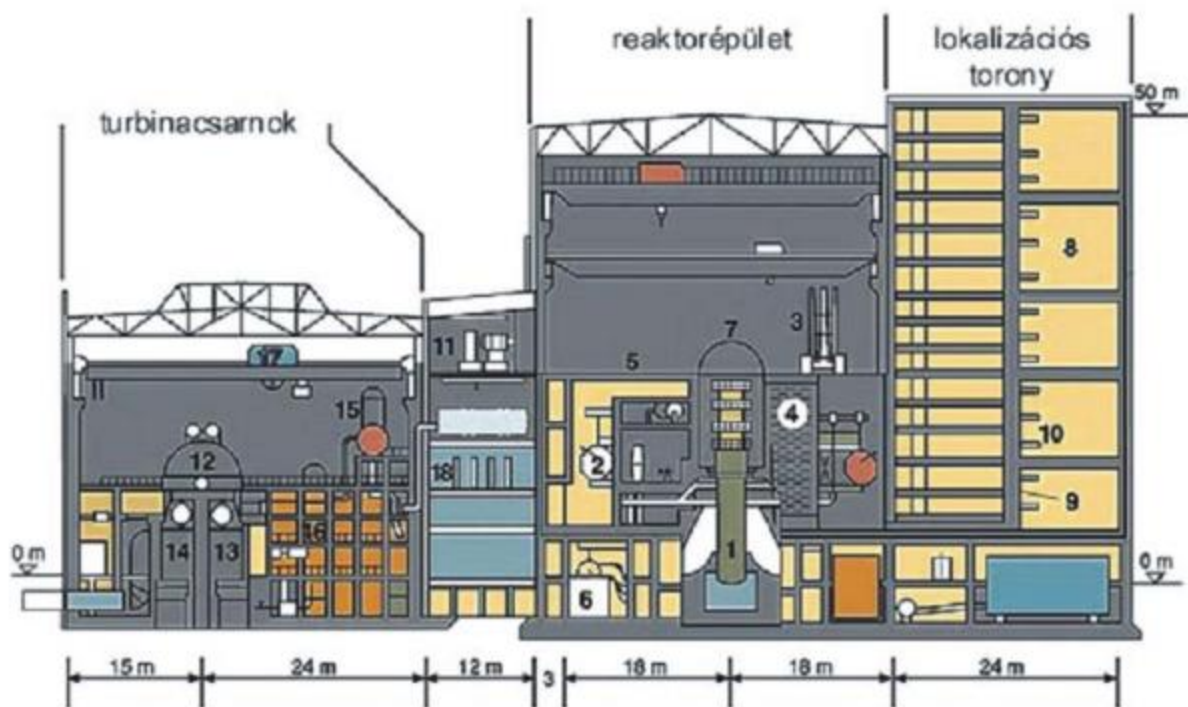


Рисунок 18: Розріз АЕС «Пакш» в напрямку зі сходу на захід. [16]

turbinacsarnok	турбінний зал
reaktorépület	реакторний корпус
lokalizációs torony	локалізуюча башта

Зберігання касет і поводження з ними

Для збірок тепловидільних елементів (т.з. касет або ТВЗ), які вже використані на АЕС як паливо - тобто опромінені або відпрацьовані - а тому вже не годяться для використання в реакторі, протягом їхнього зберігання та обробки необхідно, підтримуючи підкритичний стан, забезпечити радіаційний захист та відведення остаточного тепла касет. Відпрацьовані вході експлуатації АЕС тепловидільні збірки вивантажуються з реактора, після чого їх тимчасово зберігають в басейнах витримки палива, що розташовуються безпосередньо біля чотирьох реакторних установок і оснащені незалежним контуром охолодження.

Після 3-5 років зберігання в басейнах витримки, паливні касети перевозять в Тимчасове сховище відпрацьованих касет (ТСВК), забезпечуючи таким чином наявність достатнього простору в басейнах витримки для забезпечення безперервної роботи реакторів.

Зона безпеки Атомної електростанції "Пакш».

Мінімальна відстань до межі зони безпеки - 500 м. Ця відстань відмірюється від наведених нижче об'єктів та елементів будов:

- від стін приміщення водозабірної станції, в якому знаходяться насоси аварійного охолодження;
- від стін жолобів труб аварійного охолодження та безпосередньо від труб, де вони прокладені в землі;
- від стін турбінного залу;
- від стін насосних станцій знесоленої води
- від стін поперечних електричних галерей
- від стін реакторних залів, включаючи стіни локалізуючих башт
- від крайніх точок підземних резервуарів пального для дизельних генераторів;
- від стін дизельних станцій;
- від стін допоміжних корпусів;
- та від стін залізобетонного трубного моста, що з'єднує обидва допоміжні корпуси.

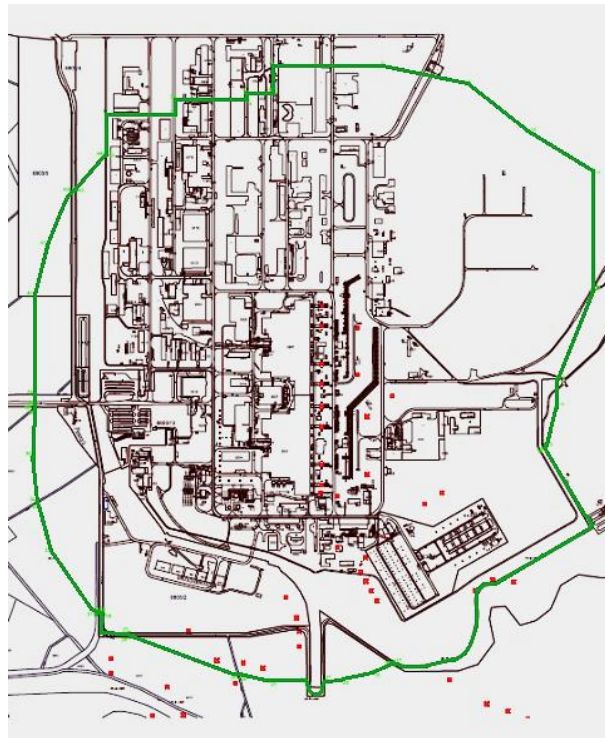


Рисунок 19: Зона безпеки Атомної електростанції «Пакш». [15]

5.3.2 Підстанція на 400 кВ.

Електроенергія, вироблена турбогенераторами АЕС «Пақш», трансформується головними трансформаторами до напруги 400 кВ. Головні трансформатори за допомогою 400 кВ ліній під'єднуються до підстанції 400 / 120 кВ, яка є частиною державної основної мережі і знаходиться у південно-східній частині площадки електростанції «Пақш». З підстанції виходять лінії електропередач (ЛЕП) на 400 кВ, які є головним шляхом відведення виробленої електроенергії. 400 кВ-на частина підстанції через два бустер-трансформатори, по 400 / 120 / 18 кВ та 250 / 250 / 75 МВА кожний, підключається до 120 кВ-ної частини підстанції і до ЛЕП на 120 кВ, що виходить з неї. 400 кВ-на частина підстанції - закритого типу, з ізоляцією SF6, з роз'єднувачами підключеними за схемою «півтора», а 120 кВ-на частина - традиційного типу, по схемі з допоміжною шиною (2 збірні шини + допоміжна) [13]

5.3.3 ТИМЧАСОВЕ СХОВИЩЕ ВІДПРАЦЬОВАНИХ КАСЕТ(ТСВК)

Перед подальшою переробкою або перед відправкою на остаточне розміщення *відпрацьовані касети*, що утворюються під час роботи АЕС, необхідно тимчасово складувати. Після 3-5 років зберігання в басейнах витримки, відпрацьовані паливні касети перевозять в Тимчасове сховище відпрацьованих касет (ТСВК), побудоване біля Атомної електростанції "Пақш"

ТСВК - це тимчасове сховище модульного типу, складський простір якого можна постійно збільшувати, додаючи подальші складські модулі. Відповідно до Закону № СХVІ від 1996 р. «Про атомну енергію», тимчасове складування відпрацьованих твелів є завданням «Неприбуткового загальнокорисного ТОВ з обробки радіоактивних відходів». ТСВК - це побудований поруч з АЕС «Пақш», незалежний від її операторів, самостійний об'єкт, який має власний Заключний звіт з аналізу безпеки та власний дозвіл на експлуатацію.

Розріз камери схову, що забезпечує природний потік повітря, та труби для схову зображені на наступному рисунку.

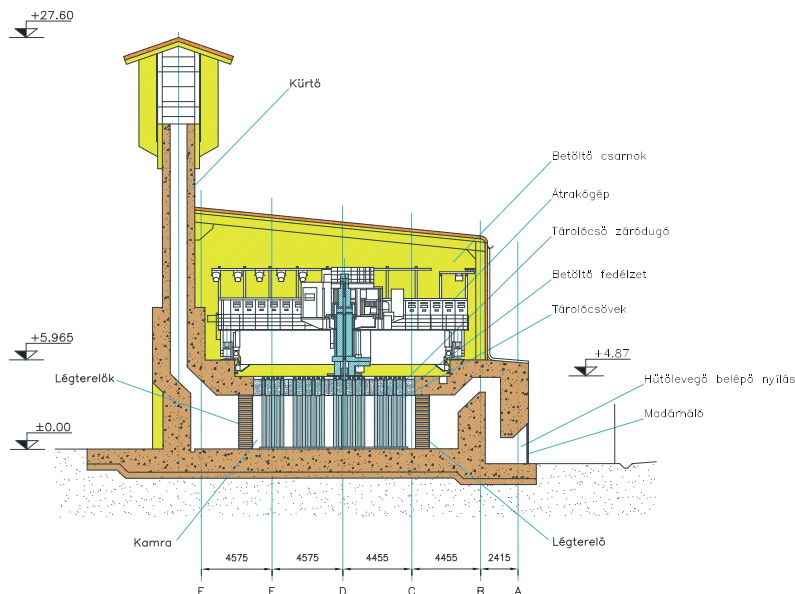


Рисунок 20: Розріз ТСВК [15]

Kürtő	Витяжна труба
Légterelő	Направляючі потоку повітря
Kamra	Камера
Betöltő csarnok	Зал завантаження
Átrakógép	Перевантажник
Tárolócső záródugó	Кришка труби для схову
Betöltő fedélzet	Палуба завантаження
Tárolócsővek	Труби для схову
Hűtőlevegő belépő nyílás	Вхідний отвір охолоджуючого повітря
Madárháló	Сітка проти птахів
Légterelő	Направляючі потоку повітря

Зона безпеки ТСВК

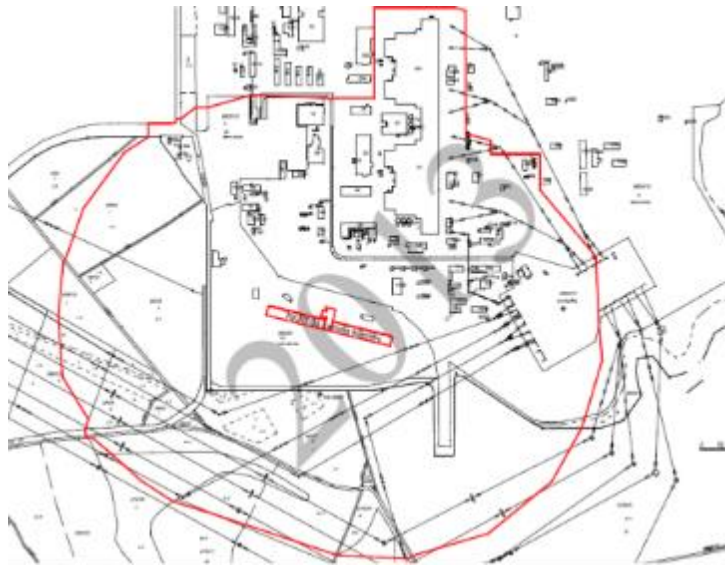


Рисунок 21: Зона безпеки ТСВК [15]

5.4 СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ДОВОКОЛА АТОМНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ "ПАКШ"

Атомна електростанція "Пакш" як усякий об'єкт, що виробляє енергію, здійснює постійне спостереження, моніторинг характерних викидів (емісії) в навколишнє середовище, які виникають внаслідок технологічних процесів, та їх появи (іммісії) в навколишньому середовищі, і підсумки результатів наводяться в щорічному Екологічному звіті, див. Екологічний звіт ЗАТ «Атомна електростанція "Пакш" за 2013-ий рік.

5.4.1 КОНТРОЛЬ ТРАДИЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТАНУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

5.4.1.1 Контроль за скидом стічних та використаних обігових вод

Контроль за скидом стічних та використаних обігових вод здійснюється відповідно до затвердженого ПЗСН ОПДіВГ Плану самоконтролю.

- Станція телеметрії та відбору проб V1: відбір проб з каналу холодної води
- Станція телеметрії та відбору проб V2: відбір проб з каналу гарячої води
- Станція відбору проб V4 (проба викачується з касети гасителя енергії потоку води): відбір проб з рівнодійної суміші обігової води та очищених стічних вод, яка відводиться до Дунаю - традиційні граничні значення викидів стосуються саме цієї точки.
- Відстійник для перекачування стічних вод на розширеній території: якість води, що передається до станції очищення стічних вод м. Пакш (порогові значення встановлені)
- Інші місця для відбору проб: до і після станції очищення побутових стічних вод, басейн вапняного шламу, басейн хімічних стічних вод.

5.4.1.2 Теплове навантаження Дунаю

Контроль за дотриманням граничних значень теплового навантаження Дунаю здійснюється відповідно до затвердженого ПЗСН ОПДіВГ Плану самоконтролю. Відповідно до цього, постійно вимірюється температура вибраної з Дунаю води та відведеної до нього назад, а якщо температура поступаючої з Дунаю води перевищує 25 °С, то виміри проводяться також на відрізьку річки, що на 500 м нижче по течії від точки, де вливається канал гарячої води.

5.4.1.3 Моніторинг ґрунтових вод

Для того щоб стежити за потенційними джерелами забруднення навколишнього середовища, Атомна електростанція «Пакш», згідно з екологічним дозволом на виробництво, підтримує систему моніторингу ґрунтових вод. В рамках системи моніторингу традиційних викидів досліджуються наступні параметри в наступних місцях відбору проб:

- Зі спостережних свердловин, розташованих поблизу місць збору небезпечних промислових відходів: рН, усі солі, усі масла, значення хімічної потреби в кисні XPK_{KMnO_4} , Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, Cr, Ni;
- Зі спостережних свердловин в зонах шламовідвалів: рН, електропровідність, повна твердість, повний вміст солей, амоній, усі масла, значення XPK_{KMnO_4} , NO_3^- , Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, Cr, Ni, Cl⁻;
- Зі спостережних колодязів поблизу резервуарів нафтопродуктів: рН, вміст масла, NO_3^- , амоній, Cl⁻ ;
- Зі спостережних свердловин, утворених на виробничій території: рН, амоній, нітрати, XPK_{KMnO_4} .

5.5 СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО РАДІАЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ ПІДПРИЄМСТВА (СЕРКП)

Контроль середовища навколо Атомної електростанції «Пакш» шляхом вимірювання радіоактивності проб, взятих з навколишнього середовища, здійснюється уже з 1978-го року, починаючи з вимірів базового (нульового) рівня і до постійних вимірів в ході експлуатації.

Територіальне розташування системи екологічного радіаційного моніторингу викидів та оточення зображена на рисунку 22.

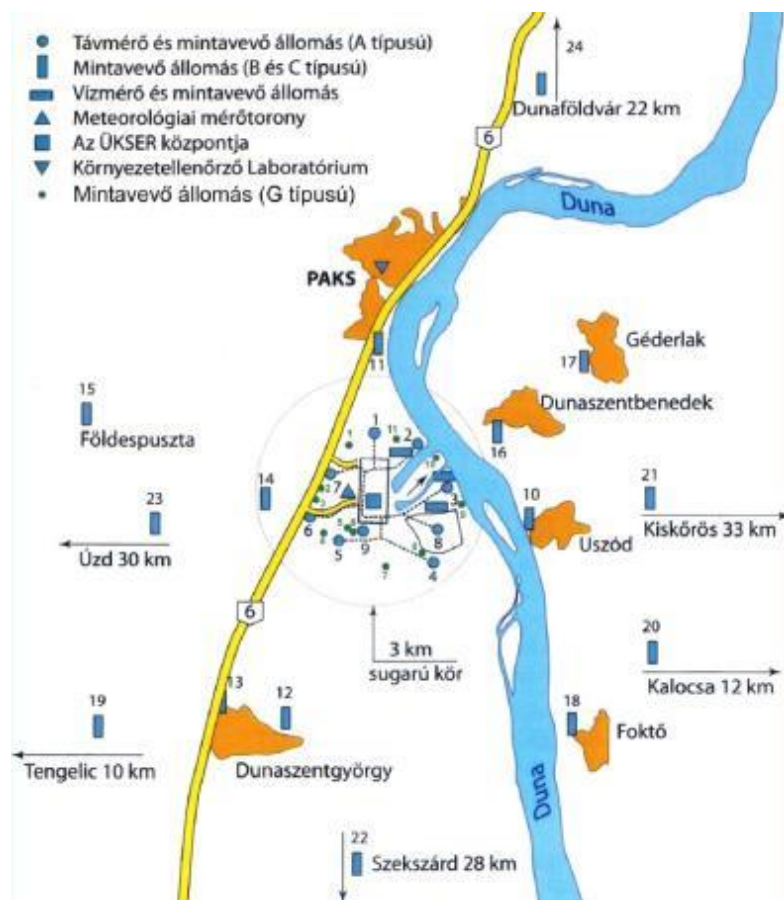


Рисунок 22: Територіальне розташування системи екологічного радіаційного моніторингу викидів та оточення зображена на рисунку 17.

Távmérő és mintavevő állomás (A típusú)	Станція вимірювання та відбору проб (тип «А»)
Mintavevő állomás (B és C típusú)	Станція відбору проб (тип «В» та «С»)
Vízmérő és mintavevő állomás	Станція вимірювання води та відбору проб
Meteorológiai mérőtorony	Метеорологічна вежа
Az ÜKSER központja	Центр СЕРКП
Környezetellenőrző Laboratórium	Лабораторія екологічного контролю
Mintavevő állomás (G típusú)	Станція відбору проб (тип «G»)
3 km sugarú kör	коло радіусом 3 км
km	км

Вимірювання проводились і тепер проводяться АЕС «Пакш», службовими органами та багатьма іншими установами.

Основним завданням ядерного екологічного контролю є нагляд за рівнем викидів радіоактивних речовин з АЕС, їхньою появою в навколишньому середовищі та за рівнем радіації оточення.

Безперервний контроль за рівнем радіації довкола АЕС «Пакш» є завданням Системи екологічного радіаційного контролю підприємства (СЕРКП). Щорічно видається звіт «Діяльність Атомної електростанції «Пакш» щодо радіаційного захисту», в якому наводяться підсумки результатів вимірів рівня радіації навколишнього середовища та концентрації активності, на підставі відбору проб різних екологічних середовищ.

Структура дворівневої системи екологічного радіаційного моніторингу викидів та оточення АЕС «Пакш» зображена на наступному рисунку.

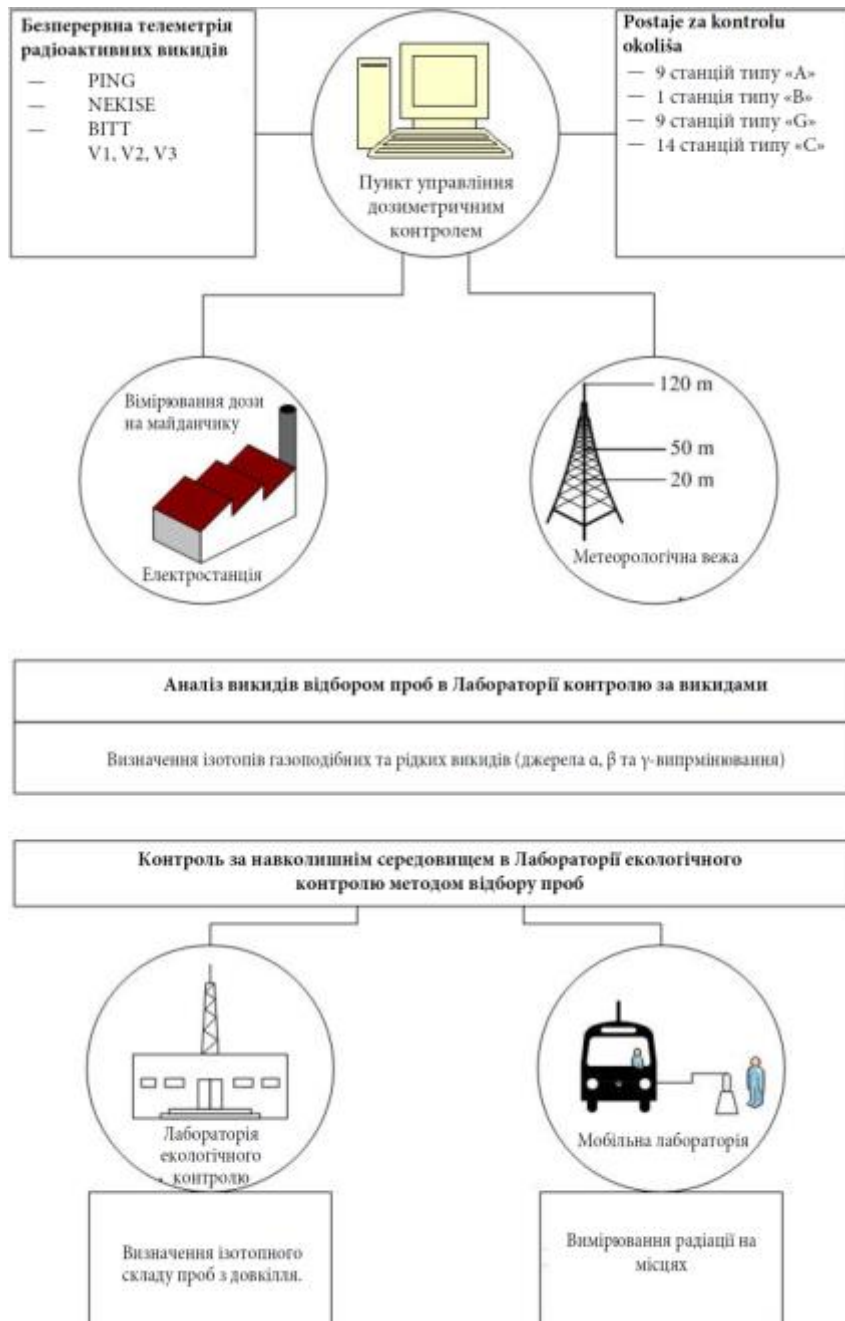


Рисунок 23: Структура системи екологічного радіаційного моніторингу викидів та оточення АЕС «Паки» 18.

Контроль викидів та стану довкілля здійснюється на двох рівнях

- Безперервним вимірюванням
 - Он-лайн телеметричні системи безперервно вимірюють рівні найважливіших радіоактивних викидів (рідких та газоподібних) та радіаційні параметри довкілля.
- Відбором проб
 - В Лабораторії контролю за викидами проводяться селективні щодо ізоотопів, високоточні аналізи проб, відібраних з емісій, і таким чином уточнюються дані, отримані від телеметричних систем.
 - В Лабораторії екологічного контролю вимірюють поізоотопну концентрацію активності в пробах, відібраних в ареалі радіусом 30 км, а також вимірюють дозу та потужність дози гамма-випромінювання навколишнього середовища.

Обидві лабораторії акредитовані Національною колегією з акредитації.

5.5.1.1 Радіоактивні викиди та контроль за ними

З 2004 р. почала діяти встановлена Наказом Міністерства охорони навколишнього середовища № 15/2001. (VI.8.) КМ Система обмежень на викиди, відповідно до якої рівень як газоподібних, так і рідинних викидів порівнюється з поізотопними лімітами, розрахованими виходячи з встановленого для АЕС «Пакш» обмеження на дозу (90 мкЗв/рік).

У 2013-му році обмеження на дозу було використано Атомною електростанцією «Пакш» в обсязі 0,26 %, інакше кажучи, нею було випущено 0,26 % від допустимих величин.

Використання обмеження на рідкі викиди складало $1,77 \cdot 10^{-3}$, тобто 0,18 %, а використання ліміту на газоподібні викиди складало $7,77 \cdot 10^{-4}$, тобто 0,08 %.

Викиди попередніх років теж були схожими: у 2012 році - 0,26 %, у 2011 році - 0,20 %, у 2010 році - 0,25 %, у 2009 році - 0,22 %.

5.5.1.2 Контроль за станом довкілля

Контроль за станом довкілля забезпечується завдяки аналізу результатів наступних вимірювань:

- вимірювання концентрації активності повітря, випадання, ґрунтів, ґрунтових вод, природного покриву (трави);
- вимірювання радіоактивності поверхневих вод (Дунаю, рибних ставків, нагірного каналу) та проб води, намулу і риб;
- вимірювання концентрації активності проб, взятих з окремих продуктів харчування (молока);
- вимірювання дози та потужності дози гамма-випромінювання в навколишньому середовищі.

Розташування телеметричних станцій контролю за станом середовища довкола АЕС «Пакш» зображено на наступному рисунку.

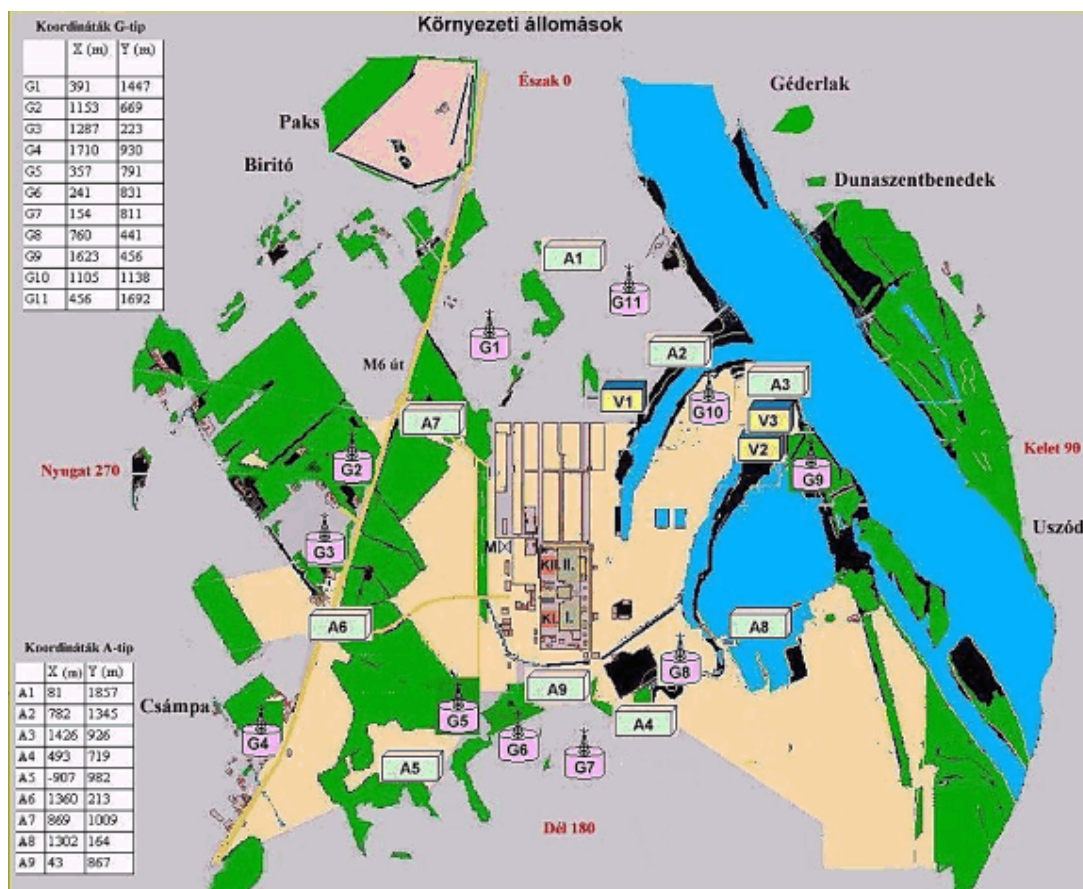


Рисунок 24: Розташування телеметричних станцій типу «А» та «Г» контролю за станом середовища довкола АЕС «Пакш». [19]

Környezeti állomások Станції довкола АЕС

Koordináták G-típus	Координати типів «G»
Koordináták A-típus	Координати типів «A»
Észak	Північ
Kelet	Схід
Dél	Південь
Nyugat	Захід
M6 út	автомагістраль M6

5.5.1.2.1 Телеметричні системи

Телеметричні системи в радіусі 1,5 км довкола АЕС «Пакш»:

9 станцій типу «А» з вимірювання та забору проб (А1-А9)

- вимірювання потужності дози гамма-виромінювання (онлайн)
- вимірювання концентрації повної бета-активності аерозолів (онлайн)
- вимірювання органічної та елементарної фази радіоактивного йоду (онлайн)
- відбір проб аерозолів та йоду для лабораторних аналізів (щотижня, щомісяця)
- Пробовідбірник випадання³ (fall-out, wash-out) (щомісяця)
- Пробовідбірник T/14C (Т: пара води та водень), ¹⁴C: CO₂, а також CO₂ + C_nH_m); (щомісяця)

11 станцій типу «G» (G1-G11)

- вимірювання потужності дози гамма-випромінювання (онлайн)

Телеметричні системи в радіусі 30 км довкола АЕС «Пакш»:

1 станція типу «В» з вимірювання та забору проб (В24) - **Референтна (контрольна) станція Дунафельдварі**

Виконує ті ж вимірювання, що й станції типу «А», але з метою визначення відлікового або фонового рівня.

15 станцій типу «С»

- вимірювання доз за допомогою термolumінесцентних детекторів (ТЛД) (щомісяця)
- відбір та аналіз проб випадання (fall-out) (періодично)

5.5.1.2.2 Відбір проб та лабораторні аналізи

Проби води з місць відбору проб V1, V2, V3 (вимірювання повної гамма та бета-радіоактивності з щоденним відбором проб, а також ізотопно-селективний аналіз з відбором проб щомісяця або щоквартально).

проби води та намулу/шламу

Дунай, Рибні ставки, нагінний канал, басейн вапняного шламу (щоквартально)
Затон Дунаю біля смт. Фадд (щомісяця)

проби ґрунту та трави з оточення телеметричних станцій (періодично)

проби молока з молочних ферм сіл Дунасандьєрдь та Тенгеліц (щомісяця)

взірці риб з Рибних ставків (щоквартально)

5.5.1.2.3 Аналіз концентрації активності тритію в ґрунтових водах

Для спостереження за навантаженням тритієм ґрунтових вод під головним корпусом Атомна електростанція «Пакш» підтримує систему моніторингу, цим виконуючи вимоги пункту 13-2 «а» Рішення ДДЯЕ № НА-4797 (завдання на підставі Періодичного звіту з аналізу безпеки).

³ Випадання радіоактивних ізотопів, що знаходяться в повітрі, може відбутися сухим осадженням (за рахунок гравітації) або внаслідок вимивання опадами (дощем, снігом). Ці процеси гуртом називають випаданням (fall-out)

Дослідження головним чином спираються на мережу свердловин для спостереження за ґрунтовими водами, до якої належить 140 свердловин, з 52-х із них щомісяця або щороку відбиралися проби Головним відділом екології та радіаційного захисту. Якщо концентрація активності тритію перевищувала 500 Бк/дм³, то дослідження доповнювались повною бета- і гамма-спектрометрією. Як елемент екологічного моніторингу, в 25 свердловин помістили пробовідбірники води безперервної дії, головним завданням яких є слідування за рівнем тритію, а крім цього - виявлення можливої наявності інших радіоактивних речовин (з пересічних проб великого об'єму (20 літрів/місяць) наступних періодів: гамма-спектрографія - кожні 2 місяці, ¹⁴C - кожні 4 місяці, ^{89,90}Sr кожні 4 місяці, Pu-TRU (трансурановий елемент) - кожні 8 місяців).

Додатковим радіаційним навантаженням, що походить з тритію в ґрунтових водах і становить 0,01 нЗв/рік, практично можна знехтувати, порівнюючи з радіаційним навантаженням внаслідок природного радіоактивного фону, який в Угорщині в середньому становить 3, місяцями 4 мЗв/рік, що на 20 % перевищує середнє світове значення (2,4 мЗв/рік).

5.5.1.3 Додаткове радіаційне навантаження населення

Наведена нижче таблиця характеризує додаткове радіаційне навантаження населення за рік, на підставі метеорологічних даних та значень викидів у 2013-му році, при нормальному режимі роботи:

Обмеження на дозу	мкЗв/рік	90
Доза населення	мкЗв/рік	4,83 10 ⁻²
Використання ліміту	%	5,37 10 ⁻²

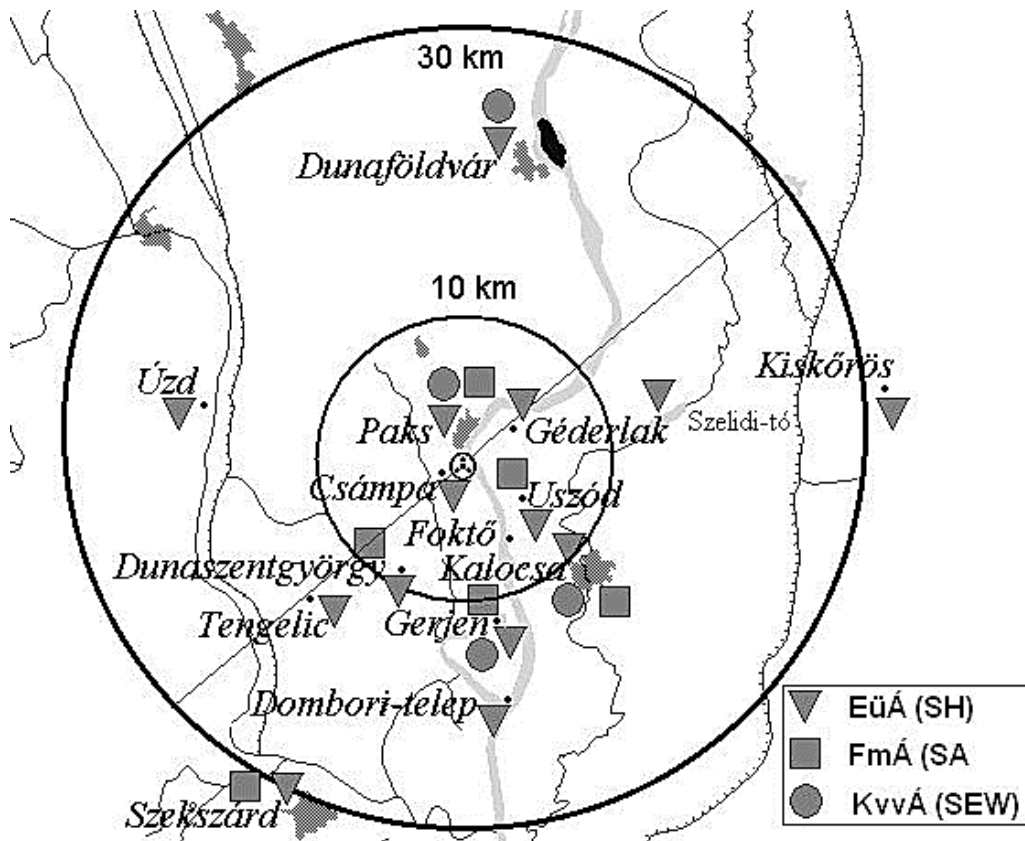
Таблиця 8: Використання обмеження на дозу на виробничій території АЕС «Пакш» – 2013 р. [19]

Згідно з розрахунками, додаткове радіаційне навантаження населення за 2013 рік, пов'язане з нормальним режимом роботи АЕС «Пакш», становило 48,3 нЗв, що складає 0,0537 % від встановленого обмеження річної дози (90 мкЗв).

Це радіаційне навантаження рівноцінне ефективній дозі, яку можна отримати перебуваючи півгодини на відкритому повітрі, тому воно практично не є ризиком для здоров'я населення, його додатковим радіаційним навантаженням можна знехтувати.

5.6 Відомча система екологічного радіаційного контролю (ВСЕРК)

Паралельно з вимірюванням, що проводить АЕС «Пакш», діє Відомча система екологічного радіаційного контролю (ВСЕРК) адміністративно-відомчих органів контролю за радіаційним захистом довкола електростанція.



Примітки:
EüÁ - галузь охорони здоров'я
FmÁ - галузь сільського господарства
KvVÁ - галузь екології та водного господарства

Рисунок 25: Точки відомчого вимірювання в радіусі 30 км довкола АЕС «Пакш» [20]

До системи ВСЕРК належать наступні міністерства:

Галузь охорони здоров'я (ГОЗ) Міністерства людських ресурсів (МЛР)

Міністерство сільського господарства (МСГ)

Галузь сільського господарства (ГСГ)

Галузь екології та водного господарства (ГЕВГ)

В рамках відомчого контролю, окрім контролю за викидами в атмосферу та гідросферу, проводяться лабораторні дослідження проб, в ході яких аналізуються проби з дунайської води та намулу, з ґрунту, рослин та молока.

Крім вимірювань потужності дози випромінювання, з 2001-го року здійснюються наступні відомчі вимірювання активності:

- атмосферні аерозолі,
- атмосферне випадіння (fallout, dry-out),
- поверхневі води (річки, природні та штучні ставки, озера, канали),
- питна вода (колодязі, глибокі свердловини)
- намул (річки, природні та штучні ставки),
- проби ґрунту та трав (з поливних та неполивних орних земель, садів, лугов, узбіччя доріг)
- листові овочі (рослини-індикатори та сирі продукти харчування з присадибних ділянок, фрукти)
- м'ясопродукти (свинина, яловичина, баранина, пташине м'ясо, дичина, риба)

- сире молоко.

В ході оцінки впливу АЕС «Пакш-II») на навколишнє середовище, детальний аналіз даних, отриманих з Відомчої системи екологічного радіаційного контролю (ВСЕРК), було надано в главі «Радіоактивність довкілля».

Щодо своєї діяльності в рамках відомчого контролю за станом довкілля Атомної електростанції «Пакш», система ВСЕРК щорічно публікує звіт, під назвою «Звіт Відомчої системи екологічного радіаційного контролю». Звіти, що містять результати за 1999-2012 рр., загальнодоступні, їх можна завантажити з веб-сайту ВСЕРК.

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

5.7 СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО РАДІАЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ КРАЇНИ (СЕРК)

Відповідно до Постанови Уряду № 275/2002. (XII.21.), основним завданням Системи екологічного радіаційного контролю країни є збір по всій країні результатів вимірювання радіаційних параметрів навколишнього середовища та концентрації можливих радіоактивних речовин у ньому, які визначають рівень природного та штучного радіаційного навантаження населення.

Вимірювання поширюються на наступне:

- потужність дози випромінювання навколишнього середовища,
- концентрація активності радіоактивних ізотопів
 - в складових частинах навколишнього середовища (в атмосфері, ґрунтах, поверхневих водах, дикорослих і культурних рослинах, диких та свійських тваринах)
 - в харчових продуктах рослинного або тваринного походження, що споживаються населенням, та в сировині для них,
 - в питній воді,
 - в будівельних і сировинних матеріалах,
- на концентрацію активності радону та його похідних всередині будівель і на відкритому повітрі,
- на внутрішнє радіоактивне забруднення людського організму.

Висновки Звіту СЕРК за 2012 р.

Джерело: Звіт Системи екологічного радіаційного контролю країни (СЕРК) за 2012 р. (2013.12.27.) [4-15]

У звіті за 2012 р. Системи екологічного радіаційного контролю країни (СЕРК), виміряні на території Угорщини значення резюмуються наступним чином:

«Треба підкреслити, що на той час, як, відповідно до Постанови Ради Європейського Союзу {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)} максимально допустимий сумарний рівень радіонуклідів ^{134}Cs та ^{137}Cs в харчових продуктах становить 600 Бк/кг (в молоці, молочних продуктах та в продуктах дитячого харчування - 370 Бк/кг), в перероблених продуктах харчування, які можна було придбати в Угорщині, навіть найбільші дози, що були виміряні у 2012-му році залишалися під рівнем 40 Бк/кг.

„На завершення треба згадати, що радіаційне навантаження населення в нашій країні, яке походить з штучних джерел, за останні роки коливається в діапазоні 3-6 мкЗв, якщо не враховувати медичну радіацію, в той час як радіаційне навантаження природного походження на три порядки більше від цього.»

„Як підсумок, можна сказати, що на підставі результатів екологічного контролю як території усієї країни, так і прилеглих до об'єктів територій, можна знехтувати впливом різних видів ліцензованої діяльності на навколишнє середовище і на населення, а значення концентрації радіоактивних ізотопів у більшості взірців залишається під нижньою межею вимірів.» [21]

Для того щоб описати радіологічний стан в країні, в наступній таблиці наводиться зміна пересічного по країні, мінімального та максимального значення потужності дози гамма-випромінювання.

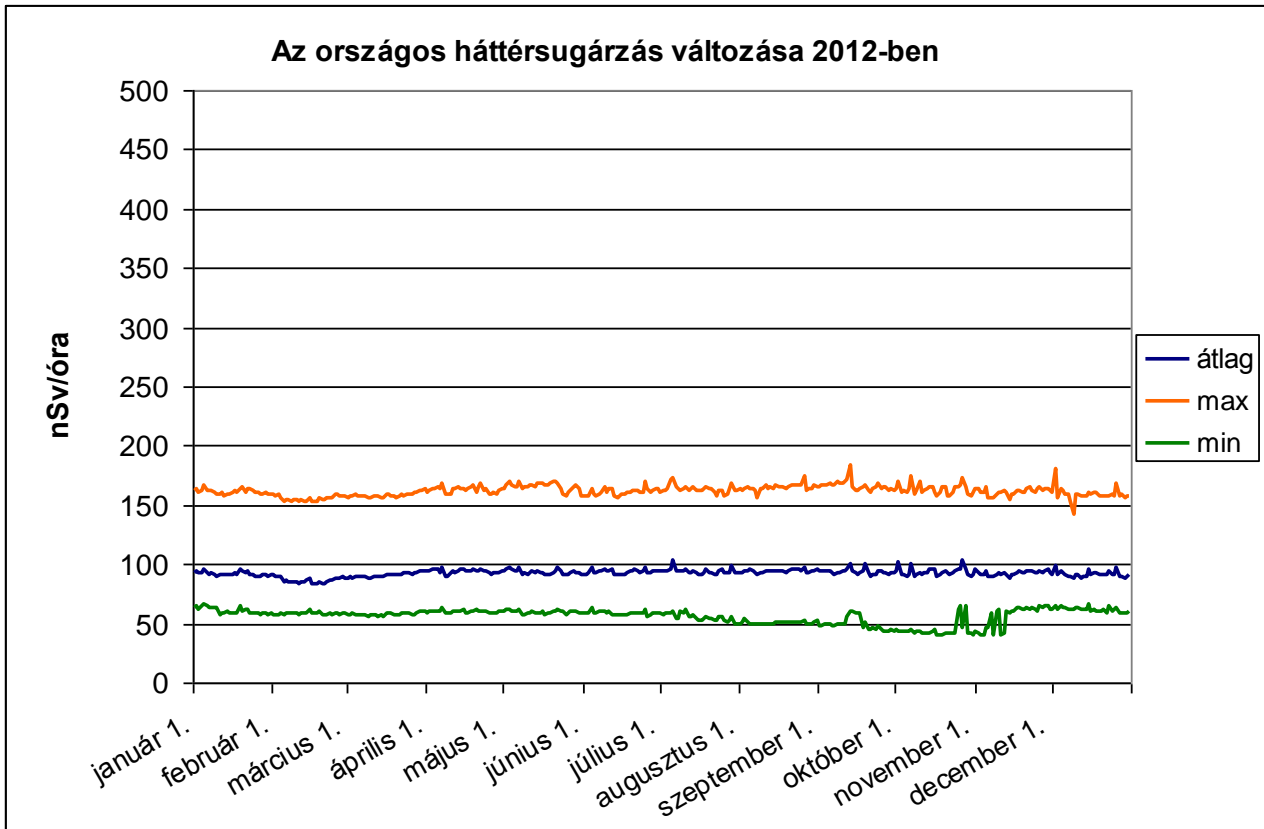


Рисунок 26: Зміна пересічного по країні, мінімального та максимального значення потужності дози гамма-випромінювання [22]

Az országos háttérsugárzás változása 2012-ben	Зміна радіаційного фону в країні у 2012-му році
nSv/óra	нЗв/год
átlag	в середньому
max	макс.
min	мін.
január 1.	1 січня
február 1.	1 лютого
március 1.	1 березня
április 1.	1 квітня
május 1.	1 травня
június 1.	1 червня
július 1.	1 липня
augusztus 1.	1 серпня
szeptember 1.	1 вересня
október 1.	1 жовтня
november 1.	1 листопада
december 1.	1 грудня

Виходячи з добових потужностей дози, виміряних у 2012 р. дозиметричними зондами, що є частиною системи екологічного контролю АЕС «Пакш» (станції екологічного контролю типу „А” та „G”), потужність дози навколишнього середовища в ареалі АЕС «Пакш» змінювалась від 58 до 98 нЗв/год, що припадає на нижній діапазон отриманих по країні значень. На наступному рисунку зображена зміна вимірів у часі.

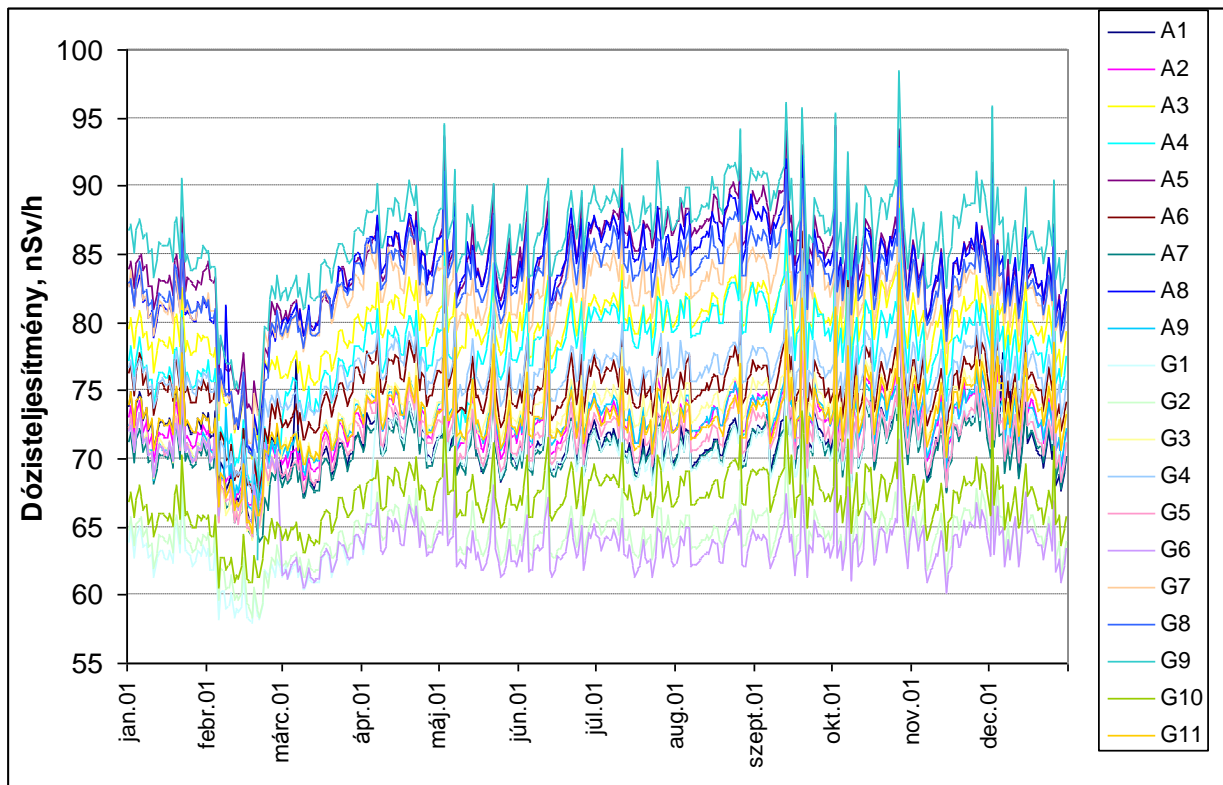


Рисунок 27: Додова потужність дози, виміряна станціями екологічного контролю АЕС «Пакш» у 2012-му році.

Dózisteljesítmény nSv/óra	Потужність дози нЗв/год
január 01.	1 січня
február 01.	1 лютого
március 01.	1 березня
április 01.	1 квітня
május 01.	1 травня
június 01.	1 червня
július 01.	1 липня
augusztus 01.	1 серпня
szeptember 01.	1 вересня
október 01.	1 жовтня
november 01.	1 листопада
december 01.	1 грудня

5.8 РЕЗЮМЕ ДАНИХ ТА ХАРАКТЕРИСТИК ВИРОБНИЧОЇ ТЕРИТОРІЇ АЕС «ПАКШ»

З точки зору побудови нових блоків атомної електростанції пакшська територія має чимало сприятливих рис:

- на виробничій території уже більш ніж 30 років працює атомна електростанція;
- навколишнє населення сприйняло факт існування та функціонування Атомної електростанції «Пакш»;
- Виробнича територія АЕС «Пакш» і його довкілля - ретельно обстежені та досліджені території;
- вплив роботи АЕС «Пакш» на виробничу територію та навколишнє середовище постійно контролюється системами моніторингу;
- територія має безпосередній зв'язок з Дунаєм;
- Дунаєм можна скористатися як джерелом охолоджуючої води;
- поблизу виробничої території є розбудована інфраструктура, яку можна використати;
- до території легко можна дістатися як автодорогою, так і залізницею;
- частину будівельних матеріалів та обладнання великих розмірів можна доставити водним шляхом по Дунаю;
- через штучно утворений рівень території, захист від повені та внутрішніх вод є забезпеченим;

- метеорологічні умови сприятливі;
- В зоні радіусом 30 км довкола електростанції, за винятком м. Пакш, густина населення нижча, ніж в середньому по країні;
- сприятливими є умови підключення до державної мережі ЛЕП;
- в регіоні забезпечена кваліфікована робоча сила, з досвідом роботи на атомній електростанції;
- Завдяки природним та інфраструктурним умовам, м. Пакш забезпечує добру можливість для розміщення будівельників, а пізніше - оперативного персоналу майбутньої АЕС.

Відповідність майбутньої території вимогам геологічної та ядерної безпеки буде детально проаналізована та підтверджена в ході процедури отримання дозволу на майданчик, яка проводитиметься відповідно до Норм та правил з ядерної та радіаційної безпеки, які є додатком до Постанови Уряду № 118/2011. (VII. 11.) «Про вимоги щодо безпеки ядерних об'єктів та пов'язану з цим діяльність офіційних органів».

6 Можливі методи охолодження конденсаторів нових блоків АЕС

6.1 Вимоги і можливості щодо охолодження конденсаційних електростанцій, призначених для виробництва електроенергії.

У випадку конденсаційних електростанцій, призначених для виробництва електроенергії, за законами фізики, незалежно від їх типів, більша частина невикористаного для виробництва електроенергії тепла, яке утворюється з паливних матеріалів, а у випадку АЕС - з ядерного палива, відводиться в природне оточення, що грає роль кінцевого поглинача тепла. Причиною цього є те, що конденсатор не можна охолодити до температури, нижчої за повсякчасну температуру навколишнього середовища. Водночас цим визначається ефективність усього циклу.

На атомних електростанціях сучасного технологічного рівня 65-67 % виділеного реактором тепла в кінці процесу відводиться в навколишнє середовище, при температурі, близькій до повсякчасної температури оточення.

На атомних електростанціях, поруч з виробництвом електроенергії як в першому, так і у другому контурі утворюється тепло, яке не можливо використати для виробництва електроенергії і яке відводиться системами охолодження. Невикористана частина тепла, що утворюється в першому контурі, відводиться так званою аварійною системою водяного охолодження, в свою чергу тепло, що виділяється при конденсуванні на конденсаторах другого контуру, відводиться системою водяного охолодження конденсатора, а тепло, що виділяється в технологічних системах другого контуру, відводиться системою охолодження на технічній воді.

На атомній електростанції 95 % потреб в охолодженні виникає через необхідність охолодження конденсаторів.

Як кінцевий поглинач тепла, в залежності від можливостей виробничої території, в першу чергу беруть до уваги наступне:

- річка з великою водоносністю;
- озеро більших розмірів;
- море.

У випадку, коли в оточенні електростанції є достатня кількість води, охолодження здійснюється шляхом безпосереднього протікання наявної охолоджуючої води через конденсатори, тобто так званим охолодженням свіжою водою. Розігріта охолоджуюча вода без суттєвого зменшення її кількості відводиться назад у море або в річку.

На виробничих територіях, які не мають в своєму розпорядженні належних джерел «свіжої води», застосовуються системи сухого або вологого охолодження через так звані градирні. При такій схемі вода циркулює між конденсатором та градирнею. В таких випадках більша частина тепла, що треба відвести, йде на пароутворення води, а залишок відводиться внаслідок теплообміну з повітрям.

Приблизно 3/4 діючих сьогодні атомних електростанцій застосовують системи охолодження на свіжій воді, а решта з них - градирні. [23]

Головна і допоміжні технологічні системи та об'єкти запланованих нових блоків АЕС відносно слабо залежать від навколишніх умов, в яких вони будуватимуться, але система охолодження вибирається специфічно до проекту, з врахуванням особливостей оточуючого середовища. Метод охолодження впливає на технічні та економічні характеристики нових блоків, та на їх вплив на навколишнє середовище.

6.2 ЗАКОНОДАВЧІ НОРМИ ТА ВСТАНОВЛЕНІ ГРАНИЧНІ ЗНАЧЕННЯ, ЩО РЕГУЛЮЮТЬ ТЕПЛОВЕ НАВАНТАЖЕННЯ НА ГІДРОЛОГІЧНЕ СЕРЕДОВИЩЕ.

Скинута в оточуючі води нагріта вода (емісія тепла) впливає на живу природу вод, риби та інші водні організми. Несприятливий вплив, що діє на водну флору і фауну, може бути зменшений, якщо заздалегідь зменшити температуру води, що скидається, а також покращити змішування і підвищити тепловіддачу. Цей вплив регулюється встановленими граничними значеннями емісії тепла та критеріями щодо зони змішування.

6.2.1 ЗАГАЛЬНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ТЕПЛООВОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ГІДРОЛОГІЧНЕ СЕРЕДОВИЩЕ.

6.2.1.1 Європейський Союз

Емісія тепла обмежується Додатком № I до Директиви Європейського Парламенту та Європейської Ради № EC 2006/44/ЄС:

- ❖ в водах, де водиться короп, зростання температури води, виміряної на ділянці від точки впуску вздовж по течії (на краю зони змішування), в порівнянні з температурою незайманої території не може перевищувати 3 °С.
- ❖ в водах, де водиться короп, температура води в результаті скиду, виміряна на ділянці від точки емісії тепла вздовж по течії (на краю зони змішування), не може перевищувати 28 °С.

Внаслідок того, що скинута вода в приймаючому середовищі розмішується нерівномірно, усередині зони змішування можуть виникнути зони з більш високою температурою. Головні чинники, що впливають на зону змішування: температура, швидкість, та кількість скинутої води.

6.2.1.2 Угорщина

Загальні норми встановлюються Постановою Уряду № 220/2004. (VII. 21.) «Про правила охорони якості поверхневих вод» та Наказом Міністерства водного господарства і охорони навколишнього середовища № 28/2004. (XII. 25.) KvVM «Про обмеження на скид речовин, що забруднюють воду, та певні правила їхнього застосування». Граничні значення теплового навантаження оточуючих вод встановлюються на підставі індивідуального дослідження з врахуванням чутливості приймаючого середовища, звертаючи увагу на навантажуваність приймаючого середовища та на збереження доброго хімічного та екологічного стану. Щодо емісії тепла або теплового навантаження, то ліміти не встановлюються навіть в Наказі Міністерства регіонального розвитку № 10/2010. (VIII.18.) VM «Про ліміти забрудненості поверхневих вод та правила їхнього застосування».

Відповідно до таблиці I Додатку № 4 Наказу МВГІОНС № 6/2002. (XI. 5.) KvVM «Про ліміти забруднення поверхневих вод, відведених для забору питної води або визначених як ресурс питної води, а також поверхневих вод, визначених для забезпечення життєвих умов риб, та контроль за ними», на забруднення рибних вод встановлені наступні ліміти:

Параметри якості:		Води з фореллю	Води з мареню	Води з лящем
Температура*	°С	18	25	30
Зміна температури**	°С	1,5	3	5

Примітки:

*допускається тимчасове відхилення від лімітів забрудненості (ч. 1 ст. 12)

**температура води, виміряної на ділянці від точки впуску вздовж за течією (на краю зони змішування), в порівнянні з температурою незайманої території не може перевищувати 3 °С.

Таблиця 9: Ліміт забрудненості рибних вод

На сьогодні здійснена класифікація тільки декількох поверхневих вод, які перелічені в Додатку № 7 Наказу МВГІОНС № 6/2002. (XI. 5.) KVM, і в якому Дунай не вказаний, тобто відповідно до норм законодавства (станом на 07 липня 2014 р.), він не відноситься до рибних вод. Належність Дунаю або його відрізків до різних категорій рибних вод може бути обґрунтована дослідженнями екологічного впливу.

Практика надання дозволів

Під час процесу надання дозволів традиційним електростанціям, органи нагляду визначають допустиму різницю між температурою вибраної та скинутої води (ΔT_{\max}), максимально допустиму температуру скинутої води (T_{\max}), зростання температури після змішування (ΔT) та точку контролю.

6.2.2 РЕГУЛЮВАННЯ ЩОДО ТЕПЛОГО НАВАНТАЖЕННЯ ВІД АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

6.2.2.1 Країни-члени Європейського Союзу

Можна розглянути, як приклад, без намагання бути вичерпаними, правове регулювання декількох країн-членів. [24]

Фінляндія

Окремого регулювання щодо емісії тепла атомних електростанцій в Фінляндії немає, ліміти встановлюються компетентним органами, в залежності від місцевих особливостей даної інвестиції.

У двох, діючих сьогодні, атомних електростанціях в Олкілуото та Ловііса для охолодження використовується морська вода. Для Олкілуото граничне значення температури скиду становить 30 °C (ковзне середнє за тиждень), на відстані 500 метрів від каналу скиду.

Для Ловііса ліміт становить 34 °C (в середньому за годину) в точці скиду.

Німеччина

В Німеччині різниця між температурою вибраної та скинутої води не може перевищувати 10 °C. Максимальна температура скинутої води залежить від способу охолодження: для охолодження свіжою водою - 30 °C, для градирні відкритого типу - 33 °C, для градирні закритого типу - 35 °C.

Кількість вибраної води не може перевищувати 1/3 від найменшої водоносності.

Швеція

Окремого регулювання щодо водоносності, допустимої кількості вибраної води, емісії тепла в Швеції немає, ліміти тут теж встановлюються компетентним органами, в залежності від місцевих особливостей даної інвестиції.

Як правило, кількість вибраної атомними електростанціями води не перевищує 200 м³/с (на кожен виробничу територію), а допустимий ріст температури становить 10 °C.

6.2.2.2 Угорщина

Нормативи теплового навантаження від систем охолодження

Вимоги, сформульовані з метою захисту поверхневих вод та водоносних формацій від теплового забруднення, викладені в частині 1 § 10 Наказу Міністерства охорони навколишнього середовища № 15/2001. (VI. 6.) КМ «Про радіоактивні викиди в атмосферу і скиди у воду при використанні атомної енергії та контроль за ними».

10. § (1) У випадку особливо важливих об'єктів, з метою захисту поверхневих вод та водоносних формацій

- а) різниця температури між водою, що скидається, та приймаючою водою не може перевищувати 11 °C, а якщо температура приймаючої води нижча ніж +4 °C, то 14 °C.

В будь-якій точці відрізка, що тягнеться від точки скиду на 500 м вздовж за течією, температура приймаючої води не може перевищувати 30 °C.

Інші обмеження щодо теплового навантаження, які необхідні з точки зору збереження якості води, встановлюються органами нагляду під час процедури надання дозволу на використання довкілля, на підставі частини 1 статті 66 Закону № LIII від 1995 р. «Про загальні правила охорони навколишнього середовища».

Нормативи теплового навантаження від систем охолодження з баштовими градирнями

Немає законодавчої норми, яка б обмежувала теплове навантаження атмосфери, не відомі ні параметри, ні ліміти для аналізу впливів пароутворення та конденсації, з точки зору захисту чистоти повітря.

6.3 МЕТОДИ ОХОЛОДЖЕННЯ, ПРО ЯКІ МОЖЕ ЙТИ МОВА НА ТЕРИТОРІЇ АЕС «ПАКШ»

В рамках окремих досліджень було проведено аналіз варіантів охолодження, які можуть застосуватися для нових блоків атомної електростанції на пакшській виробничій території. Мета дослідження - в заданих умовах навколишнього середовища вибрати такий спосіб охолодження, який можна ефективно реалізувати та експлуатувати при якнайкращому інженерно-технічному рішенні та коефіцієнтові корисної дії, і який протягом запланованої тривалості експлуатації відповідатиме вимогам захисту навколишнього середовища.

Методи охолодження, про які може йти мова на території АЕС «Пакш», принципово поділяються на охолодження свіжою водою та на охолодження баштовими градирнями. Під час дослідження було дано детальний аналіз різних рішень: **системи охолодження свіжою водою**, яка використовує воду з Дунаю, та **системи охолодження баштовими градирнями** за принципом вологого охолодження повітря, яка практично не залежить від Дунаю.

6.3.1 ОХОЛОДЖЕННЯ СВІЖОЮ ВОДОЮ

В разі системи охолодження свіжою водою, як це робиться на діючих чотирьох блоках Атомної електростанції «Пакш», необхідне тепло відводиться водою, що протікає через конденсатор. При цьому варіанті охолодження, вода з Дунаю вибирається насосами водозабірної станції, і ними же подається через належну систему труб та фільтрів до турбінного залу блоку. Охолоджуюча вода протікає через конденсатор, де нагрівається, і через зворотні конструкції відводиться назад у Дунай.

Щодо системи охолодження свіжою водою, було зроблено кілька аналізів, під час яких були враховані технічні, економічні та екологічні аспекти. Фактично, під час досліджень, були розглянуті можливі варіанти технічного рішення питань забору води з Дунаю, доставки її до блоків, відведення та скиду нагрітої охолоджуючої води назад у Дунай.

6.3.1.1 Варіанти постачання охолоджуючою водою

З технічної точки зору, завданням є забезпечити належну кількість охолоджуючої води, враховуючи при цьому особливості Дунаю, різні рівні та температури води у ньому, його водоносність. Можливим місцем для забору води може бути берег Дунаю або затока вже існуючого каналу холодної води АЕС «Пакш». Через те що свого часу територія для Атомної електростанції «Пакш» була підібрана з врахуванням можливої побудови подальших блоків АЕС, тому, з точки зору економічної ефективності постачання холодної води, метою є також якомога більшою мірою використати властивості території та вже існуючі об'єкти.

Виходячи з екологічних аспектів, теж доцільно використати уже існуючі об'єкти, з перебудовою їх в разі необхідності. Для того, щоб території, які відносяться до програми «Натура 2000», тільки у дуже обґрунтованих випадках використовувалися під створення нових трас та споруд, при визначенні варіантів необхідно намагатися якомога менше займати території, заповідні в програмі «Натура 2000».

Найістотнішими варіантами забору і постачання охолоджуючої води з розглянутих є наступні:

- Постачання охолоджуючої води з водозабірної станції на березі Дунаю;
- Постачання охолоджуючої води з водозабірної станції в затоці (вибраний варіант).

Резюме

Варіант постачання охолоджуючою водою з затоки є більш сприятливим, ніж двоступінчаста система охолодження

свіжою водою, як з погляду будівництва, так і з погляду експлуатації.

З погляду екології, найбільш сприятливим є варіант, при якому самоспоживання, кількість випадаючої електроенергії є найменшими, адже електроенергія, що витрачається на самоспоживання, повинна бути вироблена якоюсь іншою електростанцією. Серед розглянутих варіантів більш сприятливим є постачання охолоджуючої води з затоки.

Щодо впливу на природу, у випадку двоступінчастої системи охолодження свіжою водою, внаслідок забору води з берега Дунаю, зачіпляється вузька смуга території, що входить до програми «Натура 2000», а це є подальшим недоліком в порівнянні з постачанням з затоки.

Виходячи з результатів досліджень і враховуючи технічні, економічні, екологічні аспекти та захист природи, було вибрано варіант із забором та постачанням охолоджуючої води із затоки.

6.3.1.2 ВАРІАНТИ ВІДВЕДЕННЯ НАГРІТОЇ ОХОЛОДЖУЮЧОЇ ВОДИ ТА ЇЇ СКИДУ В ДУНАЙ

Під час аналізу та порівняння різних варіантів відведення нагрітої охолоджуючої води (надалі: тепла вода) від блоків до водозливу постійного рівня і звідти до Дунаю, та скиду її в Дунай, важливим аспектом було відхилення від систем безпеки діючих блоків Атомної електростанції «Пакш».

В зв'язку з питанням відведення теплої води від водозливу постійного рівня до Дунаю, була розглянута можливість використати уже існуючий канал відводу теплої води. Результати цього підтвердили доцільність використання уже існуючого каналу відводу теплої води

Найістотнішими варіантами впуску теплої води в Дунай серед розглянутих є наступні:

- Впуск з лівого берега Дунаю;
- Впуск води на рівні дна русла, поза фарватером Дунаю;
- Впуск води з правого берега Дунаю

Варіант впуску води з лівого берега Дунаю було відкинуто тому, що за наявних сьогодні обставин, умови для змішування води несприятливі, порівнюючи з іншими варіантами вимагає значних додаткових коштів.

Впуск води поза фарватером можна здійснити, тут умови для змішування води сприятливі, але цей варіант вимагає створення значних інженерно-технічних споруд, і дорогою є побудова споруди, пов'язаної з поглибленням русла Дунаю. За наявних сьогодні умов, про впуск води поза фарватером мова може йти тільки в ракурсі додаткового рішення до впуску води з правого берега.

Найістотнішими з допустимих та детально проаналізованих варіантів впуску теплої води з правого берега Дунаю є наступні:

- ❖ впуск через уже існуючий гаситель енергії потоку та новий південний боковий канал, прокладений від каналу теплої води;
- ❖ впуск через уже існуючий гаситель енергії потоку та через північне відгалуження від каналу теплої води і нову впускну конструкцію (вибраний варіант).

Резюме

Для впуску теплої води нових блоків в Дунай найкращим варіантом, як з погляду будівництва, так і з погляду експлуатації, є варіант відведення води через уже існуюче північне відгалуження, а не варіант з використанням південного бокового каналу.

З погляду екології, найкращим є той варіант, завдяки якому забезпечується найкраще змішування введеної теплої води з водами Дунаю. З цієї точки зору, північне відгалуження є значно кращим варіантом через те, що на цьому відрізку існують кращі умови для змішування.

З погляду впливу на природу теж більш сприятливим є варіант з північним відгалуженням через те, що тут буде зачеплена тільки вузька смуга території, що є частиною програми «Натура 2000», а це є істотною перевагою перед південним боковим каналом.

Виходячи з результатів проведених досліджень і враховуючи технічні, економічні, екологічні аспекти та захист природи, для впуску теплої води в Дунай було вибрано варіант з північним відгалуженням від каналу теплої води.

Застосовуючи північне відгалуження, побудоване на території між існуючим каналом холодної води та існуючим каналом теплої води, а також нову впускну конструкцію для теплої води (напр. рекупераційної установки), можна значно покращити ступінь змішування теплої води, що скидається в Дунай, та мінімізувати займання територій програми «Натура 2000».

6.3.1.3 Скид нагрітої охолоджуючої води в літній період

Влітку, коли температура води в Дунаю перевищує 25 °C і це співпадає з періодом посередньої водоносності річки, для того, щоб дотримати температурний ліміт $T_{\max}=30$ °C, встановлений для 500-метрового відрізка річки нижче точки впуску, може виникнути необхідність в застосуванні додаткових рішень, особливо якщо врахувати фонову температуру води в Дунаю, що з часом підвищується, внаслідок кліматичних змін.

З метою дотримання екологічних вимог, були розглянуті наступні варіанти:

- Обмеження електричної потужності блоку;
- Підмішування холодної охолоджуючої води
- Застосування додаткового охолодження.

Вихідною умовою аналізів, була вимога щодо зменшення температури води на 3 °C вздовж 500 м-го відрізка річки нижче точки впуску (в першу чергу за рахунок змішування), внаслідок чого допустимий максимум температури теплої води в точці впуску становитиме 33 °C.

Обмеження електричної потужності блоку

При застосуванні цього рішення, встановлений температурний максимум нагрітої охолоджуючої води дотримується шляхом обмеження електричної потужності блоків атомної електростанції. Зі зменшенням електричної потужності зменшується кількість тепла, що необхідно відвести в конденсаторів, а тому при такому ж потоку маси, зменшиться міра нагрівання охолоджуючої води .

Підмішування холодної охолоджуючої води

При цьому варіанті охолодження, встановлений температурний максимум нагрітої охолоджуючої води дотримується шляхом підмішування додаткової кількості холодної дунайської води, підведеної в канал теплої води, в обхід конденсаторів турбіни. Необхідну для підмішування кількість додаткової охолоджуючої води подають додатковим насосом, розміщеним в водозабірній станції, і який може бути заміненим уже встановленими насосами водозабірної станції після того, як буде припинена експлуатація уже існуючих блоків. Нагріта в конденсаторі охолоджуюча вода з примішаною до неї достатньою кількістю холодної води, через існуючий канал теплої води та належним чином побудовану конструкцію для покращення змішування, потрапляє назад у Дунай.

Застосування додаткового охолодження

При застосуванні додаткового охолодження, встановлений температурний максимум нагрітої охолоджуючої води дотримується шляхом повнопоточного охолодження після того, як вона покине конденсатори турбіни, за допомогою баштової градирні з камерами зі штучною тягою. Можна здійснити оптимізацію кількості води, що протікає через додатковий холодильник. Охолоджуюча вода, після конденсатора та додаткового охолодження, через існуючий канал теплої води та належним чином побудованої конструкції для покращення змішування, потрапляє назад у Дунай.

Резюме

Кожний з розглянутих додаткових варіантів охолодження годиться для того, щоб температуру нагрітої охолоджуючої води, яка подається назад у Дунай, тримати нижче встановленого значення 33 °C.

Міра зменшення навантаження блоку обмежується вимогою щодо мінімально допустимого часткового навантаження, що становить 50 %; кількість холодної води, яка підмішується, обмежується сумарним забором води

атомних електростанцій «Пакш» та «Пакш-II» під час мінімуму водоносності Дунаю та можливістю розширення спільних установок; а допоміжне охолодження може обмежуватися внаслідок шуму. Однак, з дотриманням вихідних умов, ці фактори не роблять технічно неможливим жоден із запропонованих варіантів.

З аналізів випливає, що кожний з наведених трьох варіантів має свої переваги з точки зору технічних рішень, економічної ефективності або захисту навколишнього середовища, але спираючись на доступну сьогодні інформацію, оптимальним рішенням є тимчасове обмеження електричної потужності блоку, як на підставі результатів розрахунку коштів, що припадають на цикл життя, так і з погляду екології, тому що цей варіант не супроводжується ні додатковими викидами, ні використанням додаткової території. [25]

6.3.2 СИСТЕМА ОХОЛОДЖЕННЯ БАШТОВИМИ ГРАДИРНЯМИ

Якщо для майбутніх блоків застосувати систему охолодження з баштовими градирнями мокрого типу, які планується розмістити поблизу уже існуючого каналу холодної води електростанції, емісія тепла здійснюватиметься переважно у атмосферу. Вибраною з Дунаю водою, після її хімічної обробки, забезпечується поповнення втрат (підживлювання), що виникають внаслідок випарування, винесення бризок та видалення мулу.

В системі охолодження з мокрими баштовими градирнями охолоджуюча вода через поверхневий конденсатор парової турбіни відводиться у баштову градирню, де за допомогою водорозподільної зрошувальної системи рівномірно розподіляється по поверхні елементів зрошувача. Плівка води, яка утворюється на поверхні елементів зрошувача, охолоджується внаслідок випаровування в оточуюче повітря, яке рухається протитечією крізь елементи зрошувача. Для того, щоб різко зменшити винесення повітряною протитечією бризок з поверхні вологих елементів зрошувача, в кожній сучасній системі вологого охолодження, над елементами та форсунками зрошувача ставлять краплевідбійник (елімінатор). Холодна охолоджуюча вода відводиться назад у басейн охолоджуючої води, а звідти циркуляційними насосами знову подається на конденсатори. Внаслідок випаровування підвищується вміст солей у воді. Для того, щоб уникнути надмірне згущення води, з частини охолоджуючої води видаляють мул, а втрачену при цьому кількість компенсують додаючи оброблену свіжу воду. Також необхідно поповнювати втрати води, що виникають внаслідок винесення бризок. Для того, щоб уникнути відкладення солей та появи водоростей на зволжених поверхнях, вода, що використовується в системі охолодження, обробляється хімічними речовинами, а для того, щоб уникнути появи водоростей та молюсків, до охолоджуючої води додають біоциди.

6.3.2.1 Аналіз альтернатив охолодження баштовими градирнями

Для того щоб провести аналіз різних варіантів охолодження за допомогою баштових градирень, які можуть бути застосованими для блоків нової АЕС, були проведені окремі дослідження, [26], [27], [28]. Альтернативи детально оцінювались з точки зору технічних рішень, економічної ефективності, захисту навколишнього середовища та прийняття громадськістю. Під час досліджень систем охолодження за допомогою баштових градирень, були детально розглянуті наступні технічні альтернативи:

- Мокра баштова градирня з природною тягою (висота ~186 м);
- Охолодження за допомогою мокрої баштової градирні з природною тягою, висота якої обмежена до 100 м;
- Охолодження за допомогою мокрої баштової градирні з природною тягою та з допоміжними вентиляторами;
- Охолодження за допомогою гібридної (сухої /мокрої) баштової градирні.

Найважливіші технічні параметри розглянутих альтернатив для потужності 2 x 1 200 МВт_e наводяться в наступній таблиці.

Для блоку з електричною потужністю 2x1200 МВт	3 природною тягою	3 природною тягою та обмеженою висотою	3 природною тягою та з допоміжними вентиляторами	Охолодження за допомогою гібридної (сухої /мокрої) баштової градирні
Кількість башт, [шт]	2x1	2x5	2x1	2x1
Висота баштової градирні, [м]	186	100	70	60
Діаметр основи баштової градирні, [м]	136,5	88	150	160
Діаметр горловини градирні, [м]	77,5	60	95	74
Зайнята баштами площа нетто (для двох блоків) [м ²]	30 000	61 000	36 000	40 000

Для блоку з електричною потужністю 2x1200 МВт	3 природною тягою	3 природною тягою та обмеженою висотою	3 природною тягою та з допоміжними вентиляторами	Охолодження за допомогою гібридної (сухої /мокрої) баштової градирні
Об'ємна швидкість циркулюючої води [м ³ /год]	2 x 136 820	2 x 5 x 27 364	2 x 136 820	2 x 136 820
Підживлювальна вода [м ³ /год]	≈ 2 x 2 900	≈ 2 x 2 900	≈ 2 x 2 900	≈ 2 x 2 600

Таблиця 10: Технічні параметри систем охолодження мокрої баштовими градирнями

6.3.2.1.1 Емісія скидного тепла

На підставі літературних даних, емісія баштовими градирнями скидного тепла та вологи в першу чергу, ймовірно, впливає на місцеву атмосферу, за певних метеорологічних умов зростає ймовірність виникнення деяких метеорологічних явищ (зростання відносної вологості, зменшення дальності видимості, туман, мряка, обледеніння, іній), може впливати на утворення хмар та опадів (наприклад снігу), змінювати місце виникнення злив та час випадання опадів. За тривалий період деякою мірою може впливати на мікроклімат довкілля джерела емісії. Наскільки це сьогодні відомо, баштові градирні не впливають глобально на погоду.

Захисні лісові насадження довкола промислової території та зелена зона з підвищеною біологічною активністю частково компенсують вплив острова тепла. Застосування цих рішень рекомендується не тільки з кліматичних причин, але і з метою зменшення інших впливів на навколишнє середовище (забруднення повітря, шум), та часткового маскуванню візуального ефекту. В зимній період шляхом оперативного профілактичного застосування протижелезних сумішей та попереджуючих прогнозів синоптиків можна зменшити шкоду, заподіяну підвищеним обледенінням.

Джерелом походження скидних вод охолоджуючих систем з баштовими градирнями може бути безперервне видалення мулу з басейнів градирень та відпрацьовані води технології обробки додаткової охолоджуючої (підживлювальної) води. Скидні води містять в собі солі хімікатів, які використовуються для обробки циркуляційної води системи охолодження з баштовими градирнями, а також хімікати та відновлювальні матеріали, які використовуються при підготовці підживлювальної води.

6.3.2.1.2 Аналіз розглянутих способів охолодження з точки зору захисту ландшафту.

Аналіз розглянутих способів охолодження з точки зору захисту ландшафту та їхнього вписування в ландшафт було проведено в першому півріччі 2012 року, для варіанту з потужністю 2 x 1 600 МВт, як для найбільш несприятливого з аналізованих тоді варіантів. Його висновки дійсні і для варіанту з потужністю 2 x 1 200 МВт, який розглядається зараз, різниця тільки в тому, що для варіанту з потужністю 2 x 1 600 МВт треба побудувати 2 x 7 мокрих баштових градирень з природною тягою, а для варіанту з потужністю 2 x 1 200 МВт - 2 x 5.

Охолодження за допомогою мокрої баштової градирні з природною тягою

Що стосується впливу на ландшафт та вписування в ландшафт, то надзвичайну стурбованість викликають 2 мокрі баштові градирні, з природною тягою, висотою по 186 м кожна, внаслідок їхнього значного впливу на ландшафт, і це ж стосується варіанту з побудовою мокрих баштових градирень, з природною тягою, висота яких обмежена до 100 м.

Проблему, як вписати в ландшафт мокрі баштові градирні з природною тягою, практично не можна вирішити, вони викликають надзвичайно сильний візуальний ефект і ми не знайшли прикладів забудови ландшафту об'єктами таких розмірів і в такій кількості ні в Угорщині, ні в Європі.

Охолодження за допомогою мокрої баштової градирні з природною тягою, висота якої обмежена до 100 м



Рисунок 28: Мокрі баштові градирні з природною тягою та висотою, обмеженою до 100 м - план панорами (вид з висоти пташиного польоту та збоку)

Варіанти з двома мокрими баштовими градирнями з природною тягою та допоміжними вентиляторами або з двома гібридними баштовими градирнями з природною тягою та допоміжними вентиляторами вписуються в ландшафт і суттєво не відрізняються. У варіанті з дещо нижчою гібридною баштовою градирнею більш вигідним є те, що видимість хмари водяної пари менша, але площа, яку займає башта, більша.

Охолодження за допомогою мокрої баштової градирні з природною тягою та допоміжними вентиляторами

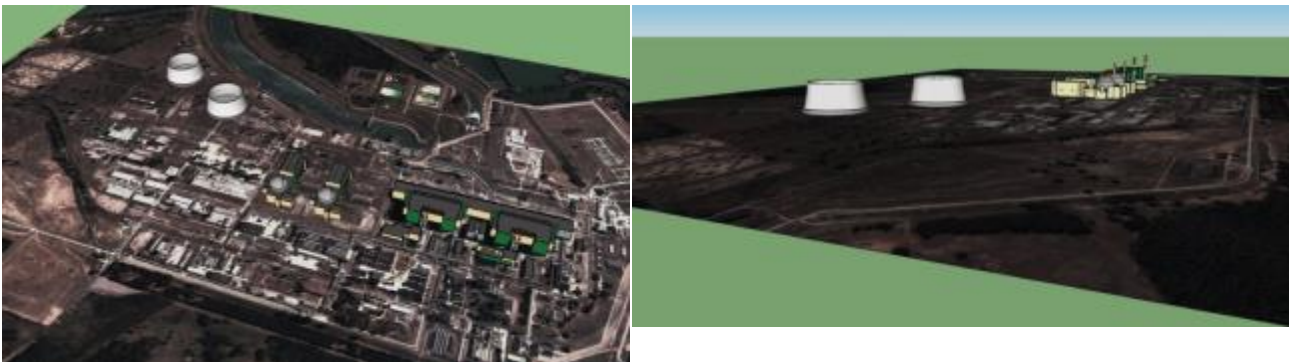


Рисунок 29: Мокрі баштові градирні з природною тягою та з допоміжними вентиляторами - план панорами (вид з висоти пташиного польоту та збоку)

Охолодження гібридними (сухими/мокрими) баштовими градирнями

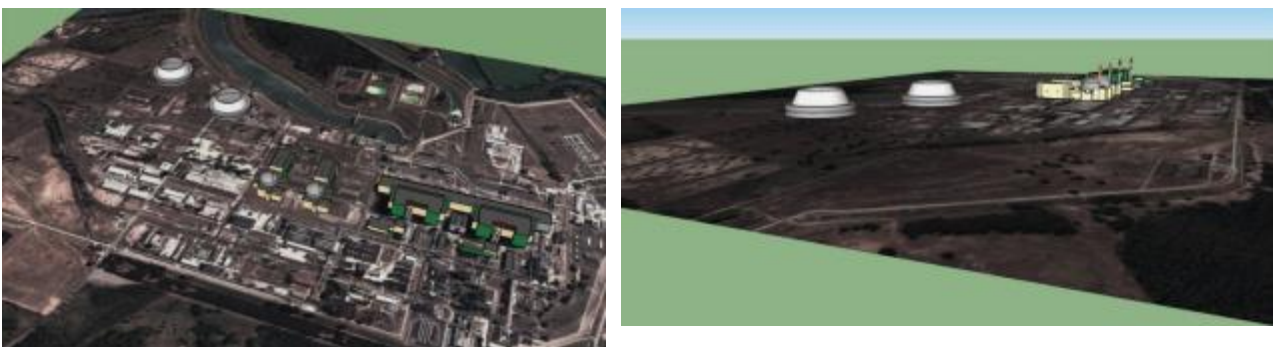


Рисунок 30: Гібридні баштові градирні з допоміжними вентиляторами - план панорами (вид з висоти пташиного польоту та збоку)

6.3.3 АНАЛІЗ ВИГІД І ВИТРАТ СПОСОБІВ ОХОЛОДЖЕННЯ СВІЖОЮ ВОДОЮ АБО БАШТОВИМИ ГРАДИРНЯМИ

Інвестиційні та експлуатаційні (операційні) витрати обох варіантів піддається оцінці, але досить важко оцінити їхній соціально-економічний та екологічний вплив, важко кількісно виразити вигоди. Тому для обох варіантів були вибрані такі технічні рішення, які, за змогою, несуть однакову міру ризику, у кожному з них дотримуються чинні екологічні норми. Хоча різні варіанти по-різному впливають на навколишнє середовище, але, наскільки це сьогодні відомо, можна вважати, що вони однаково впливають на суспільство. Виходячи з цих міркувань, при схожих рівнях ризику та схожих встановлених нормах, можна вибрати варіант з найменшими витратами.

На підставі проведених досліджень можна встановити, що система охолодження може бути реалізована як на мокрих баштових градирнях, так і на свіжій воді, чинні екологічні норми можуть бути виконані завдяки застосуванню належних технічних рішень, рівні ризиків різних варіантів є прийнятними, а між варіантами можна встановити пріоритет на підставі економічної ефективності.

З інженерно-технічної точки зору, використовуючи систему охолодження свіжою водою, коефіцієнт корисної дії нових блоків планованої АЕС вищий, а кількість виробленої електроенергії більша, ніж використовуючи баштові градирні. Застосування системи охолодження свіжою водою, яка схожа на ту, що вже працює в існуючих блоках, має ще й додаткові переваги, через наявність досвіду експлуатації.

Водяна пара баштової градирні в зимній період призводить до обледеніння об'єктів будованого довкілля і може стати джерелом небезпеки для оточення.

Що стосується самого будівництва, то система охолодження свіжою водою фактично складається з таких споруд, в будівництві яких маємо вітчизняний досвід. Систему охолодження баштовими градирнями з природною тягою, яка має такі розміри, в Угорщині ще не будували.

З погляду екології, в системі охолодження свіжою водою не використовують хімікати, або використовують їх в дуже малій кількості, в той час як в системі охолодження з баштовими градирнями використовується значна кількість хімічних речовин для виробництва підживлювальної води та хімічної обробки охолоджуючої води, що циркулює в системі.

Що стосується впливу на природу, башти градирень через їх велику кількість не вписуються в ландшафт, навіть якщо обмежити їхню висоту. Варіант з баштовими градирнями з допоміжними вентиляторами призводить до росту шумового навантаження та істотно більших інвестиційних та експлуатаційних затрат.

Щодо економічної ефективності, можна встановити, що кошти повного життєвого циклу системи охолодження баштовими градирнями є високими, в порівнянні з такими ж коштами системи охолодження свіжою водою.

На підставі результатів проведених аналізів, для реалізації була вибрана система охолодження на свіжій воді, як це свого часу було зроблено і для вже діючих блоків. [28]

7 ХАРАКТЕРИСТИКИ, ОСНОВНІ ДАНІ АТОМНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ «ПАКШ-II», ЗАПЛАНОВАНОЇ ДЛЯ ПОБУДОВИ НА ПАКШСЬКІЙ ТЕРИТОРІЇ

7.1 РОЗВИТОК РОСІЙСЬКИХ БЛОКІВ СЕРІЇ ВВЕР

Із реакторних блоків покоління III+, які випускаються російським виробником, сьогодні доступним є тип ВВЕР-1200.

Теплова потужність блока становить 3200 МВт, брутто електрична потужність - 1200 МВт, і крім цього ще має 300 МВт потужності для центрального опалення.

Ці блоки доступні в різних варіантах виконання, різниця між ними полягає в різних системах безпеки, які проектується різними головними конструкторами з різною філософією підходу (МІР-1200 проектується в Санкт-Петербурзі, а АЕС-2006 - у Москві).

Пов'язані з ВВЕР-1200 розробки були спрямовані насамперед на підвищення економічної ефективності (потужності, коефіцієнта корисної дії) та експлуатаційної готовності (коефіцієнт використання потужності – 92 %, життєвий цикл - 60 років). Крім змін в системі безпеки, вдосконалили головні циркуляційні насоси (усунення

масляного змащування), було введено нове паливо з реакторною отрутою, яка вигорає, та покращили надійність парогенераторів. В блоках нової будови схеми керування виконані на базі інтегрованої цифрової техніки.

Завдяки послідовному застосуванню загальноприйнятих міжнародних норм безпеки та рекомендацій EUR, блоки ВВЕР-1200 вважаються EUR прийнятними.

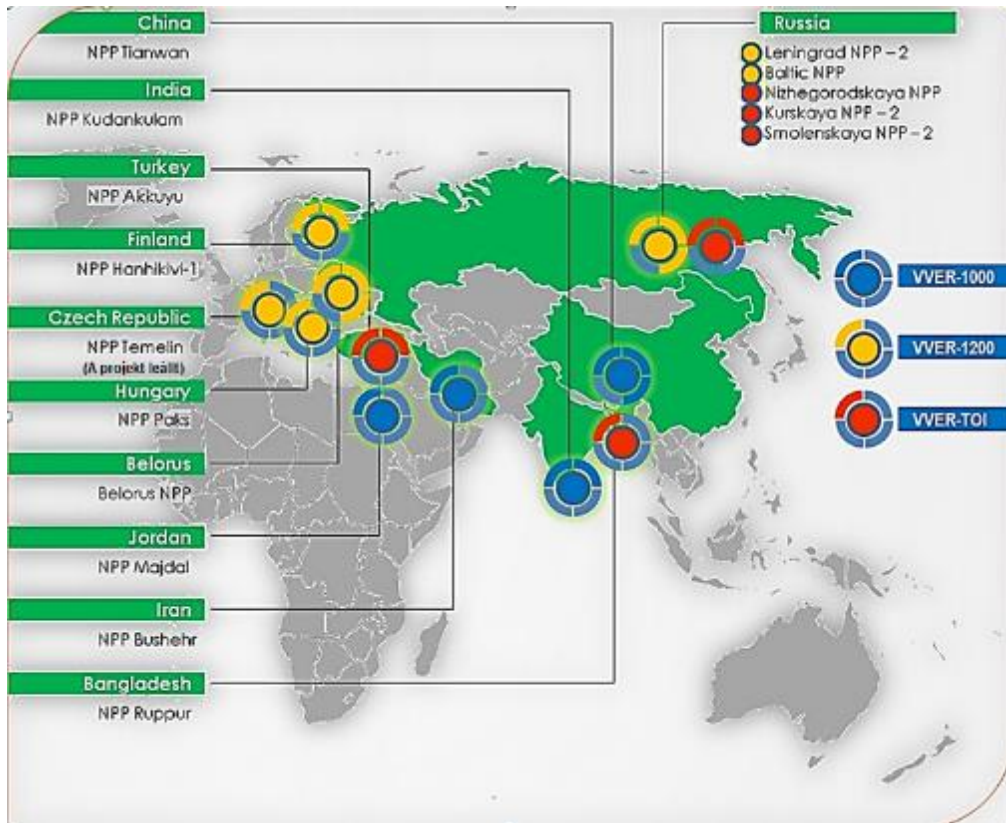


Рисунок 31: Російські блоки ВВЕР, які будуються або заплановані [7]

A projekt leáll | Проект припинений

В Російській Федерації будують чотири блоки типу ВВЕР-1200: два - на Ленінградській АЕС (Сосновий Бор) та два - на Нововоронежській АЕС. пуск цих блоків у експлуатацію очікується приблизно на 2018-2019 р.

На базі блоків типу ВВЕР-1200 в Російській Федерації значно збільшити потужності ядерної енергетики - згідно з планами, до 2020 року побудують потужність 20 000 МВт_е (17 блоків). [29]

7.2 ХАРАКТЕРИСТИКИ РОСІЙСЬКИХ БЛОКІВ, ЯКІ ПЛАНУЄТЬСЯ ПОБУДУВАТИ НА ПАКШЬКІЙ ТЕРИТОРІЇ

7.2.1 ОСНОВНІ ТЕХНІЧНІ ПАРАМЕТРИ

Основні технічні параметри блока ВВЕР-1200 наведені в наступній таблиці:

Теплова потужність реактора	3200 МВт _{тепл}
Потужність нетто, що видається (залежить від обраної технології другого контуру)	1113 МВт _е
Строк експлуатації	60 років
Запланований коефіцієнт використання потужності	>90 %
Щорічний простій через запланований капітальний ремонт	20 днів
Самоспоживання	7,1%
Тип палива, який можна використовувати	UO ₂
Тривалість паливного циклу (час перебування однієї касети в реакторі)	54 місяці (3 x 18 місяців)
Тривалість кампанії	18 місяців
Потреба в паливі	40,58 т UO ₂ / 18 місяців

Потреба в тепловидільних елементах (паливо + касета)	56,4 т UO ₂ / 18 місяців
Кількість свіжих касет при переміщенні (в стані рівноваги)	76 шт.
Середня насиченість свіжих касет	4,95 % (²³⁵ U)
Середнє вигорання палива в касетах	47,5 МВт-доб/кг U
Урегульованість	в діапазоні 50 % - 100 % 250 шт. за рік
Кількість петель та головних циркуляційних насосів (ГЦН)	4, 4 ГЦН
Тиск теплоносія першого контуру	162 бар
Температура на вході/виході реактора	298,2 / 328,9 °C
Парогенератор	4 шт., горизонтальні
Тиск на виході парогенератора	62,7 бар
Загальний об'ємний потік теплоносія першого контуру	86 000 [м ³ /год]

Таблиця 11: Найважливіші технічні показники блока ВВЕР-1200 [13], [30], [31]

7.2.2 ЦІЛІ ТА ПРОЕКТНІ РІШЕННЯ ЩОДО БЕЗПЕКИ

Ціль щодо безпеки, яку бажано досягти	Проектні рішення або заходи щодо зменшення наслідків, які застосовуються для досягнення цілі
Управління аваріями, які належать розширеної бази проектування	Контейнмент з подвійною стінкою Система розхолодження Система для охолодження контейнменту Рекомбінатори водню Пастка для зони
Запобігання процесам з великим тиском, які можуть довести до раннього пошкодження контейнменту	Редукційні клапани Система охолодження
Поводження з воднем, що виникає	Рекомбінатори водню
Стабілізація і охолодження розплаву зони	Пастка для зони
Зниження тиску в контейнменті	Холодильники з великою поверхнею (між 0-ою та 24-ою годиною) Мобільне обладнання (між 24-ою та 72-ою годиною)

Таблиця 12: Проектні рішення або заходи щодо зменшення наслідків, які застосовуються для досягнення цілі. [13], [30]

Ядерні системи блока розташовані в контейнменті з подвійною стінкою (гермооболонці) Внутрішня стінка забезпечує герметичність контейнменту, а зовнішня - захист герметичного простору від зовнішніх впливів (наприклад, падіння літака). Нижня частина контейнмента виконує роль пастки для розплаву активної зони.

Системи захисту безпеки, кожна зі 100 %-ою спроможністю щодо ліквідації, впорядковані в чотири канали, які не залежать один від одного. Енергопостачання кожного каналу безпеки забезпечується окремим дизельним генератором з потужністю по 7,5 МВт

Для аварійних ситуацій, крім систем аварійного охолодження реактора та першого контуру, також встановлені 4 гідроаккумулятори високого тиску, завданням яких є, без окремого втручання операторів, утримати активну зону в покритому водою стані на початковій стадії аварії з втратою великої кількості теплоносія в першому контурі до того часу, доки системи аварійного охолодження активної зони (CAOA3) не виконують свої завдання.

7.3 ПАЛИВО

Як паливо для нових блоків АЕС, які планується розмістити на пакшській території, передбачається використати збагачений діоксид урану.

Перевезення палива на виробничу територію здійснюватиметься, насамперед, залізницею, в контейнерах, які відповідають чинним нормативно-правовим актам.

На виробничу територію перший заряд палива АЕС доставляється за 1-1,5 роки до початку промислової експлуатації. Свіже паливо, яке необхідне для заміщення відпрацьованого палива (перевантаження), постачатиметься кожні 18 місяців, протягом усього проектного строку експлуатації, тривалістю 60 років. На виробничій території як стратегічний запас, для кожного блока зберігатимуть таку кількість свіжого палива, яка відповідає двом перевантаженням.

Відпрацьовані касети (тепловиділяючі збірки), після видалення з реактора, поміщають у басейн витримки для того, щоб зменшити в них залишкове тепло до такого рівня, коли касети вже годяться для тимчасового зберігання. В басейні витримки касети можуть перебувати не довше, ніж 10 років.

Після перебування у басейні витримки касети з відпрацьованими твелями переводяться на тимчасове зберігання. Для цього сьогодні є дві можливості:

- відпрацьовані тепловиділяючі збірки відвозяться на територію Російської Федерації, з метою тимчасового технологічного зберігання або для технологічного зберігання та переробки. Відпрацьовані тепловиділяючі збірки, або у випадку переробки - ядерні відходи, зберігаються на території Російської Федерації протягом такого ж часу, який встановлюється згаданою в частині 1 статті 7 Угодою (договором) для обробки ядерних відходів (20 років), після чого їх відвозять назад до Угорщини.
- тимчасове зберігання відпрацьованих тепловиділяючих збірок в Угорщині.

Через плановану тривалість експлуатації нових блоків та визначені міждержавними угодами проміжки часу, до уваги береться варіант вітчизняного тимчасового зберігання на виробничій території блоків або в безпосередньому сусідстві до неї. Тимчасове зберігання триватиме доки в Угорщині не з'явиться можливість для прямого захоронення касет або для захоронення високоактивних відходів, які утворюються внаслідок переробки тепловиділяючих збірок.

Після тимчасового зберігання для відпрацьованих тепловиділяючих збірок передбачається **пряме захоронення в Угорщині**, а саме за наступних причин:

- сьогодні не виконується одна з умов, які передбачаються Законом «Про атомну енергію» для остаточного захоронення за кордоном утворених в Угорщині відходів, а саме: щодо радіоактивних відходів, які перевозяться, було видано дозвіл на експлуатацію сховища радіоактивних відходів, а згадане сховище, ще до здійснення перевезення, уже експлуатується.
- із-за довгого передбаченого строку експлуатації, виникають сумніви щодо довгостроковості використання інших можливостей, які несуть значний ризик.

7.4 ПЕРШИЙ КОНТУР

Виходячи з процесу виробництва енергії, нові блоки АЕС в принципі можна розділити на дві основні частини - на перший контур та на другий контур.

Тепло, яке виділяється в активній зоні реактора, через перший контур подається на парогенератор. Вироблена парогенератором пара, шляхом перетворення в механічну енергію в турбіні другого контуру, виконує роботу, внаслідок якої підключений до турбіни генератор виробляє електроенергію.

7.5 ДРУГИЙ КОНТУР

Завдання другого контуру - перетворити вироблену реактором теплову енергію в механічну, а потім - в електричну. Живильна вода, яка циркулює у другому контурі, розігрівається і доводиться до кипіння водою першого контуру з температурою 300–320 °С, яка циркулює в трубах теплообміну парогенераторів.

Пара яка виходить з парогенератора потрапляє в турбіну, де, використовуючи енергію руху, обертає ротор турбіни. В турбіні на тій же осі розташовуються корпуси високого та низького тиску, а також ротор генератора. В корпусі високого тиску турбіни, температура пари зменшується, але вологість пари значно зростає. Тому пара, перед тим як потрапити в корпус низького тиску, проходить через так званий сепаратор-пароперегрівач, де видаляються водяні краплі, які можуть пошкодити лопатки турбіни.

Пара, яка вже виконала роботу (відпрацьована або м'ята пара), потрапляє в конденсатор, в якому по тисячам тонких трубок протікає охолоджуюча вода. Пара конденсується на охолоджуючих трубах при температурі 25 °С, а після цього вона, через регенеративну систему підігрівачів, яка використовується з метою підвищення ККД, подається турбоживильними насосами знову на парогенератор.

Коефіцієнт корисної дії парового циклу ~ 37 %.

7.6 СИСТЕМИ ОХОЛОДЖЕННЯ

На атомних електростанціях, поруч з виробництвом електроенергії як в першому, так і у другому контурі утворюється тепло, яке неможливо використати для виробництва електроенергії і яке відводиться системами охолодження.

Систему охолодження нових блоків АЕС можна розділити на три основні частини.

Система охолодження конденсатора відводить тепло конденсації парового циклу від конденсаторів, які розташовані у других контурах блоків АЕС, за допомогою механічно очищеної дунайської води, яка прокачується через поверхневі конденсатори.

Система охолодження на технічній воді відводить тепло, що утворюється в допоміжних системах другого контуру. В інженерних рішеннях запланованих блоків АЕС система охолодження на технічній воді через замкнений проміжний контур охолодження відводить скидне тепло від устаткування турбогенератора, живильних насосів та електродвигунів великої потужності. В турбінному залі система охолодження на технічній воді відгалужується від системи охолодження конденсатора, а нагріта технічна охолоджуюча вода, разом з нагрітою водою охолодження конденсатора відводиться в Дунай.

Завдання **аварійної системи водяного охолодження** - забезпечити постачання охолоджуючою водою тих споживачів (устаткування) першого контуру нової АЕС, які вимагають постійного охолодження при нормальному режимі роботи. До завдань системи аварійного охолодження належить також розхолодження перших контурів блоків при нормальному режимі роботи та в аварійних умовах, крім цього, ще й забезпечення відведення залишкового тепла від реактора, перевантажуючих споруд та з басейну витримки. Аварійна система водяного охолодження може працювати в двох режимах. В першому режимі тепло передається в оточуюче повітря через холодильні секції зі штучною тягою, а в другому режимі тепло відводиться шляхом охолодження свіжою водою, і в цьому випадку кінцевим поглиначем тепла є Дунай. Аварійна система водяного охолодження в основному працює в режимі забору свіжої води з Дунаю, але, якщо вона за будь-яких обставин (екстремальні метеорологічні умови та рівні води в Дунаю, пошкодження водопостачальних об'єктів з втратою аварійних функцій) не здатна виконати свої аварійно-захисні функції в режимі охолодження свіжою водою, то переключається на режим охолодження холодильними секціями. Аварійна система водяного охолодження, в залежності від проектних умов, які враховують характерні риси виробничої території, в значній частині свого робочого часу працює в режимі охолодження свіжою водою.

7.6.1 ЗАБІР ВОДИ З ДУНАЮ

В залежності від режиму роботи аварійної системи водяного охолодження, кількість води, яка забирається з Дунаю, у випадку одного блока становить 64,15 м³/с та 66,01 м³/с. а у випадку двох блоків - 128,3 м³/с та 132,02 м³/с. Під час оцінки того, як впливає забір води з Дунаю та скид її назад на навколишнє середовище, до уваги бралися більші значення з наведених вище.

Загальний об'єм води, який забирається з Дунаю при роботі аварійної системи водяного охолодження в режимі охолодження свіжою водою (охолоджуюча вода конденсатора, технічна охолоджуюча вода, вода для аварійного охолодження та підготовка підживлювальної води) наводиться в наступній таблиці.

Найменування	Одиниця виміру	1 x 1 200 МВт _e	2 x 1 200 МВт _e
Вода для охолодження конденсатора	м ³ /с	61,5	123
Технічна охолоджуюча вода (другий контур) [31]	м ³ /с	2,6	5,2
Вода для аварійного охолодження (перший контур) [31]	м ³ /с	1,9	3,8
Сира вода для підготовки підживлювальної води (знесоленої води)	м ³ /с	0,01	0,02
Загальний забір води з Дунаю	м ³ /с	66,01	132,02
Максимальна потреба в охолоджуючій воді за рік (8760 год)	мільярд м ³ /рік	2,08	4,16

Таблиця 13: Об'єми води, які забираються з Дунаю при роботі аварійної системи водяного охолодження в режимі охолодження свіжою водою.

7.6.2 СИСТЕМА ВОДЯНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ КОНДЕНСАТОРА

В системі охолодження свіжою водою необхідне відведення тепла здійснюється водою, що протікає через конденсатор, як це й робиться на діючих чотирьох блоках Атомної електростанції «Пакш» При цьому вода з Дунаю вибирається насосами водозабірної станції і ними же подається через належну систему труб та фільтрів до конденсаторів, розташованих в турбінному залі блока.

Після аналізу різних варіантів системи водяного охолодження конденсаторів вниз блоків АЕС та врахування технічних, економічних, екологічних аспектів та вимог щодо захисту природи, для забору та постачання охолоджуючої води було вибрано варіант забору із затоки, а для скиду теплої води - варіант, який перетинає існуючий канал холодної води і супроводжується розширенням існуючого каналу теплої води.

Необхідний для конденсаторів об'ємний потік води, що очікується в системі охолодження конденсаторів, становить: для одного блока в нормальному режимі - 61,5 м³/с, для двох блоків - 123 м³/с, за умовою, що зростання температури охолоджуючої води на конденсаторах $\Delta t = 8$ °С, а кількість тепла, що треба відвести від конденсаторів для кожного блока становить $\approx 2\ 075$ МВт_т.

Потужність блока	Одиниця виміру	1 x 1 200 МВт _е	2 x 1 200 МВт _е
Об'ємний потік охолоджуючої води [31]	м ³ /с	61,5	123
Об'ємний потік охолоджуючої води	м ³ /год	221 400	442 800
Зростання температури охолоджуючої води на конденсаторах [31]	°С	8	8
Максимальна потреба в охолоджуючій воді за рік (8760 год)	мільярд м ³ /рік	1,94	3,88

Таблиця 14: Кількість води для системи охолодження конденсаторів

7.6.3 СИСТЕМА ОХОЛОДЖЕННЯ ТЕХНІЧНОЮ ВОДОЮ (ДРУГИЙ КОНТУР)

Охолодження другого контуру атомної електростанції, за винятком охолодження конденсатора, здійснюється системою охолодження технічною водою. Вода, необхідна для системи охолодження технічною водою, доставляється системою охолодження конденсаторів до турбінного залу, а звідти, через відгалуження, за допомогою насоса для підвищення тиску до її споживачів. Вода, яка нагрілась в системі охолодження технічною водою, поступає в ту гілку теплої води системи охолодження конденсатора, яка знаходиться після конденсатора. Технічна охолоджуюча вода разом з водою охолодження конденсатора відводиться назад у Дунай. Теплоносієм в системі охолодження технічною водою є дунайська вода, яка крім того, що фільтрується в системі охолодження конденсатора, ще додатково переганяється через механічні фільтри тонкої очистки для того, щоб підтримати надійність роботи теплообмінників. З боку охолоджуваного середовища системи охолодження технічною водою, в замкненому проміжному контурі охолодження турбінного залу циркулює знесолена вода.

Система охолодження технічною водою виконується з двох 100 %-них контурів, з найважливіших елементів системи створюються дві, паралельно під'єднанні схеми, з належними поперечними з'єднаннями.

Очікувана кількість води, необхідної для системи охолодження технічною водою: для одного блока в нормальному режимі - 9 360 м³/год, для двох блоків - 18 720 м³/год. Кількість технічної води, необхідної для перехідних режимів (пуску, розхолодження) істотно не відрізняється від потреб в режимі нормальної роботи. Кількість технічної охолоджуючої води була розрахована за умовою, що кількість тепла, яке треба відвести від кожного блока, становить $\approx 86,6$ МВт_т, а зростання температури охолоджуючої води, як і в конденсаторах, становить 8 °С.

Потужність блока	Одиниця виміру	1 x 1 200 МВт _e	2 x 1 200 МВт _e
Об'ємний потік технічної охолоджуючої води при нормальному режимі роботи	м ³ /с	2,6	5,2
Об'ємний потік технічної охолоджуючої води при нормальному режимі роботи	м ³ /год	9 360	18 720
Зростання температури води в системі охолодження технічною водою	°C	8	8
Максимальна потреба в охолоджуючій технічній воді за рік	мільярд м ³ /рік	82	164

Таблиця 15: Кількість технічної охолоджуючої води [32]

7.6.4 АВАРІЙНА СИСТЕМА ВОДЯНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ

Допоміжні системи першого контуру нової атомної електростанції охолоджуються так званими аварійними системами водяного охолодження, які створюються окремо для кожного блока. До одного блока належать чотири, незалежні одна від одної системи, які виконують ідентичні функції, і з яких в нормальному режимі діє одна паралельна надлишкова система, а в перехідному режимі - дві системи.

Ця система не залежить від системи охолодження конденсатора другого контуру та від системи охолодження технічною водою, спільні об'єкти можуть бути в спорудах постачання охолоджуючою водою та її відведення.

Очікувана потреба в воді, необхідній для системи аварійного охолодження: для одного блока в нормальному режимі - 6 840 м³/год, для двох блоків - 13 680 м³/год. В перехідних режимах роботи (наприклад: пуск, розолодження) для одного блока потрібно 13 680 м³/год. За пов'язаних з експлуатацією причин не очікується, що обидва блоки одночасно перебуватимуть в перехідному режимі, тому одночасно необхідний об'ємний потік води для обох блоків разом ймовірно не перевищуватиме 20 520 м³/год. Розрахунки кількості води, необхідної для аварійної системи водяного охолодження, були встановлені за умовою, що зростання температури охолоджуючої води, як і в конденсаторах, становить 8 °C.

Потужність блока	Одиниця виміру	1 x 1 200 МВт _e	2 x 1 200 МВт _e
Об'ємний потік аварійної охолоджуючої води при нормальному режимі роботи	м ³ /с	1,9	3,8
Об'ємний потік аварійної охолоджуючої води при нормальному режимі роботи	м ³ /год	6 840	13 680
Об'ємний потік охолоджуючої води в перехідних режимах	м ³ /год	13 680	20 520
Зростання температури води в аварійній системі водяного охолодження	°C	8	8

Таблиця 16: Кількості води в аварійній системі водяного охолодження

Охолодження холодильними секціями зі штучною тягою

В одному з режимів роботи аварійної системи водяного охолодження тепло передається в оточуюче повітря через холодильні секції зі штучною тягою і кінцевим поглиначем тепла є атмосферне повітря. При цьому аварійна система водяного охолодження відводить тепло не за допомогою дунайської води, а тому і відведене тепло не потрапляє до Дунаю. У цьому випадку аварійна система водяного охолодження може вважатися за квазізамкнену систему, а за об'ємний потік охолоджуючої води вважатиметься потік води, яка циркулює між аварійними холодильними секціями та теплообмінниками аварійної системи водяного охолодження. Після початкового наповнення системи теплоносієм, необхідно тільки поповнювати втрати води внаслідок випаровування, винесення бризок та видалення мулу, а це здійснюється технологічною лінією підготовки підживлювальної води для АЕС. Щорічна кількість додаткової охолоджуючої води мінімальна тому, що можна припустити, що тривалість роботи баштових градирень аварійного охолодження щорічно становитиме не більше одного місяця, тому кількістю потрібної для цього дунайської води можна знехтувати, порівнюючи з кількістю охолоджуючої води, яка забирається для інших цілей.

Потужність блока	Одиниця виміру	1 x 1 200 МВт _e	2 x 1 200 МВт _e
Кількість додаткової охолоджуючої води	м ³ /с	0,04	0,08
Щорічна потреба в додатковій охолоджуючій воді (потреба в дунайській воді для забезпечення безпеки)	мільярд м ³ /рік	≈0,1	≈0,2

Таблиця 17: Кількості води для аварійної системи водяного охолодження в режимі охолодження аварійними баштовими градирнями.

Відбудованість баштових градирень з секціями зі штучною тягою, для відведення тепла від аварійної системи водяного охолодження, для кожного блока становить 4x100 %. (Величину запасу можна буде остаточно визначити на підставі результатів аналізу безпеки виробничої території.) При нормальному режимі роботи в кожному блоці працює одна аварійна баштова градирня, а інші залишаються в резерві, в той час як при пуску, зупинці та розхолодженні блоків після зупинки працюють по дві аварійні баштові градирні в кожному блоці.

Біля контейнменту кожного блока розміщуються по 4 аварійні холодильні секції. Площа основи аварійних холодильних секцій становить приблизно 17 x 35 м, а повна висота приблизно 15 м, з якої приблизно 13 м складають самі секції, а ще приблизно 2 м складають витяжні труби над ними. Біля холодильних секцій знаходиться насосна станція аварійних холодильників, яка забезпечує циркуляцію охолоджуючої води між холодильними секціями та системами безпеки. Конструкція аварійних баштових градирень складається зі спарених холодильних секцій, де кожна з секцій містить дві водорозподільні системи та два вентилятори.

Охолоджуюча вода, яка нагрілась в системах безпеки першого контуру, подається в аварійні холодильні секції, де через форсунки рівномірно розподіляється на поверхнях елементів зрошувача. Плівка води, яка утворюється на поверхнях елементів зрошувача, охолоджується під дією випаровування в оточуюче повітря, яке рухається протитечею крізь елементи зрошувача. Для того, щоб різко зменшити винесення повітряною протитечею бризок з поверхні вологих елементів зрошувача, над елементами та форсунками зрошувача ставлять краплевідбійник (елімінатор). Холодна охолоджуюча вода відводиться з елементів зрошувача назад у басейн охолоджуючої води, а звідти циркуляційними насосами знову подається в системи безпеки першого контуру. Втрати води внаслідок випаровування та виділення мулу поповнюються через систему підживлювальної води, де у воду додаються хімічні речовини для забезпечення надійності роботи системи.

Охолодження свіжою водою

В іншому режимі роботи аварійна система водяного охолодження відводить тепло за допомогою прокачування дунайської води, а тому і відведене тепло через канал теплої води потрапляє до Дунаю. У цьому випадку аварійна система водяного охолодження вважається за відкриту систему, а об'ємний потік охолоджуючої води - це вода з Дунаю, яка постачається з водозабірної станції води аварійного охолодження і прокачується через теплообмінники аварійної системи водяного охолодження. Максимальна потреба в охолоджуючій воді розрахована на 8760 годин роботи через те, що можуть траплятися такі роки, коли аварійна система водяного охолодження весь рік працюватиме в режимі охолодження «свіжою водою».

Потужність блока	Одиниця виміру	1 x 1 200 МВт _e	2 x 1 200 МВт _e
Об'ємний потік аварійної охолоджуючої води при нормальному режимі роботи (циркуляційна вода або вода з Дунаю)	м ³ /с	1,9	3,8
Максимальна потреба в аварійній охолоджуючій воді за рік (у випадку забору води з Дунаю)	мільярд м ³ /рік	59,9	119,8

Таблиця 18: Кількість води для аварійної системи водяного охолодження в режимі охолодження «свіжою водою»

Спосіб охолодження можна остаточно обрати пізніше, на підставі результатів технічного аналізу та аналізу безпеки виробничої території. В разі необхідності, охолодження систем безпеки можна реалізувати за допомогою бризкального басейну або шляхом постачання водою з водозабірної станції, яка не пов'язана з системою водяного охолодження конденсатора.

Аварійна система водяного охолодження повинна відповідати вимогам МАГАТЕ та НП ЯРБ, згідно з якими треба забезпечити відведення залишкового тепла реактора в разі втрати системи поглинання тепла в нормальному режимі навіть тоді, якщо ця ситуація виникла внаслідок зовнішнього впливу (землетрусу, виняткових метеорологічних умов (надзвичайний мороз, вітер, снігопад) падіння літака, пожежі і т.д.) [32]

7.6.5 ГІДРОЛОГІЧНІ ОБ'ЄКТИ СИСТЕМИ ПОСТАЧАННЯ ОХОЛОДЖУЮЧОЮ ВОДОЮ.

Наявний, збільшений канал холодної води

Наявний канал холодної води використовуватиметься спільно блоками Атомних електростанцій «Пакш» та «Пакш-II». Для того, щоб забезпечити підведення через канал холодної води належної кількості охолоджуючої води у 2030-му році, коли почнуть одночасно працювати 4 існуючі блоки та 2 проектні блоки, необхідно збільшити канал холодної води на відрізковій довжині приблизно 1300 м.

Водозабірна станція

Найкраще місце для побудови нової станції для забору води з котловану знаходиться на березі вже існуючого каналу холодної води АЕС «Пакш», на вільній території на відстані 150 м на північ від уже діючої водозабірної станції. Водозабірна станція складається з системи насосів та фільтрів охолоджуючої води конденсатора, виконаної за формулою 3 x 33 % або 4 x 25 % для кожного блока, тобто з 6-8 паралельних систем на обидва блоки. До складу водозабірної станції належать решітка з механізованим очищенням, стрічковий фільтр та належним чином виконані жалюзі.

В режимі охолодження свіжою водою воду з Дунаю для аварійної системи водяного охолодження забирають насоси аварійного охолодження, по 4 на кожний блок, які розташовані в будинку водозабірної станції. Водозабірна станція аварійної системи водяного охолодження ймовірно працюватиме протягом значної частини строку експлуатації АЕС, відповідно до проекту, в якому були враховані властивості виробничої території.

Трубопроводи охолоджуючої води

Вода для системи охолодження конденсатора (частиною якої є вода для системи охолодження технічною водою) від водозабірної станції до турбінного залу поступає через підземний трубопровід, траса якого має довжину 300-400 м. Для того, щоб забезпечити протікання належної кількості охолоджуючої води через систему водяного охолодження, до кожного блока підведено по три трубопроводи, діаметром 3,2-4 м кожний.

Вода для аварійної системи водяного охолодження тече паралельно до системи водяного охолодження конденсатора аж до турбінного залу, а звідти, вже окремою трасою, до корпусу, який містить аварійну систему водяного охолодження. Для того, щоб забезпечити протікання належної кількості охолоджуючої води через аварійну систему водяного охолодження, до кожного блока підведено по чотири трубопроводи, діаметром 0,5-0,8 м кожний.

Конденсатори турбіни та теплообмінники системи охолодження

Охолоджуюча вода, яка тече через систему охолодження, в конденсаторах турбіни відводить тепло, яке необхідно відвести для конденсації поступаючої в конденсатор пари. Відведене тепло нагріває охолоджуючу воду, яка протікає через розташовані в конденсаторі труби. На стадії проектування температура охолоджуючої води в конденсаторі зростає на 8 °С.

В системі охолодження технічною водою та в аварійній системі водяного охолодження вода, яка протікає через теплообмінники, відводить тепло від замкненого проміжного контуру охолодження, який під'єднується до згаданих систем. Відведене тепло нагріває охолоджуючу воду, яка протікає через труби теплообмінника (воду з Дунаю) На стадії проектування очікується, що температура охолоджуючої води в системі охолодження технічною водою та в аварійній системі водяного охолодження - як це передбачається і для системи система водяного охолодження конденсатора - зростає на 8 °С.

Криті канали теплої води

Нагріта охолоджуюча вода тече від турбінного залу до каналу холодної води, потім по мосту над каналом холодної води, а після моста - в залізобетонному каналі до водозливу постійного рівня, по трасі довжиною 500 м. Нагріта охолоджуюча вода складається з нагрітої технічної охолоджуючої води, яка підводиться всередину турбінного залу, та нагрітої аварійної охолоджуючої води, яка підключається поза турбінним залом (якщо система аварійного охолодження працює в режимі охолодження свіжою водою). Для відведення необхідної кількості охолоджуючої

води від системи водного охолодження від кожного блока відводиться по два канали, побудовані з залізобетонних секцій розміром 5 x 3 м.

Міст-канал

Нагріта охолоджуюча вода протікає над каналом холодної води по спеціально побудованому мосту-каналу до водозливу постійного рівня. Міст-канал будується зі збірних залізобетонних елементів, його бики розташовуються в руслі вже діючого каналу холодної води. Ширина мосту становить приблизно 25-30 м, найдовший прогін не перевищує 50 м.

Водозлив постійного рівня

Завдання водозливу постійного рівня - забезпечити наявність постійного тиску з боку охолоджуючої води конденсатора, що необхідно для надійної роботи системи охолодження конденсатора, та забезпечити можливість для підмішування теплої води в канал холодної води.

Новий відкритий канал з трапецієвидним перерізом

Від водозливу постійного рівня до наявного каналу теплої води необхідно побудувати новий відрізок відкритого залізобетонного каналу теплої води з трапецієвидним перерізом та з штаноподібним трійником, який підводить теплу воду з нових блоків у вже діючий канал теплої води. В новому відкритому каналі тепла вода під дією гравітації тече по трасі довжиною приблизно 500 м в напрямку до вже діючого каналу теплої води. Планована ширина дна нового відкритого каналу - 16 м, ширина каналу 80 м (ширина вінця - 50 м), крутизна відкосів - 1:2, середній рівень води приблизно 2,5-3 м.

Наявний, збільшений канал теплої води

Після нового штаноподібного трійника нагріта охолоджуюча вода через належним чином збільшений розріз наявного каналу теплої води потрапляє в споруду для скиду вод. Нагріта охолоджуюча вода через належним чином збільшений канал теплої води під дією гравітації повертатиметься до Дунаю.

При побудові АЕС «Пакш» існуючий зараз канал теплої води спроектували у такий спосіб, щоб він годився для відведення кількості води, яка буде потрібна не тільки для АЕС «Пакш», але й для планованого тоді збільшення потужності 2 x 1000 МВт. Тому проектна пропускна здатність каналу теплої води на той час становила 220 м³/с. Було проведено аналіз придатності каналу теплої води для запланованих блоків потужністю 2 x 1 200 МВт, під час якого були враховані очікувані рівні води в Дунаю та обмежуючий вплив наявного водозливу постійного рівня Атомної електростанції «Пакш» на максимальний рівень води в канал теплої води.

Для того, щоб канал теплої води був здатний відвести кількість води 6-ти блоків у 2030-му році, коли уже наявні 4 блоки і заплановані 2 нових блоки працюватимуть одночасно, необхідно збільшити канал теплої води. Кількість води від блоків, які почнуть діяти у 2025-му році значно підвищить рівень води в каналі теплої води і ускладнить проведення робіт по збільшенню каналу, тому збільшення пропускної здатності, яке в принципі потрібне тільки у 2030-му році, доцільно провести уже до 2025-го року, на момент пуску першого блока.

Наявний гаситель енергії потоку води з другою точкою введення потоку.

Ввести в Дунай теплу воду 4-х наявних та 2-х запланованих блоків можна за допомогою належним чином побудованого нового гасителя енергії потоку води.

Порівнюючи зі збільшенням наявного гасителя енергії, створення другої точки введення потоку має численні переваги. Застосовуючи нову впускну конструкцію, побудовану в другій точці введення потоку, розташованій на території між гирлами існуючих каналів холодної та теплої води, а також розміщену там рекупераційну електростанцію, можна значно покращити ступінь змішування теплої води, що скидається в Дунай, виграти значну кількість електроенергії та мінімізувати займання територій програми «Натура 2000».

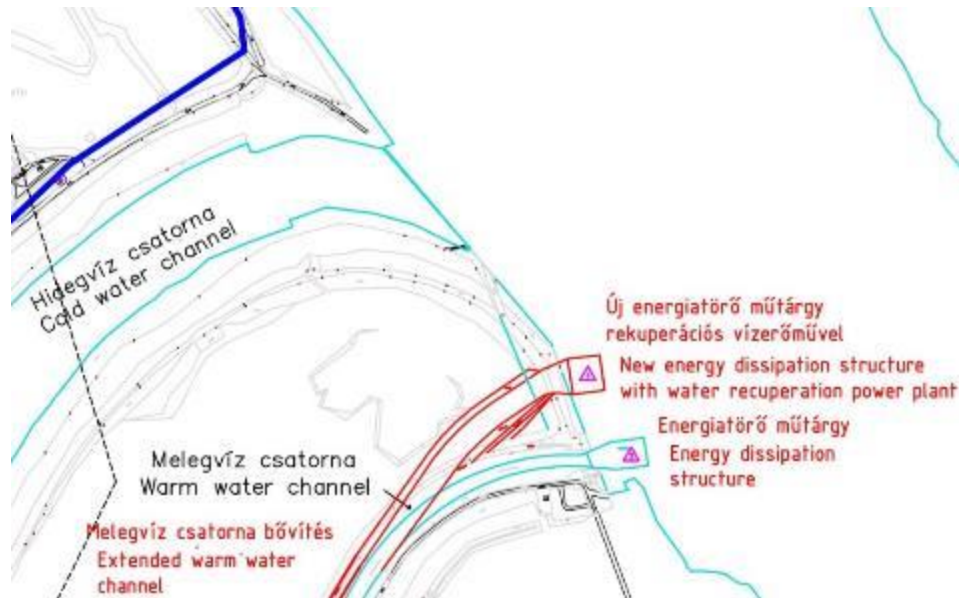


Рисунок 32: План розташування наявного гасителя енергії потоку води та планованої другої точки введення потоку

Hidegvíz csatorna	Канал холодної води
Melegvíz csatorna	Канал теплої води
Melegvíz csatorna bővítés	Розширення каналу теплої води
Új energiatörő műtárgy rekuperációs erőművel	Новий гаситель енергії води з рекупераційною електростанцією
Energiatörő műtárgy	Гаситель енергії води

7.6.5.1 Рекупераційна гідроелектростанція

Якщо запрудити канал відведеної від АЕС теплої води, то біля гирла вливання каналу в Дунай можна досягти такої висоти падіння води, яка достатня для приведення в дію гідротурбін з номінальною встановленою потужністю ~7-8 МВт. Враховуючи зміни рівня води в Дунаю та режими роботи блоків кількість отриманої таким чином електроенергії щорічно становитиме приблизно 35 ГВт-год.

Високий рівень води верхнього б'єфу рекупераційної гідроелектростанції створюється водоутримуючою греблею, в якій розміщуються гідротурбіни та додаткові обслуговуючі об'єкти. До них належать перекриваючі конструкції та їхні приводні механізми, які регулюють напрям потоку, підйомні установки для технічного обслуговування, допоміжні об'єкти. Біля гідроелектростанції в окремому електричному корпусі розташовуються електротехнічні устаткування, вузли керування, розподільні шафи і трансформатори. Сюди прибувають силові кабелі від електростанції і звідси беруть початок лінії електропередачі для відведення виробленої електроенергії. Тут розміщуються також вузли, що обслуговують допоміжну енергію, компресор та маслостанцію.

Рекупераційна гідроелектростанція оснащена спорудами для водозливу, які в разі зупинки чи технічного обслуговування турбін здатні надійно, без утворення зворотного ефекту відвести назад у Дунай повсякчасну максимальну кількість охолоджуючої води, яка прибуває з атомної електростанції.

Гідроелектростанція - це самостійний об'єкт, оточений огорожею, який не потребує постійної присутності операторів. Безпека об'єкту забезпечується фізичними бар'єрами та системою оповіщення.

7.7 ДОПОМІЖНІ СИСТЕМИ ТА ОБ'ЄКТИ

7.7.1 ЗНЕСОЛЕНА ВОДА

У зв'язку з побудовою нових блоків планується спорудити нову станцію для підготовки води, потужністю 3x100 %, щоб забезпечити необхідний резерв надлишку. З найважливіших елементів цієї системи створюються дві, паралельно під'єднанні схеми, з належними поперечними з'єднаннями.

Технологічний процес підготовки додаткової води складається з наступних етапів: освітлення, фільтрація різними способами, мембранне (баромембранне) знесолення, а в разі необхідності - додаткове знесолення за допомогою іонного обміну. Процес мембранного знесолення складається з подальших трьох частин: ультрафільтрації,

знесолення за принципом зворотного осмосу та знесолення електродеіонізацією (ЕДІ). Суть процесу підготовки додаткової води полягає в мембранному знесоленні, важливою характерною рисою якого є те, що порівнюючи з традиційним вапняним пом'якшенням та процедурою іонообмінного знесолення, використання хімічних речовин на порядок менше, а тому можна значно зменшити кількість хімікатів, які викидаються зі скидними водами. Процесом підготовки додаткової води забезпечується постачання додатковою охолоджуючою водою, необхідною для баштових градирень аварійної система водяного охолодження. Вода, необхідної для додаткової охолоджуючої води якості, отримується після проміжного етапу процесу підготовки додаткової води - після процедури мембранного знесолення. Через це перший етап підготовки додаткової води є більш потужним (залежно від способів зберігання додаткової охолоджуючої води та вимог щодо якості води баштових градирень), глибоке знесолення застосовується тільки до тієї кількості знесоленої води, яка потрібна для першого та другого контуру.

Залежно від двох можливих режимів роботи аварійної системи водяного охолодження, станція підготовки додаткової води теж може працювати в двох різних режимах. Оскільки аварійна система водяного охолодження тільки короткий час (щорічно декілька днів, ймовірно не більше одного місяця) працюватиме в режимі охолодження баштовими градирнями, тому баланс використання води в процесі підготовки додаткової води надається для характерного режиму, тобто коли аварійна система водяного охолодження працює в режимі охолодження свіжою водою, і немає необхідності в додатковій охолоджуючій воді.

Очікувана кількість сирі води, необхідної для системи підготовки додаткової води: для одного блока в нормальному режимі - 36 м³/год, для двох блоків в нормальному режимі - 72 м³/год. Таким чином загальна кількість сирі води, потрібної для обох запланованих блоків разом, щорічно ймовірно не перевищуватиме 640 тис. м³.

Найменування	Одиниця виміру	1x1 200 МВт	2x1 200 МВт
Сира вода (з Дунаю)	м ³ /с	0,01	0,02
Сира вода (з Дунаю)	м ³ /год	36	72
Скидна вода	м ³ /год	12	24
Вироблена знесолена вода	м ³ /год	24	48

Таблиця 19: Баланс використання води під час підготовки додаткової води в нормальному режимі експлуатації.

Завдання системи зберігання та розподілу знесоленої води є зберігання та доставка знесоленої води до відповідних споживачів первинного контуру, турбінного залу та допоміжних об'єктів. Станція підготовки додаткової води та споруди для збереження знесоленої води разом повинні забезпечити максимальні потреби в знесоленій воді, які можуть виникнути. Очікувана кількість знесоленої води, необхідної для блоків нової АЕС: для одного блока в нормальному режимі - 24 м³/год, для двох блоків в нормальному режимі - 48 м³/год. Підвищена потреба в знесоленій воді, яка може виникнути під час перехідних режимів роботи, забезпечується з резервуару для зберігання знесоленої води. Оскільки тривалість перехідних режимів роботи становить декілька днів на рік, тому визначаючим є потреба в знесоленій воді в нормальному режимі роботи. Загальна кількість знесоленої води, потрібної для обох запланованих блоків разом, щорічно ймовірно не перевищуватиме 420 тис. м³.

Очікувана кількість скидної води, яка утворюватиметься на спільній станції підготовки додаткової води обох блоків нової АЕС: для одного блока в нормальному режимі - 12 м³/год, для двох блоків в нормальному режимі - 24 м³/год. Таким чином загальна кількість скидної води зі станції підготовки додаткової води для обох запланованих блоків разом, щорічно ймовірно не перевищуватиме 220 тис. м³.

На станції підготовки додаткової води скидну воду, яка утворюється на різних етапах технології, збирають і зберігають в тимчасовому колекторному резервуарі скидних вод. Скидні води, що прибувають як результати різних процесів, змішуються і перед зливом перевіряються, чи відповідають вимогам щодо емісії. Якщо необхідно, то проводиться хімічна нейтралізація. Скидна вода відводиться в систему технічної скидної води. [32]

7.7.2 ТЕХНІЧНА СКИДНА ВОДА

7.7.2.1 Система обробки радіоактивних скидних вод первинного контуру

В системі радіоактивної скидної води первинного контуру збираються, обробляються та зберігаються радіоактивні скидні води, які утворюються в режимі нормальної роботи. Ця система приймає також можливі радіоактивні скидні води від систем турбінного залу, наприклад: видалення мулу з живильної води парогенераторів).

Одним з основних завдань обробки рідких радіоактивних відходів є селективний збір різних видів скидних вод, відповідно до їхніх основних фізико-хімічних властивостей та забрудненості. Завдяки розділенню активних та неактивних скидних вод під час селективного збору, вдається істотно зменшити кількість відходів різних категорій, які підлягають захороненню. Більша частина радіоактивних вод, після проходження належного процесу очищення, повертається до належної ділянки технології первинного контуру. Радіоактивні скидні води, які не можна повернути назад у технологічний процес, проходять через технологічну лінію очистки, в результаті якої активні забруднювачі згущуються і зберігаються в належній формі. Очищена скидна вода з контрольованою концентрацією радіонуклідів, отримана в результаті обробки та знешкодження радіоактивних скидних вод, із системи скидних вод первинного контуру через контрольний бак та контрольований трубопровід зливу потрапляє в канал теплої води.

Очікувана щодобова максимальна та щорічна середня кількість очищених скидних вод системи радіоактивних скидних вод наводиться в наступній таблиці.

Найменування	Одиниця виміру	1x1 200 МВт	2x1 200 МВт
В нормальному режимі роботи	м ³ /год	5	10
Щорічна кількість скидної води	тисяч м ³ /рік	44	88

Таблиця 20: Кількість рідких радіоактивних відходів в первинному контурі [32]

7.7.2.2 Система обробки скидних вод турбінного залу

Система обробки скидних вод турбінного залу збирає і переробляє скидні води турбінного залу та допоміжних об'єктів. В цій системі оброблюються тільки нерадіоактивні скидні води.

Систему обробки скидних вод турбінного залу можна розбити на три основні підсистеми:

- замкнена система збору конденсату,
- система збору стічних вод,
- система промислових скидних вод.

Стічні води замкненої системи збору конденсату турбінного залу в нормальному режимі роботи відводиться у систему живильної води, вона не з'являється як скидна вода. Скидні води із системи збору стічних вод та системи промислових скидних вод тільки після належної очистки, нейтралізації або видалення масел можуть вважатися скидними водами. Кількість скидних вод наводиться в наступній таблиці.

Найменування	Одиниця виміру	1x1 200 МВт	2x1 200 МВт
В нормальному режимі роботи	м ³ /год	20	40
Щорічна кількість скидної води	тисяч м ³ /рік	175	350

Таблиця 21: Кількість рідких відходів з турбінного залу

Загальна кількість скидної води з турбінного залу та з допоміжних об'єктів у випадку обох запланованих блоків разом, щорічно ймовірно не перевищуватиме 350 тис. м³.

Скидні води, які збираються системою скидних вод, після належного контролю і в разі дотримання встановлених для скидів граничних значень, через систему скидних вод турбінного залу електростанції надходить в канал теплої води. [32]

7.7.3 Скидні води аварійних баштових градирень

Якщо аварійна система водяного охолодження працює в режимі охолодження баштовими градирнями, то внаслідок випаровування в баштових градирнях та через забруднення, які потрапляють до них з потоками повітря, під час тепловіддачі необхідно постійно видаляти мул з системи водяного охолодження, щоб уникнути згущення охолоджуючої води та підвищення в ній концентрації забруднюючих речовин. Скидна вода, яка утворюється внаслідок видалення мулу під час роботи аварійних баштових градирень, разом з нагрітою охолоджуючою водою конденсатора, через канали відведення теплої води надходять в Дунай. Її кількість на декілька порядків менша, ніж кількість охолоджуючої води конденсатора.

Скидна вода, яка утворюється під час роботи аварійної системи водяного охолодження в режимі охолодження баштовими градирнями, виникає в результаті видалення мулу з баштових градирень. Вода, яка виділяється з

намулом, фактично є результатом згущення через випаровування в баштових градирнях тієї води, яку частково знесолили на станції підготовки додаткової води. В наступній таблиці наводяться щогодинні та щорічні кількості скидної води баштових градирень, які очфкуються за згаданих умов експлуатації.

Найменування	Одиниця виміру	1x1 200 МВт	2x1 200 МВт
Скидна вода аварійних баштових градирень внаслідок видалення мулу	м ³ /год	36	72
Максимальна кількість скидної води щороку (припускаючи не більше, ніж 1 місяць експлуатації)	тисяч м ³ /рік	26	52

Таблиця 22: Максимальна кількість скидної води аварійних баштових градирень внаслідок видалення мулу

Загальна кількість скидної води аварійної системи водяного охолодження, внаслідок її роботи в режимі охолодження баштовими градирнями, для обох запланованих блоків разом, щорічно ймовірно не перевищуватиме 52 тис. м³.

Скидні води, після належного контролю і в разі дотримання встановлених для скидів граничних значень, через систему скидних вод електростанції надходять в канал теплої води.

7.7.4 Комунально-побутові стічні води

Джерело: «Аналіз постачання питною водою запланованих нових блоків АЕС та відведення від них комунально-побутових стічних вод на пакшській виробничій території, з метою підготовки прийняття рішення щодо цих питань», ЗАТ "МВМ ЕРБЕ», 2013 р., [6-10].

На підставі проведених аналізів, оптимальним рішенням питання щодо постачання питною водою нової АЕС як з технічної точки зору, так і з погляду економічної ефективності є гідроелектростанція с. Чампа та її допоміжні системи, а щодо відведення комунально-побутових стічних вод - станція очистки стічних вод, яка працює на території АЕС «Пакш» та її допоміжні системи.

Найбільша потреба в питній воді виникає в той період, коли перший блок уже працюватиме і одночасно з цим будуватиметься другий блок. В цей час найбільша потреба у воді становитиме 646 м³ на добу, найбільша кількість утворених стічних вод становитиме 95 % від цього об'єму, тобто 614 м³ на добу.



Рисунок 33: Розташування гідроелектростанції с. Чампа [33]

Csámpai vízműtelep | Гідроелектростанція с. Чампа

7.7.5 Вода атмосферних опадів

Атмосферні опади, що стікають з території майданчика та з дахів нових блоків АЕС, а також зібрані з інших територій незабруднені поверхневі води відводяться безпосередньо до каналу теплої води.

На виробничій території розрізняємо дві системи обробки води атмосферних опадів - для чистих та для потенційно забруднених маслом. Для того, щоб зібрати потенційно забруднені маслом води опадів, на території відкритих автостоянок будуватимуться нафтовловлювачі належних розмірів. Фундаменти трансформаторів будуються разом з дощоприймальними приямками, колодязями належної потужності, та системою нафтовловлювання. Вода атмосферних опадів, зібрана з території резервуарів паливно-мастильних матеріалів, теж відводиться через нафтовловлювачі. Звільнені від нафтопродуктів води опадів відводяться разом з чистими водами атмосферних опадів.

7.7.6 Пожежна вода

Нові блоки АЕС мають спільну систему постачання пожежною водою, яка в свою чергу отримує воду із системи сирієї води нових блоків. Вода із системи сирієї води, через трубопровід сирієї води, найбільша потужність якого 380 м³/год, надходить у басейн системи пожежної води. Система забезпечення пожежною водою буде розроблена відповідно до плану протипожежного захисту, який розроблятиметься пізніше.

7.7.7 РОЗЛИВ ТА ЗБЕРІГАННЯ ХІМІКАТІВ

Запланована нова атомна електростанція матиме власну станцію для розливу та зберігання хімікатів. Усі хімікати, які використовуються на АЕС, приймаються, розливаються, зберігаються та обробляються на станції розливу та зберігання хімікатів, яка знаходиться в окремому приміщенні корпусу підготовки води. З хімічних речовин необхідно зберігати запас, який покриває використання на протязі 30 днів нормального режиму роботи електростанції. Для того, щоб запобігти потраплянню хімічних речовин в навколишнє середовище, будуть утворені спеціальні басейни-стокзбірники. На складі хімікатів, довкола резервуарів з хімікатами споруджуються колекторні басейни для хімікатів, а в підлозі розміщуються трапи, які в разі витоків хімікатів відводять їх для нейтралізації на станцію хімічної обробки скидних вод. Поруч з резервуарами з хімікатами будуть розміщені спеціальні насоси для подавання хімікатів. Для транспортування нерідинних хімічних речовин буде створена належна пневматична система. Розфасовані кількості складованих хімікатів переміщуватимуться за допомогою автотранспорту або гідравлічних візків.

Найменування	Кількість на складі
Склад гідразину та амонію	
Гідроксид амонію	1 м ³
Гідразин	3 т
Склад водню	13 м ³
Склад хімікатів	
Азотна кислота	4 м ³
Сірчана кислота	7 м ³
Цех обробки води	
Соляна кислота	53 м ³
Гідроксид натрію	40 м ³
Зберігання бору	2 x 3 т

Таблиця 23: Складування хімікатів протягом роботи електростанції

7.7.8 ДИЗЕЛЬНІ ГЕНЕРАТОРИ

Постачання електроенергією систем безпеки в разі аварії забезпечується чотирма дизельними генераторами на кожний блок, потужність кожного з яких становить ~7,5 МВт_e, а теплова потужність, що споживається на одиницю становить 18,75 МВт_t. Будь-який з дизельних генераторів здатний забезпечити постачання необхідної кількості електроенергії в разі аварійної зупинки. Для безпечної зупинки необхідно забезпечити безперервність роботи дизельного генератора на протязі 168 годин. Об'єм необхідних для цього складських потужностей в разі роботи одного генератора (за умовою, що теплотворна здатність - 42 МДж/кг, питома вага - 0,83 кг/л а коефіцієнт корисної дії - 40 %) становить ~325 м³. Однак, для того, щоб забезпечити необхідний резерв для надійного постачання пального кожний дизельний генератор матиме свій бак для пального, кожний з яких здатний сам забезпечити

кількість пального, необхідну для роботи на протязі 168 годин. Таким чином, для зберігання дизельного пального в будівлях дизельних генераторів будуть створені складські потужності об'ємом $8 \times 325 \text{ м}^3$, тобто усього 2600 м^3 .

За умов нормального режиму роботи АЕС, дизельні генератори працюють тільки під час запланованого тестового режиму, кожний окремо в середньому щомісяця 8 годин, тому річний тестовий період становить 8×12 , тобто 768 годин.

7.7.9 ДОПОМІЖНИЙ ПАРОВИЙ КОТЕЛ

Для того, щоб задовольнити потреби в парі під час будівництва та для прискорення запуску блока в період експлуатації, буде встановлено 2 допоміжних електричних парових котла, кожний потужністю 15 МВт. Електричне живлення котли отримуватимуть від мережі 10 кВ і разом будуть здатні виробляти 46 т пари за годину, з тиском 12 бар та температурою $192 \text{ }^\circ\text{C}$. [34]

7.7.10 ІНЖЕНЕРНЕ ОБЛАДНАННЯ БУДІВЕЛЬ

Системи вентиляції атомної електростанції запобігають поширенню або зменшують поширення радіоактивних речовин в межах об'єкту, забезпечують наявність кліматичних умов, необхідних для персоналу та /або устаткування, з метою підтримки атестованих умов.

7.7.11 СИСТЕМА СТИСЛОГО ПОВІТРЯ

Потреби первинного та вторинного контуру в стислому повітрі задовольняються компресорними станціями та устаткуванням для осушення повітря. Як правило, первинний та вторинний контури в кожному блоці обслуговуються двома станціями постачання стислим повітрям.

7.7.12 СИСТЕМА ЦЕНТРАЛЬНОГО ОПАЛЕННЯ

Завданням системи Атомної електростанції «Пакш» по забезпеченню центрального опалення міста є наступне:

- забезпечення гарячою водою первинних контурів теплообмінників розташованих в мікрорайонах станцій тепlopостачання, і забезпечення таким чином опалення мікрорайонів;
- Забезпечити місто Пакш побутовою гарячою водою та систему центрального опалення електростанції - живленням.

Пік потреб міської системи опалення становить приблизно 30 МВт_t , тобто сьогоднішня система спроектована з надлишком, має деякі резерви. Система центрального опалення міста має характер мережі з магістральними трубопроводами прямого і зворотного напрямку (номінальна температура в прямому / зворотному напрямку: $130 / 70 \text{ }^\circ\text{C}$, в разі стійкого холоду - $150 / 70 \text{ }^\circ\text{C}$).

Трьома основними вузлами системи центрального опалення міста є:

- Станції тепlopостачання (теплообмінники);
- Циркуляційна система;
- Система постачання додатковою водою.

З побудовою нових блоків планується відбудова системи опалення міста, яка рівноцінна з діючою сьогодні, тобто частина пари встановлених нових турбін відводиться на спільний розподільник, після якого розташовуються теплообмінники, відповідно до потреб в теплі та з врахуванням потужності, що становить приблизно 30 МВт . Уся система (теплообмінники, циркуляційні вузли, розподільники) можуть бути розміщені в окремій частині будівлі (в окремій будівлі). [35]

7.8 СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ

Завдання системи управління - надійне і безпечне керування процесами виробництва електроенергії на електростанції, зменшення ймовірності виникнення збою, інциденту або аварії до прийнятного рівня. Система управління здійснює контроль усіх технологічних та енергетичних процесів, автоматично керує ними, генерує сигнали, що сповіщають про ненормальні явища, та вживає заходів щодо цих явищ за допомогою вбудованих рішень які мають резерви.

Постійний контроль за процесами та устаткуванням, які необхідні для роботи електростанції, але несуть навантаження або ризик для природного середовища або населення, здійснюється засобами та системами моніторингу, які не залежать від системи управління технологічними процесами.

7.9 ЕЛЕКТРИЧНІ СИСТЕМИ

З погляду екологічного навантаження електроенергетична система кожного з нових блоків з боку електростанції складається трьох однофазних головних трансформаторів, двох трифазних трансформаторів для власного користування та одного запасного трифазного трансформатора для мережі/пуску.

Головний трансформатор

Ефективна потужність: мін. 1 200/3 МВт (~1 500/3 МВА)

Кількість: 3 шт., однофазні

Кількість масла: ~ 90 тон / однофазний трансформатор; ~270 тон/ 3 шт. однофазних трансформаторів

Максимальне шумове навантаження: ~75 дБ / трансформатор

Звичайний трансформатор для власного користування

Ефективна потужність: ~70 МВт (~90 МВА)

Кількість: мін. 2 шт.

Кількість масла: ~ 33 тони / трансформатор; ~60 тон/ 2 шт.

Максимальне шумове навантаження: ~70 дБ / трансформатор

Запасний трансформатор для мережі/пуску

Доцільно для кожного блока зарезервувати щонайменше ще по одному трансформаторові з такою ж потужністю, як і звичайний трансформатор для власного користування.

Ефективна потужність: ~70 МВт (~90 МВА)

Кількість: 1 шт.

Кількість масла: ~ 33 тони

Максимальне шумове навантаження: ~70 дБ

Загальна кількість масла для головних, власних та запасних трансформаторів становить ~370 тон для кожного блока окремо.

Під кожним трансформатором буде створено стокзбірник, для того щоб запобігти можливому забрудненню маслом.

7.10 АРХІТЕКТУРА

7.10.1 РІВНІ ФУНДАМЕНТІВ ЗАПЛАНОВАНИХ БЛОКІВ

Геологічне середовище досліджуваної території до глибини 10 м складається з тонкозернистих, слабо зцементованих, сипучих уламкових відкладень. Тонкозернисті відкладення зазвичай є шарами з нерівномірною консистенцією, малою пластичністю, які піддаються стискуванню і мають низьку несучу здатність. Під ними знаходяться піщані алювіальні утворення середньої щільності, які придатні для закладання фундаменту і мають належну несучу здатність, однак через гранулометричний склад вони чутливі до ерозії, а під дією динамічних впливів (наприклад до землетрусів) в присутності води схильні до розжиження. Вода атмосферних опадів, просочуючись донизу може затримуватись лінзами намулу або глини, і таким чином утворювати так звані лінзи підвішеної води. При середньому рівні ґрунтових вод рівень підвішених вод завжди вищий за рівень ґрунтових вод.

За загальний нульовий рівень ($\pm 0,00$) майбутньої АЕС «Пакш-II» було взято рівень 97 м БСВ (Балтійська система висот).

На підставі припущених вихідних даних, оціночні глибини закладання фундаменту є наступними:

- ❖ Група реакторних споруд (ядерний острів), турбінний корпус, будівлі дизельних генераторів та інших складових системи безпеки. Очікувана глибина закладання їхніх фундаментів, на підставі вимог технології щодо простору та істотного динамічного навантаження групи турбінного устаткування, становить ~14-20 м. В цих місцях припускаємо закладання фундаменту у вигляді залізобетонної плити, яка опирається на залізобетонні палі.
- ❖ Інші будівлі, які не входять до складу системи безпеки. У випадку відокремлених будівель, які не містять такого технологічного устаткування, яке може призводити до істотного динамічного навантаження, припускаємо закладання заглибленого фундаменту або плитного фундаменту з частковою заміною ґрунту. Оціночні глибини закладки коливаються в діапазоні 2-6 м.

7.10.2 СИТУАЦІЙНИЙ ПЛАН РОЗМІЩЕННЯ АТОМНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ «ПАКШ-II»

На ситуаційному плані майданчика АЕС будови і споруди розміщуються з оглядом на вимоги щодо просторів, необхідних для найбільших технологічних вузлів. На пізніших етапах роботи можуть виникнути зміни в розташуванні та розмірах споруд, пов'язані з міркуваннями щодо функціональності, фізики будівель, структурної стабільності, сейсмостійкості та протипожежної безпеки.

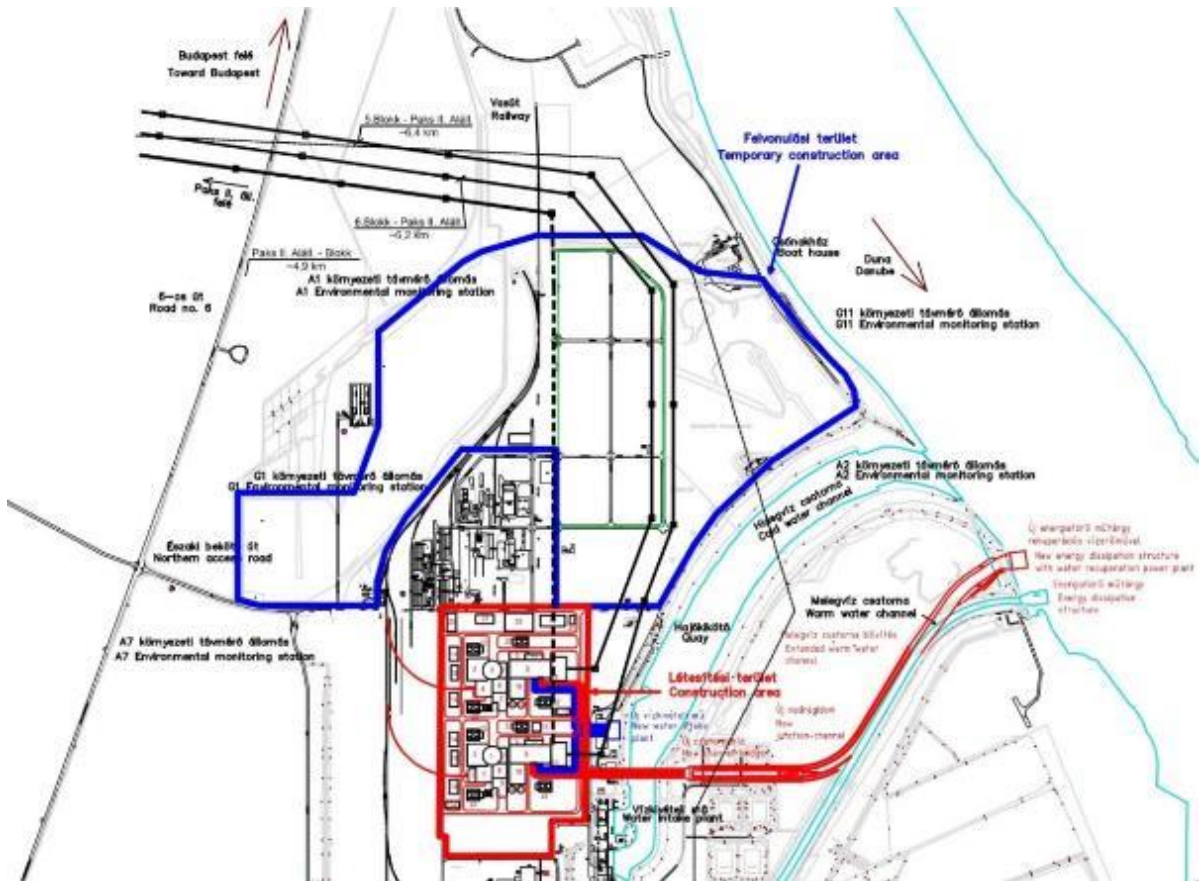


Рисунок 34: «Пакш-II» ситуаційний план розміщення – Оглядовий план

Budapest felé	На Будапешт
5. Blokk - Paks II. Aláll.	5-й блок - «Пакш-II» Підст.
km	км
Vasút	Залізниця
Paks II. áll. felé	До ст. «Пакш-II»
6. Blokk - Paks II. Aláll.	6-й блок - «Пакш-II» Підст.
Felvonulási terület	Майданчик для розгортання будівництва
Csónakház	Шлюпковий сарай
Duna	Дунай
Paks II. Aláll. - Blokk	Підст. «Пакш-II» - блок
6-os út	Шосе № 6
A1 környezeti távmérő állomás	A1 екологічна телеметрична станція
G11 környezeti távmérő állomás	G11 екологічна телеметрична станція
G1 környezeti távmérő állomás	G1 екологічна телеметрична станція
A2 környezeti távmérő állomás	A2 екологічна телеметрична станція
Hidegvíz csatorna	Канал холодної води
Északi bekötő út	Північна під'їзна дорога
Új energiatörő műtárgy rekuperációs vízerőművel	Новий гаситель енергії потоку води з рекупераційною гідроелектростанцією
Energiatörő műtárgy	Гаситель енергії потоку води
Melegvíz csatorna	Канал теплої води
Melegvíz csatorna bővítés	Розширення каналу теплої води
hajókötő	річковий порт
A7 környezeti távmérő állomás	A7 екологічна телеметрична станція
Létesítési terület	Будівельний майданчик
Új vízkivételi mű	Нова водозабірна станція
Új nadrágidom	Новий штаноподібний трійник
Új csatornahíd	Новий міст-канал
Vízkivételi mű	Водозабірна станція

7.10.3 ХАРАКТЕРИСТИКИ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД АЕС «ПАКШ-II»

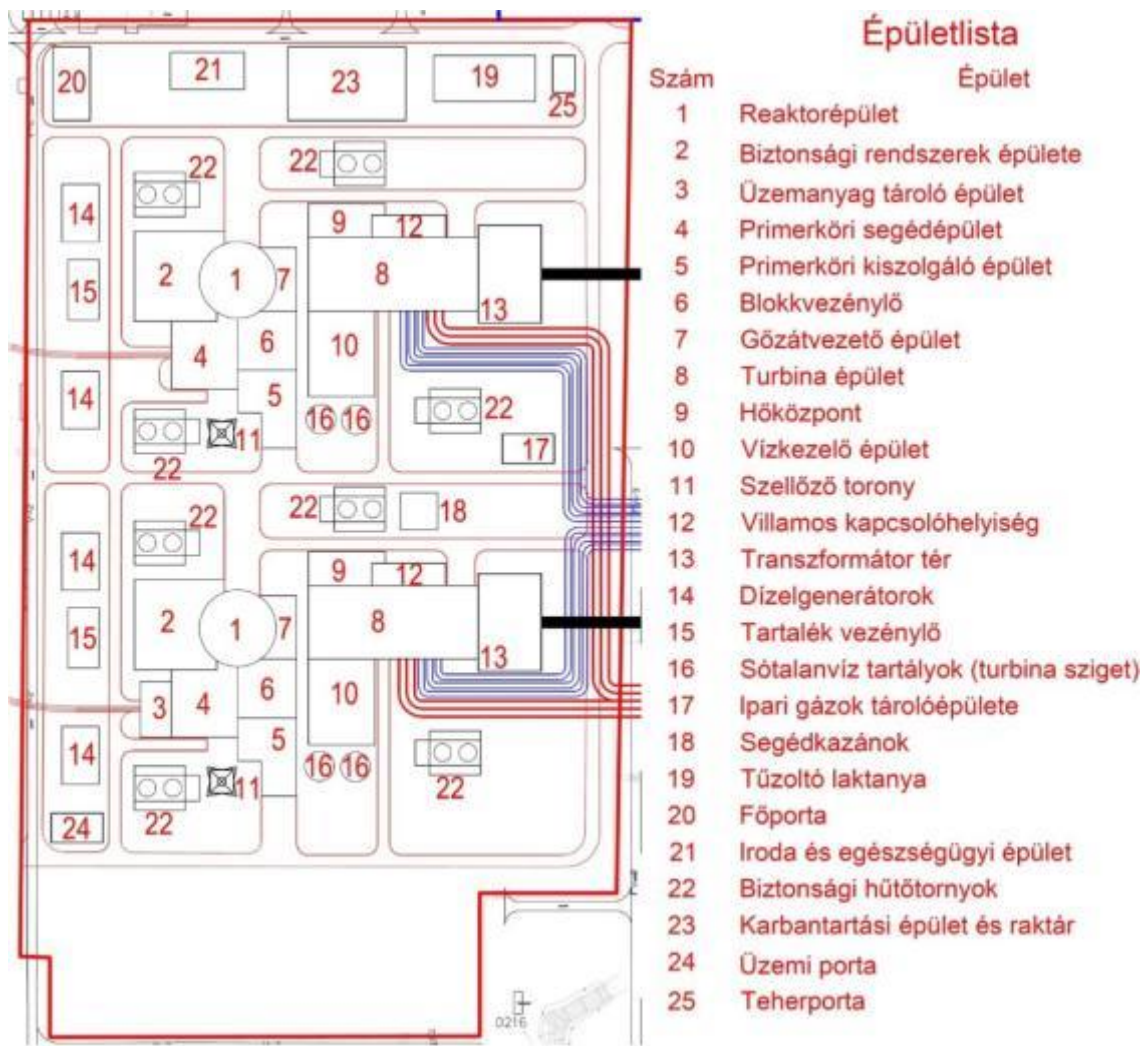


Рисунок 35: Розташування будівель та споруд АЕС «Пақш-II» на ситуаційному план розміщення.

Épületlista	Перелік споруд та будівель
Szám	№
Épület	Будівля, споруда
Reaktorépület	Реакторний корпус
Biztonsági rendszerek épülete	Корпус систем безпеки
Üzemanyag tároló épület	Корпус паливного складу
Primerköri segédépület	Допоміжний корпус первинного контуру
Blokkvezénylő	Пункт управління блоком
Gőzátvezető épület	Корпус передачі пари
Turbina épület	Турбінний корпус
Hőközpont	Станція тепlopостачання
Vízkezelő épület	Корпус станції обробки води
Szellőző torony	Вентиляційна труба
Villamos kapcsolóhelyiség	Електричний комутаційний зал
Transzformátor tér	Трансформаторний майданчик
Dizelgenerátorok	Дизельні генератори
Tartalék vezénylő	Запасний пункт управління
Sótalanvíz tartályok (turbina sziget)	Резервуари знесоленої води (турбінний острів)
Ipari gázok tárolóépülete	Корпус складу промислових газів
Segédkazánok	Допоміжні парові котли
Tűzoltó laktanya	Казарма для пожежників
Főporta	Головна прохідна
Iroda és egészségügyi épület	Адміністративний та санітарно-гігієнічний корпус
Biztonsági hűtőtornyok	Аварійні баштові градирні
Karbantartási épület és raktár	Корпус та склад технічного обслуговування
Üzemi porta	Службова прохідна
Teherporta	Вантажна прохідна

Характеристики будівель та споруд АЕС «Пақш-II» надаються з тією детальністю, яка необхідна для визначення основоположних даних для оцінки впливу на навколишнє середовище, і опираються в основному на дані, які надаються постачальником. Там, де ми не знайшли дані, ми опиралися на конструкції уже працюючої АЕС. Всі будівлі та споруди, які розташовані на території будівництва, повинні бути виконані відповідно до *розрахунків, зроблених з оглядом на вимоги протипожежного захисту та сейсмостійкості.*

7.10.4 План панорами АЕС «ПАКШ-II»

Плани панорами корпусів АЕС «Пақш-II» та ліній електропередач на 400 кВ, які відходять від них, зроблені з висоти пташиного польоту та на рівні очей спостерігача і виконані з наступних перспектив:

- перспектива 1: Дивлячись з південно-західного напрямку відносно виробничої території, приблизно з місця поміж АЕС «Пақш» та «Пақш-II»;
- перспектива 2: Дивлячись з північно-західного напрямку відносно виробничої території, з кутка майданчика для розгортання будівництва.

ПЕРСПЕКТИВА 1:



Рисунок 36: Плановані блоки та ЛЕП на 400 кВ з висоти пташиного польоту з південно-західного напрямку.

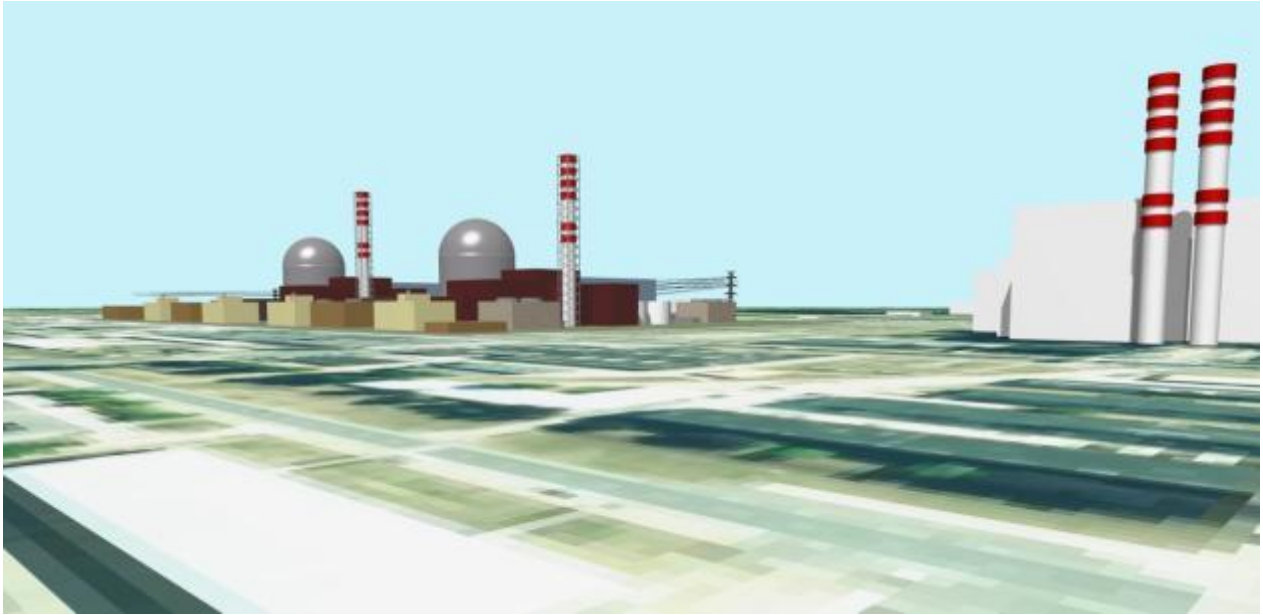


Рисунок 37: Плановані блоки та ЛЕП на 400 кВ на рівні очей спостерігача з південно-західного напрямку.

ПЕРСПЕКТИВА 2:

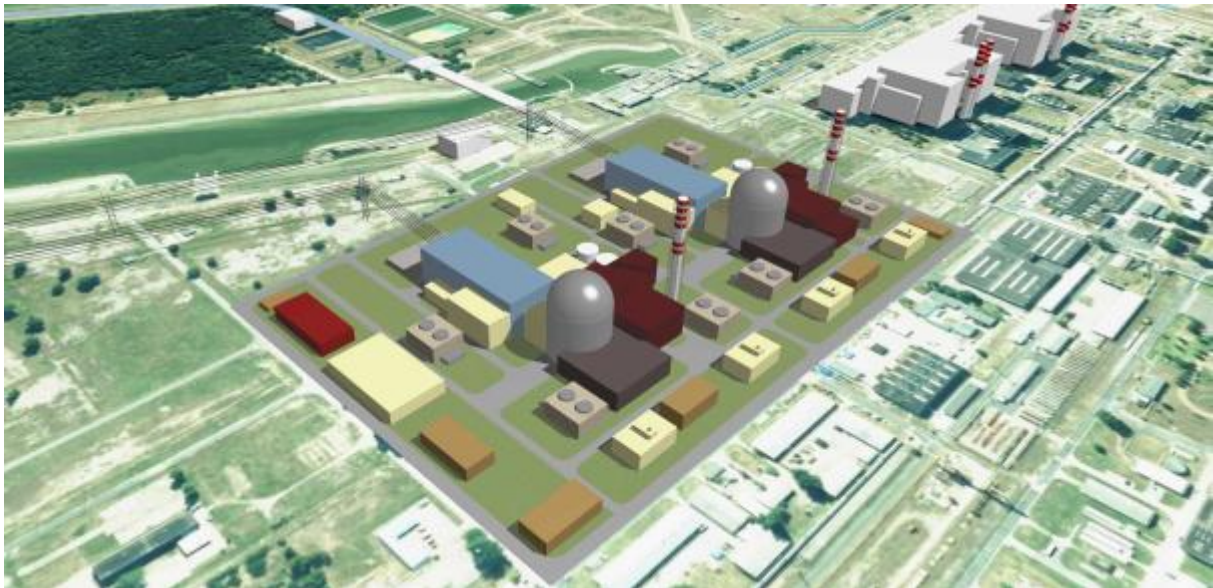


Рисунок 38: Плановані блоки та ЛЕП на 400 кВ з висоти пташиного польоту з північно-західного напрямку.

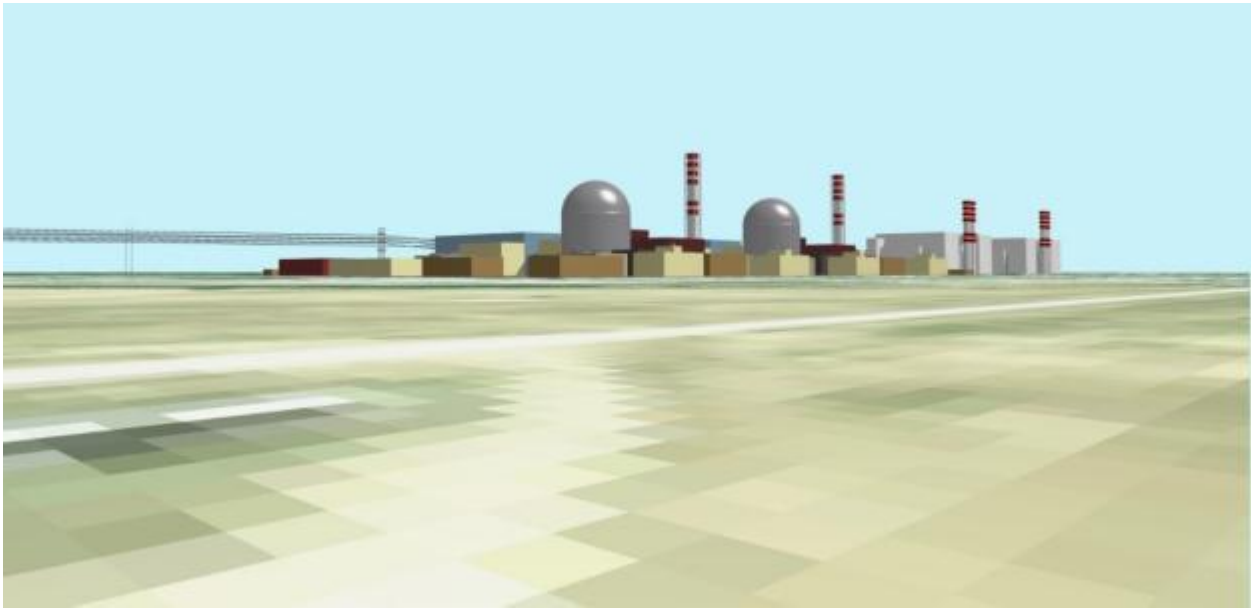


Рисунок 39: Плановані блоки та ЛЕП на 400 кВ на рівні очей спостерігача з північно-західного напрямку.

7.11 КРИТЕРІЇ ПРИЙНЯТНОСТІ ОКРЕМИХ РОБОЧИХ СТАНІВ

7.11.1 НОРМАЛЬНИЙ РЕЖИМ РОБОТИ

Робочий стан	Найменування	Частота (f [1/рік])	Додаткове радіаційне навантаження населення	
			Критерій	Прогноз для ВВЕР-1200
ТА1	Нормальний режим роботи	1	20 мкЗв/рік	< 2 мкЗв/рік

Таблиця 24: Критерії прийнятності в нормальному режимі роботи [30]

7.11.2 Події, що відносяться до бази проектування

Робочий стан	Найменування	Частота (f [1/рік])	Додаткове радіаційне навантаження населення	
			Критерій	Прогноз для ВВЕР-1200
ТА2	Очікувані експлуатаційні події	$f \geq 10^{-2}$	100 мкЗв/рік	< 60 мкЗв/рік
ТА3	Проектні аварії з малою частотою виникання	$10^{-2} > f \geq 10^{-4}$	1 мЗв/подія	< 1 мкЗв/подія
ТА4	Проектні аварії з дуже малою частотою виникання	$10^{-4} > f \geq 10^{-6}$	5 мЗв/подія	< 3,4 мЗв/подія

Відповідно до НП ЯРБ, отримана населенням доза не може перевищувати рівень обмеження на дозу (90 μ Sv), який є нижчим за наведений в таблиці критерій (100 μ Sv), але вищим за прогнозований рівень.

Таблиця 25: Критерій прийнятності подій, що належать до бази проектування

7.11.3 Чинні міжнародні та угорські норми щодо подій, які виходять за межі бази проектування

Чинні міжнародні та угорські норми (за станом НП ЯРБ, чинним на 20 жовтня 2014 р.)		
<p>Volume 2 - GENERIC NUCLEAR ISLAND REQUIREMENTS</p> <p>Chapter 1 - SAFETY REQUIREMENTS</p>	<p><u>додаток № 3 до Постанови Уряду № 118/2011. (VII. 11.)</u></p> <p>Норми та правила з ядерної та радіаційної безпеки</p> <p>Том 3: Вимоги щодо проектування атомних електростанцій</p>	<p>Наказ МОЗ № 16/2000. (VI. 8.) ЕІМ</p> <p>Про виконання окремих розпоряджень закону № СХVI від 1996 р. «Про атомну енергію»</p>
<p>2.5.1 Off-site release Targets for Severe Accidents</p> <p>2.5.2 Off-site release Targets for Complex Sequences</p> <p>Appendix B 1. Criteria for Limited Impact for DEC</p>	<p>3.2.4.0700 В разі нового блока атомної електростанції для того, щоб задовольнити критерій обмеженого екологічного впливу, для події, яка призводить до робочого стану ТАК1, а в разі нового блока атомної електростанції - враховуючи вимоги пункту 3.2.2.4100. - для події, яка призводить до робочого стану ТАК2, необхідно довести, що</p>	<p>Рівні втручання при радіаційному навантаженні в аварійній ситуації</p> <p><i>Рівень втручання:</i> Таке значення еквівалентної дози або ефективної дози, яке може бути відвернуте, але при досягненні якого треба рахуватися з заходами щодо втручання. Доза або похідний ліміт, які можуть бути відвернуті, стосуються виключно тільки тих шляхів опромінення, на які поширюється даний захід.</p>
<p>no Emergency Protection Action beyond 800 m from the reactor during releases from the containment</p> <p><i>Emergency Protection Action:</i> Actions involving public evacuation, based on projected doses up to 7 days, which may be implemented during the emergency phase of an accident, e. g. during the period in which significant releases may occur. This period is generally shorter than 7 days.</p>	<p>а) на відстані більшій, ніж 800 м від ядерного реактора немає необхідності вживати аварійних заходів раннього періоду, тобто немає необхідності терміново евакуювати населення;</p>	<p>Укриття: в разі ефективної дози 10 мЗв, за період не довший, ніж 2 дні.</p> <p>Евакуація: в разі ефективної дози 50 мЗв, за період не довший, ніж 1 тиждень.</p> <p>Йодна профілактика: в разі поглинутої і пов'язаної щитоподібною залозою дози 100 мГр</p>
<p>no Delayed Action at any time beyond about 3 km from the reactor</p> <p><i>Delayed Action:</i> Actions involving public temporary relocation, based on projected doses up to 30 days caused by ground shine and aerosol resuspension, which may be implemented after the practical end of the releases phase of an accident.</p>	<p>б) на відстані більшій, ніж 3 км від ядерного реактора немає необхідності вживати ніяких тимчасових заходів, тобто немає необхідності тимчасово переселити населення</p>	<p>Тимчасове переселення: в разі ефективної дози 30 мЗв/місяць (відмінюється в разі ефективної дози 10 мЗв/місяць)</p>
<p>no Long Term Action at any distance beyond 800 m from the reactor</p> <p><i>Long Term Action:</i> Actions involving public permanent resettlement, based on projected doses up to 50 years caused by ground shine and aerosol resuspension. Doses due to ingestion are not considered in this definition.</p>	<p>в) на відстані більшій, ніж 800 м від ядерного реактора немає необхідності вживати ніяких захисних заходів пізнього періоду, тобто немає необхідності остаточно переселити (на постійне проживання) населення;</p>	<p>Остаточне переселення: в пожиттєвої ефективної дози 1 Зв</p>
<p>limited economic impact: restrictions on the consumption of foodstuff and corps shall be limited in terms of timescale and ground area</p>	<p>д) поза територію атомної електростанції може мати тільки обмежений економічний вплив</p>	
<p>Appendix B 2. Release Targets for Design Basis Category 3 and 4 Conditions</p> <p>(1) no action beyond 800 m</p> <p>(2) limited economic impact</p>	<p>3.2.4.0100. Для процесів, які виникають внаслідок таких початкових подій, які призводять до робочого стану ТА2-4, необхідно довести, що доза контрольованої групи населення не перевищує:</p> <p>а) у випадку нових блоків атомної електростанції:</p> <p>аа) обмеження на дозу (90 мкЗв/рік), в разі процесу, який виникає внаслідок такої початкової події, що призводить до робочого стану ТА2;</p>	<p><u>Додаток № 2 до Наказу МОЗ № 16/2000. (VI. 8.) ЕІМ</u></p> <p>І. Рівні втручання встановлені для граничних доз та концентрацій радону у випадку працівників.</p> <p>4.2. Сума зовнішнього то внутрішнього радіаційного навантаження осіб населення, що походить з штучних джерел випромінювання, не може перевищувати за рік граничну ефективну дозу 1 мЗв, не</p>

	<p>ab) значення 1 мЗв/подія, в разі процесу, який виникає внаслідок такої початкової події, що призводить до робочого стану ТА3.</p> <p>ac) значення 5 мЗв/подія, в разі процесу, який виникає внаслідок такої початкової події, що призводить до робочого стану ТА4.</p>	<p>враховуючи радіаційне навантаження внаслідок діагностичного або терапевтичного втручання, поза професійного догляду за хворими та добровільної участі в медичних дослідженнях.</p> <p>За особливих умов, для окремих років Відомство Головного державного санітарного лікаря (ВГСЛ) може встановити також таку граничну ефективну дозу, яка перевершує згадане значення, за умовою, що на протязі 5 послідовних років, які слідують за зазначеним роком, ефективна доза середнього індивідуального радіаційного навантаження за рік не може перевищувати 1 мЗв.</p> <p>Незважаючи на встановлений вище ліміт ефективної дози, для кришталіка ока ліміт еквівалентної дози за рік становить 15 мЗв. Для шкіри - в середньому для будь-якої її частини розміром 1 см² - а також для кінцівок ліміт еквівалентної дози за рік становить 50 мЗв.</p>
--	---	---

Таблиця 26: Чинні міжнародні та угорські норми щодо подій, які виходять за межі бази проектування

7.11.4 НОРМАТИВНІ ПОДІЇ

Для кожного стану запланованих блоків ВВЕР-1200 можна визначити ті події, які в даному стані призводять до найбільших викидів у навколишнє середовище. Постульовані вихідні граничні події, обрані на підставі попередніх даних, можна остаточно проаналізувати відповідно до детальних інженерно-технічних планів.

7.12 ХАРАКТЕРНІ РИСИ ПОБУДОВИ АЕС «ПАКШ-II»

7.12.1 ТЕРИТОРІЯ ПОБУДОВИ АЕС «ПАКШ-II» ТА ПОВ'ЯЗАНИХ З НЕЮ ОБ'ЄКТІВ.

Протягом будівництва нових блоків АЕС, внаслідок спорудження технологічної частини електростанції та пов'язаних з нею об'єктів, необхідних для її функціонування, будуть заторкнуті наступні території:

Атомна електростанція «Пакш-II»

- Територія для обслуговування будівництва електростанції: *Майданчик для розгортання будівництва*
- Територія, на якій будуються нові блоки АЕС: *Виробнича територія*

Додаткові об'єкти

Забір свіжої води з Дунаю: *територія каналу холодної води, водозабірної станції*

Відведення нагрітої охолоджуючої води: *територія каналу теплої води, «острову», оточеного каналами холодної та теплої води, рекупераційної електростанції*

Лінії електропередач блоків та державної мережі

Траса лінії електропередач на 400 кВ від блоків до нової підстанції та лінії електропередач мережі на 120 кВ.

7.12.2 ЗАПЛАНОВАНІ ЕТАПИ БУДІВНИЦТВА АЕС «ПАКШ-ІІ»

Процес будівництва нових блоків АЕС складається з наступних етапів, які дозволяється розпочати тільки за наявності необхідних та чинних дозволів на створення та на будівництво:

- ❖ Роботи, що передують будівництву
 - Підготовка майданчика для розгортання будівництва, впорядкування території
 - Знесення будівель, споруд та покриття на території розміщення
 - Заміна/демонтаж наявних інженерних мереж на території розміщення
 - Видалення/пересадження рослинності, наявної на території розміщення
 - Зняття / відокремлене депонування орного шару ґрунту
 - Побудова інфраструктури
 - Зведення адміністративних та санітарно-побутових блоків для будівельного персоналу
- ❖ Будівельно-монтажні роботи
 - Влаштування котловану
 - Влаштування траншейних та/або шпунтових стін
 - Закладання фундаменту
 - Видалення води з котловану доти, доки рівень пільових / фундаментних робіт не підніметься вище рівня ґрунтових вод та не завершаться інші безводні монтажні роботи.
 - Будівництво комплексу споруд реактора (ядерний острів) та прилягаючого до нього турбінного корпусу.
 - Будівництво відокремлених будівель, які не містять технологічного устаткування.
 - Будівництво водозабірної станції
 - Будівництво додаткових об'єктів
 - Розширення каналів холодної та теплої води
 - Створення нового відгалуження від каналу теплої води
 - Будівництво рекупераційної електростанції
 - Монтаж холодильних секцій
 - Монтаж ліній електропередач блоків та державної мережі
 - Монтаж технологічного устаткування
 - Благоустрій території електростанції
- ❖ Процеси, що передують експлуатації
 - Пуски
 - Виробничі випробування
 - Індивідуальні випробування устаткування (аварійного, неаварійного)
 - Виробничі (комплексні) випробування технологічних систем (аварійних, неаварійних)
 - Завантаження першого заряду / тести
 - Виробничі випробування блока

- o Паралельне включення
- o Пробне виробництво
- o Гарантійні вимірювання

Об'єкти, які підпадають під окремі дозвільні процедури (нова силова підстанція, тимчасове сховище відпрацьованих касет), будуть побудовані згідно з графіком будівництва блоків.

7.12.3 ПЛАНОВИЙ ГРАФІК БУДІВНИЦТВА АЕС «ПАКШ-II»

В наступній таблиці наводяться очікувані терміни етапів будівництва, за умовою, що дозволи отримуватимуться без перешкод, а між побудовою першого та другого блока пройде 5 років.

Діяльність	«Пакш-II»	
	1-й блок	2-й блок
Ініціація процедури отримання екологічного дозволу	2014	
Знесення будівель на будівельній території	2017-2022	
Складення дозвільних та виконавчих планів	2018-2019	
Впорядкування території	2018-2019	
Отримання дозволів, необхідних для початку будівництва	2018-2020	
Початок будівництва	2020	2025
Закладання фундаменту	2020-2021	2025-2026
Побудова конструкції, монтаж	2022-2023	2027-2028
Випробування, пуски	2024	2029
Завантаження першого заряду	2024	2029
Перше паралельне включення	2024	2029
Початок пробного виробництва	2025	2030
Початок промислової експлуатації	2025	2030

Таблиця 27: Графік побудови блоків АЕС «Пакш-II»

7.12.4 ПОТРЕБИ В РОБОЧІЙ СИЛІ ПІД ЧАС ПОБУДОВИ АЕС

Вважається, що тривалість побудови одного блока становитиме 5 років. Тому початок будівництва другого блоку було враховано з затримкою на 5 років. На період будівництва одного блока, на підставі даних, отриманих від постачальника технології, максимальна кількість персоналу, яку було взято до уваги, становить 5 250 осіб.

Для оцінки розподілу в часі потреб в робочій силі за основу взяли наступний розподіл, запропонований компанією PÖYRY ERÖTERV.



Рисунок 40: Діаграма навантаження робочої сили на виробничій території, яка була взята до уваги під час розрахунків [33], [37], [38]

A számítások során figyelembe vett munkaerő terhelési diagram	Діаграма навантаження робочої сили яка була взята до уваги під час розрахунків
Létszám (fő)	Персонал (осіб)
Fizikai dolgozó	Фізичний персонал
Szellemi dolgozó	Адміністративний персонал
Hónapok	Місяці

7.13 ХАРАКТЕРИСТИКИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АЕС «ПАКШ-II»

7.13.1 ПЛАНОВАНИЙ ГРАФІК ЕКСПЛУАТАЦІЇ АЕС «ПАКШ-II»

Початок промислової експлуатації 1-го блока АЕС «Пакш-II» покладається на 2025 рік, а 2-го блока - на 2030-й рік.

Проектна тривалість експлуатації блоків планованої атомної електростанції - 60 років.

Припускається, що 1-й та 2-й блоки АЕС «Пакш-II» стануть суб'єктами процедури отримання дозволу на продовження строку експлуатації, але в цьому дослідженні вплив цього питання не розглядається.

7.13.2 ПОТРЕБА В КАДРАХ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ НОВИХ БЛОКІВ АЕС

На підставі аналізу, проведеному компанією ЕРБЕ, протягом роботи одного блока можна рахувати, що штатний склад персоналу становить 600 осіб, з яких 400 осіб працюють в однозмінному режимі, а 200 осіб - в режимі змінної роботи. Припускаючи 5 змін та 3 зміни щодобово, із 200 осіб, які працюють позмінно, отримуємо 120 осіб/день понад кількістю однозмінного персоналу, тому можна рахувати, що на виробничій території щодня будуть присутні 520 осіб.

З початком дії 2-го блока необхідний штатний персонал становитиме 800 осіб, з яких 300 осіб будуть працювати позмінно, а 500 - в денну «зміну». Припускаючи 5 змін та 3 зміни щодобово, із 300 осіб, які працюють позмінно, отримуємо 180 осіб/день понад кількістю однозмінного персоналу, тому можна рахувати, що на виробничій території щодня будуть присутні 680 осіб.

До кількості необхідного для експлуатації персоналу не були віднесені спеціалісти по технічному обслуговуванню через те, що, як показує практика сьогодення, істотна частина цих завдань передається стороннім виконавцям на умовах субпідряду.

На підставі даних, оприлюднених постачальником блоків, кількість додаткового персоналу, який потрібний для капітального ремонту кожного блока, очікуваного кожні 10 років, становитиме приблизно 1000 осіб, що складається з 200 осіб, які працюють в денну зміну, та з 800 осіб, які працюють в три зміни. Припускаючи 5 змін та 3 зміни щодобово, отримуємо 480 осіб/день понад кількістю однозмінного персоналу, тому можна рахувати, що на виробничій території щодня будуть присутні 680 осіб, не рахуючи персоналу, який необхідний для експлуатації. [37], [38]

7.13.3 ОПЕРАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ НОВИХ БЛОКІВ АЕС

7.13.3.1 Регульованість, експлуатаційна готовність, технічне обслуговування

Електрична потужність нових блоків АЕС регулюється в діапазоні 50-100 % і вони здатні працювати в режимі відстежування навантаження та в острівному (автономному) режимі. Швидкість зміни навантаження блоків у напрямках вверх-вниз однаково становить 5 % /хв (60 МВт/хв). Очікувана щорічна експлуатаційна готовність нових блоків АЕС перевищуватиме 90 %, за врахуванням тривалості щорічних невеликих ремонтно-обслуговувальних робіт та тривалості перевантаження відпрацьованих твелів. Капітальні ремонтні роботи очікуються кожні 10 років і вони триватимуть приблизно 1 місяць. Очікувана тривалість щорічних ремонтно-обслуговувальних робіт (перевантаження палива та малий ремонт) становить 20 календарних днів, а очікувана тривалість великих зупинок (великий ремонт первинного та вторинного контурів) - 30 календарних днів.

7.13.3.2 Щорічні енергетичні характеристики нових блоків АЕС

Найменування	Одиниця виміру	Значення на блок
Кількість годин з піковим використанням	год/рік	8 147
Встановлена електрична потужність (брутто)	МВт	1 200
Самоспоживання	МВт	87
Електроенергія, вироблена в кожному блоці	ГВт-год/рік	9 776
Електроенергія, видана з кожного блока	ГВт-год/рік	9 068

Таблиця 28: Щорічні енергетичні дані

7.13.4 ЩОРІЧНИЙ ЕНЕРГЕТИЧНИЙ БАЛАНС ТА БАЛАНС ВИКОРИСТАННЯ МАТЕРІАЛІВ НОВИХ БЛОКІВ АЕС

Щорічний енергетичний баланс та баланс використання матеріалів складається для двох блоків потужністю по 1200 МВт_e, за умовою повного навантаження та тривалості експлуатації, яка відповідає технічній експлуатаційній готовності за рік (8 147 годин). Наведені в таблиці значення можуть змінюватися залежно від обраних типів головних вузлів.

Найменування	Одиниця виміру	Значення
Щорічна кількість бруто виробленої електроенергії	ГВт-год/рік	19 552
Самоспоживання електроенергії	ГВт-год/рік	1 418
Щорічна кількість нетто виробленої електроенергії	ГВт-год/рік	18 136
Потреба в паливі	т/18 місяців	64,6
Потреба в тепловидільних елементах (паливо + касета)	т/18 місяців	96
Стратегічний заряд палива	т	225,6
<i>Споживання масла</i>		
Заправка масла в парові турбіни	м ³	~240
Заправка масла в трансформатори	т	~804
Кількість масла для головних трансформаторів	т	~540
Кількість масла для звичайних трансформаторів власного користування	т	~132
Кількість масла для запасних трансформаторів власного користування	т	~66
Мастильне та гідравлічне масло	т/рік	20
Дизельні генератори	м ³ /168 год	2600
Водневе охолодження генератора		8 м ³
Мастило (структуроване)	кг/рік	~280
<i>Потреби в воді</i>		
<i>Технологічні потреби в воді</i>		
Охолоджуюча вода конденсаторів (містить в собі також технічну охолоджуючу воду)	мільйон м ³ /рік	≈3 900
Знесолена вода	тис. м ³	640
<i>Комунально-побутові потреби в воді</i>		
Під час максимальної потреби (перший блок працює, другий блок будується)	м ³ /рік	235 790
<i>Використання хімікатів</i>		
Соляна кислота (33 % HCl)	м ³ /рік	640
Гідроксид натрію (100 % NaOH)	м ³ /рік	480
Гідроксид амонію	м ³	15
Гідразин	т	32
Азотна кислота	м ³	51
Сірчана кислота	м ³	80
Бор	т	62
Інші хімікати, необхідні для обробки води (хімікати для видалення хлору, запобігання осадження, очистки)	т/рік	25
<i>Технічні скидні води</i>		
Скидна вода станції підготовки води	тисяч м ³ /рік	200
Радіоактивні скидні води первинного контуру	тисяч м ³ /рік	88
Скидні води турбінного залу та допоміжних об'єктів	тисяч м ³ /рік	350
Комунально-побутові стічні води	м ³ /рік	24 012
під час максимальної потреби (перший блок працює, другий блок будується)	м ³ /рік	224 110
<i>Відходи</i>		
<i>Радіоактивні відходи</i>		
Низькоактивні радіоактивні відходи	м ³ /рік	140
Середньоактивні радіоактивні відходи	м ³ /рік	22
Високоактивні радіоактивні відходи	м ³ /рік	1,0
Великогабаритні радіоактивні відходи, які не переробляються (утворюються під час ремонтно-обслуговувальних робіт)	м ³ /рік	10
<i>Традиційні, нерадіоактивні відходи</i>		
Безпечні відходи	т/рік	800
Небезпечні відходи	т/рік	100

Таблиця 29: Енергетичний баланс та баланс використання матеріалів протягом експлуатації АЕС «Пакш-II»

7.14 ЗНЯТТЯ НОВИХ БЛОКІВ АТОМНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ

7.14.1 СТРАТЕГІЯ ЩОДО ДЕКОМІСІЇ ПРОТЯГОМ ВИВЕДЕННЯ БЛОКІВ АТОМНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ

У цьому дослідженні впливів на навколишнє середовище для сценарію виведення АЕС «Пакш-II» з експлуатації ми розглядаємо варіант негайної декомісії, з врахуванням міжнародних тенденцій та наступних обставин:

- чинними законодавчими нормами гарантується, що необхідні для декомісії кошти будуть в наявності в кінці строку експлуатації;
- питання остаточного захоронення радіоактивних відходів, які утворюватимуться під час декомісії, можна вирішити на тривалий період часу;
- не треба рахуватися з можливою втратою багажу спеціальних знань, які потрібні для декомісії.

Процес декомісії усякого ядерного об'єкту, зокрема і атомної електростанції, є довгостроковою та комплексною діяльністю. Коло актуально дійсних завдань, пов'язаних з фактичною декомісією, їхнє планування та детальна розробка завжди мають зумовлену виробничою територією та власне об'єктом специфіку, і значно залежить від обраної для декомісії стратегії. Конкретна стратегія щодо декомісії, яка насправді втілюватиметься в життя після зупинки блоків, буде визначена на підставі набагато ширших та детальніших аналізів. Оптимізація обраної в майбутньому стратегії виведення з експлуатації, відповідно до Директиви Ради ЄС № 2011/70/Євратом, має бути проведена під час складення національної програми.

Процедури щодо отримання дозволів на виведення з експлуатації та декомісію в майбутньому - не раніше, ніж через 60 років, і найпізніше біля 2080-го року - повинні проводитися стосовно актуального на той час стану і з врахуванням чинного на той час правового оточення. [39]

7.14.2 Пов'язані з декомісією витрати та їх фінансування

Згідно з частиною 1 статті 62 Закон № CXVI від 1996 р. «Про атомну енергію» (Закону «Про атомну енергію»), витрати, пов'язані з декомісією ядерного об'єкту, покриваються за рахунок окремого державного грошового фонду за назвою Центральний Ядерний Фінансовий Фонд (ЦЯФФ).

Органом, який відає Центральним Ядерним Фінансовим Фондом, є міністерство, очолюване призначеним на це міністром.

Під час побудови блоків необхідно підготуватися до такого перетворення ЦЯФФ, яке, зокрема, в майбутньому зробить можливим фінансувати декомісію нових блоків відповідно до законів.

На підставі наявної сьогодні інформації, пов'язані з декомісією затрати на разі можна тільки оцінювати. Спираючись на прогнози постачальника, можна виділити, що декомісія реакторів нового типу, ймовірно, буде простішою і під час неї утворюватиметься менше відходів, ніж це прогнозується для декомісії діючих сьогодні енергетичних реакторів.

8 Підключення до мережі угорської електроенергетичної системи

Далі розглядатимемо ті завдання щодо електроенергетики та розвитку електромережі, які в даний час на підставі проектних досліджень зв'язані з побудовою Атомної електростанції «Пакш-II», а тому є безумовно необхідними. Їхній загальний вплив на навколишнє середовище є мінімальним, в порівнянні з загальним впливом майбутньої атомної електростанції на довкілля. Розташування станції, її конструктивне виконання, траса ліній електропередачі, конструкція опор ЛЕП можуть бути змінені, залежно від майбутніх досліджень та рішень.

8.1 Можливість пристосування нових блоків до угорської електроенергетичної системи

Діючі сьогодні блоки Атомної електростанції «Пакш» до угорської електроенергетичної системи підключатимуться через розподільні пристрої на 400 кВ підстанції 400 / 120 кВ, яка належить ЗАТ «МАВІР», як ліцензованому операторові мережі електропередачі.

В зв'язку з підготовкою будівництва АЕС «Пакш-II», в рамках проекту «Леваі» компанія ЗАТ «PÖYRY ERŐTERV» в своєму техніко-економічному аналізі для підготовки рішення дала попередній аналіз необхідних заходів щодо розвитку електромережі, а також кількох варіантів розташування станцій та необхідного переобладнання ЛЕП. Були проведені попередні розрахунки з метою аналізу умов, за яких можна відвести потужність, вироблену блоками, потужністю нетто 1200 МВт кожний, в нормальному та аварійному режимі роботи.

За їхніми результатами, інтеграція нових блоків АЕС в електроенергетичну систему може бути здійснена тільки шляхом встановлення нових мережевих з'єднань.

- Для того, щоб під'єднати нові блоки до електромережі, треба побудувати нову підстанцію на 400 / 120 кВ (Підстанцію «Пакш-II»)
- На підставі результатів аналізу стану подвійного дефіциту та для належного резерву надійності обслуговування нової АЕС, виправданою є побудова третього трансформатора на 400 / 120 кВ.
- Основною і невід'ємною умовою розширення АЕС є побудова дволанцюгової лінії електропередачі між мстами Пакш і Альбертіша.

Для того, щоб забезпечити належну стабільність електроенергетичної системи в разі незапланованого вибування джерела живлення системи з найбільшою одиничною потужністю, треба за короткий строк задовольнити попит мережі на невивантажену потужність. Відповідальність за вирішення цієї проблеми в Угорщині покладається на ЗАТ «МАВІР», як на системного оператора. Одинична потужність нових блоків становить приблизно 1 200 МВт, що буде найбільшою в усій угорській електроенергетичній системі. До введення в експлуатацію першого з нових блоків АЕС «Пакш-II» необхідно забезпечити наявність третього резерву потужності, величина якого відповідає потужності нового блоку. Цю потребу можна задовольнити за рахунок імпорту електроенергії через міжнародну мережу постачання на підставі міжнародних контрактів та/або побудовою нових вітчизняних електростанцій, як швидкозастартовуючого резерву потужності.

На підставі проведених аналізів було встановлено, що завдяки наведеним вище розробкам та вдосконаленням, вироблена новими блоками потужність може бути надійно під'єднана і використана в Електроенергетичній системі Угорщини.

8.2 МІСЦЕ ПОБУДОВИ НОВОЇ ПІДСТАНЦІЇ «ПАКШ-II» НА 400 / 120 КВ

Для майбутньої Підстанції «Пакш-II» було обрано декілька можливих місць розташування і при цьому були враховані критерії спорудження типових станцій «МАВІР», спеціальні цілі та вимоги, яким мають відповідати станції «МАВІР» мережі електропередач, а також особливості підключення АЕС "Пакш-II» до мережі. З погляду можливості реалізації та надійного постачання електроенергії найбільш оптимальною виявилася територія, яка розташована вздовж траси ЛЕП, що тягнеться в північно-західному напрямку, між дорогами від Пакшу до сіл Надьдорог та Келешд там, де 400 кВ-на ЛЕП перетинає дорогу на Келешд, і яка знаходиться на відстані приблизно 6 км від запланованого розташування нових блоків, поблизу позначки 2 км дороги № 6233, з північного боку від дороги, безпосередньо біля наявного коридору траси ЛЕП.

На підставі отриманих даних, цю територію було взято за вихідне становище, однак треба зауважити, що остаточне визначення місцезнаходження Підстанції «Пакш-II» належить до компетенції ЗАТ «МАВІР», як майбутнього власника Підстанції «Пакш-II», і, наскільки нам відомо, остаточно це питання ще не вирішили.

Відповідно до вітчизняної практики, Підстанцією «Пакш-II» буде типова станція «МАВІР» 400 / 120 кВ.

Підстанція «Пакш-II» та ЛЕП, які під'єднуються угорської електроенергетичної системи (за винятком ЛЕП блоків) належатимуть ЗАТ «МАВІР» та входитимуть до складу публічної електромережі.

8.3 ЛІНІЯ 400 КВ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ БЛОКІВ ТА ЛЕП НА 120 КВ.

В Угорщині кожна ЛЕП 400 кВ електромережі - повітряного типу.

Через будоване оточення і техніко-економічні та екологічні умови, побудувати лінії електропередачі, які безпосередньо під'єднуються до електростанції, можливо відповідно до наступних умов:

ЛЕП блоків 400 кВ мають бути повітряного типу;

ЛЕП 120 кВ, яка забезпечує запасне живлення, на території електростанції прокладається у вигляді підземного кабелю.

8.3.1 ЛІНІЯ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ БЛОКІВ 400 КВ

Вироблена блоками АЕС "Пакш-II» електроенергія передаватиметься до майбутньої Підстанції «Пакш-II» через лінії електропередачі блоків 400 кВ (лінії виробника) План траси ЛЕП блоків зображений на рисунку 41, а легенда до нього - на рисунку 42.

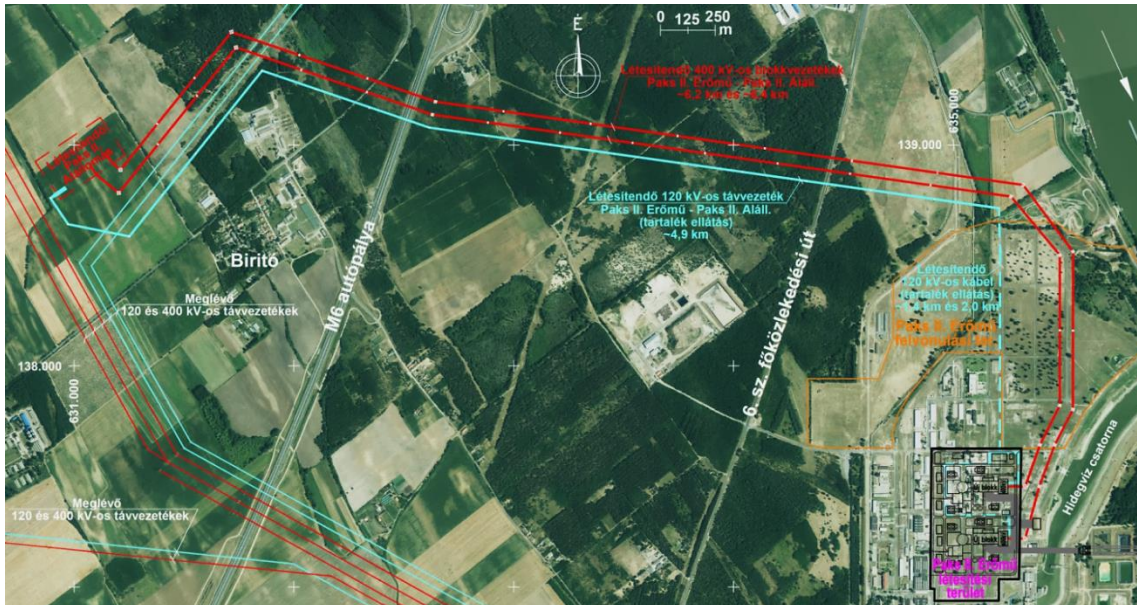


Рисунок 41: План траси ЛЕП блоків, яка тягнутиметься між Атомною електростанцією «Пакш-II» та Підстанцією «Пакш-II»

Létesítendő 400 kV-os blokkvezetékek	Майбутні ЛЕП блоків 400 кВ
Paks II. Erőmű - Paks II. Aláll.	Електростанція «Пакш-II» - Підст. «Пакш-II»
~6,2 km és ~6,4 km	~6,2 km та ~6,4 km
É (mint észak)	Пн
Létesítendő 120 kV-os távvezeték	Майбутня ЛЕП 120 кВ
Paks II. Erőmű - Paks II. Aláll.	Електростанція «Пакш-II» - Підст. «Пакш-II»
(tartalék ellátás)	(резервне постачання)
~4,9 km	~4,9 км
Létesítendő Paks II. Alállomás	Майбутня Підстанція «Пакш-II»
Biritó	Біріто
Meglévő	Наявні
120 és 400 kV-os távvezetékek	ЛЕП 120 és 400 кВ
M6 autópálya	Автомобільна магістраль М6
6. sz. főközlekedési út	Головна шосейна дорога № 6
Létesítendő	Майбутній
120 kV-os kábel	кабель 120 кВ
(tartalék ellátás)	(резервне постачання)
~1,4 km és ~2,0 km	~1,4 km та ~2,0 km
Paks II Erőmű	Електростанція «Пакш-II»
felvonulási ter.	майд. для розгорт. будівництва
Hidegvíz csatorna	Канал холодної води
Paks II Erőmű	Електростанція «Пакш-II»
létesítési ter.	будівельний майданчик

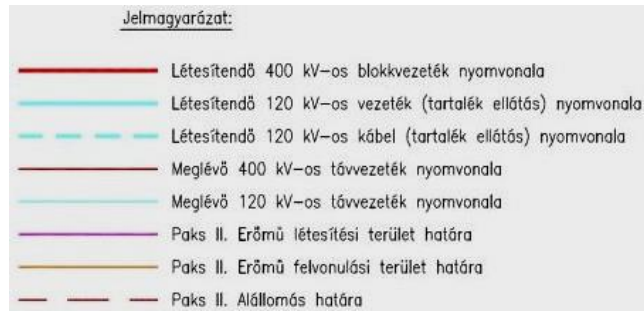


Рисунок 42: Легенда до плану траси ЛЕП блоків (рисунок за номером V-01195 ERBE)

Jelmagyarázat	Легенда
Лétesítendő 400 kV-os blokkvezeték nyomvonalа	Траса майбутньої ЛЕП блоків 400 кВ
Лétesítendő 120 kV-os vezeték (tartalék ellátás) nyomvonalа	Траса майбутньої ЛЕП 120 кВ (резервне постачання)
Лétesítendő 120 kV-os kábel (tartalék ellátás) nyomvonalа	Траса майбутнього кабелю ЛЕП 120 кВ (резервне постачання)
Meglévő 400 kV-os távvezeték nyomvonalа	Траса наявної повітряної ЛЕП 400 кВ
Meglévő 120 kV-os távvezeték nyomvonalа	Траса наявної повітряної ЛЕП 120 кВ
Paks II Erőmű létesítési terület határa	Межа будівельного майданчика Електростанції «Пакш-II»
Paks II Erőmű felvonulási terület határa	Межа майданчика для розгортання будівництва Електростанції «Пакш-II»
Paks II. Alállomás határa	Межа Підстанції «Пакш-II»

Вироблена двома новими блоками АЕС електроенергія передається до Підстанції «Пакш-II» через ЛЕП, які тягнутимуться по окремим рядам опор від кожного блоку. Завдяки застосуванню окремих рядів опор підвищується операційна надійність, і цей варіант виконання додатково підкріплюється відносно короткою довжиною траси ЛЕП.

Довжини трас ЛЕП блоків 400 кВ між Електростанцією «Пакш-II» та Підстанцією «Пакш-II» становлять ~6,4 км та ~6,2 км. Тип опор - «ЯЛИНА», кількість усього - 40 шт. Ширина зони безпеки для ЛЕП кожного блока становить по 34,4 м по обидва боки від уявної осі траси ЛЕП, тобто усього 68,8 м, а для двох паралельних ЛЕП блоків повна ширина зони безпеки становить 128,8 м.

З метою підвищення безпеки та надійності нових блоків АЕС, інженерно-технічне виконання, типи обраних опор ще можуть зазнати змін, залежно від майбутніх аналізів та рішень.

Вигляд на фоні ландшафту

Лінії електропередачі, про які йдеться, прокладатимуться по майже рівнинній території. Поза межами виробничої території електростанції траса проходитиме, головним чином, через сільськогосподарські землі та ліси.

Опори такого типу, який планується для ЛЕП блоків, вже використовувались для побудови мереж в Угорщині, завершений стан яких зображений на наступних фотографіях.



Рисунок 43: Повітряна ЛЕП 400кВ Мартонвашар-Дьйор з опорами типу «ЯЛИНА».



Рисунок 44: Коридор повітряної ЛЕП 400кВ Печ-держваний кордон, з опорами типу «ЯЛИНА».

Ми маємо намір, в разі необхідності та можливості, використати такі методи будівництва ЛЕП, які вже і раніше застосовувались для того, щоб покращити вписування ЛЕП в ландшафт і зменшити міру втручання в довкілля, наприклад: паралельні траси, зелений колір опор, влаштування на опорах місць для гніздування птахів, розміщення на проводах засобів, які роблять їх більш помітними для птахів.

Вплив роботи ліній електропередачі

Напруженість електричного та магнітного поля

Поблизу високовольтних ліній електропередачі виникає електромагнітне поле. Допустимі з точки зору фізіологічного впливу значення напруженості електричного поля та магнітної індукції були встановлені Міжнародною асоціацією з радіаційного захисту (IRPA), діючою в рамках Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) ООН. Вітчизняні норми (стандарти MSZ 151-1-2000/15.6.3.) відповідають загальноприйнятим рекомендаціям цієї міжнародної організації.

Тривалість перебування під лінією електропередачі	Напруженість електричного поля E (кВ/м)	Магнітна індукція B (Т)
декілька годин за добу	10	1000
необмежена	5	100

Таблиця 30: Допустимі значення напруженості електричного поля та магнітної індукції

Характерні значення напруженості електричного поля та магнітної індукції в оточенні існуючих високовольтних ЛЕП:

	Значення, виміряні під вітчизняною мережею 120-750 кВ, на висоті 1,8 м	
	напруженість електричного поля E (кВ/м)	магнітна індукція Т
під повітряною ЛЕП	2-17*	10-37
на краю зони безпеки	0,2-1,1	1-9

* примітки:

Значення, які більші, ніж 10 кВ/м, траплялися тільки під проводами ЛЕП 750 кВ.

Таблиця 31: Виміряні значення напруженості електричного поля та магнітної індукції

Якщо під час складання монтажних проектів правильно обрати висоту проводу над землею, то можна досягнути, щоб значення напруженості електричного поля та магнітної індукції, виміряні за найнесприятливіших умов, залишалися меншими за вказані в рекомендації ВООЗ. Повторюємо, що траса повітряної ЛЕП, про яку йдеться, обходить населені території.

За результатами проведених досліджень, в оточенні повітряних ЛЕП напруженість електричного та магнітного поля не має такого шкідливого впливу на здоров'я, який можна було б виявити.

Випромінювання коронного розряду (іонізуючі ефекти, радіочастотні ефекти, втрати внаслідок випромінювання)

Для оточення найбільш помітним, відчутним явищем повітряних ЛЕП є коронний розряд (випромінювання коронного розряду) Це явище спостерігається в першу чергу під час туманної погоди, коли напруженість неоднорідного електричного поля, яке утворюється на поверхні проводів перевищує граничне значення 30 кВ/см. За таких умов повітря довкола проводу іонізується і виникає електричний розряд, який супроводжується випромінюванням, зокрема світловим, якого добре видно в темряві, та тріскучим звуком.

Випромінювання коронного розряду може наступним чином безпосередньо впливати на оточення:

- чути шиплячий, тріскучий звук, внаслідок іонізуючої дії локальної великої напруженості електричного поля;
- виникають високочастотні електромагнітні хвилі, які поблизу ЛЕП призводять до перешкод в прийманні радіо та телебачення;
- внаслідок випромінювання коронного розряду в лініях електропередачі виникають втрати.

Іонізуючі впливи

Під дією коронного розряду на поверхні повітряної ЛЕП, особливо напругою вище 400 кВ, утворюється озон (O₃) оксиди азоту (NO_x), але їх кількість нижча за межу вимірювань, і ними можна знехтувати в порівнянні з іншими джерелами.

8.3.2 Лінія ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ 120 кВ

Завданням майбутньої лінії електропередачі 120 кВ є резервне постачання АЕС "Пакш-II" електроенергією від майбутньої Підстанції «Пакш-II».

Довжина траси повітряної частини ЛЕП 120 кВ між Електростанцією «Пакш-II» та Підстанцією «Пакш-II» становить ~4,9 км, а довжина кабельних частин - ~1,4 км та ~2,0 км. Тип опор - «СИГЕТВАР», кількість усього - 19 шт. Ширина зони безпеки становить по 15,6 м по обидва боки від уявної осі траси ЛЕП, тобто усього 31,2 м.

З метою підвищення безпеки та надійності нових блоків АЕС, може виникнути необхідність в проведенні ЛЕП 120 кВ резервного електропостачання на окремих рядах опор до кожного блока. Відповідно до цього, може змінитися тип і кількість опор ЛЕП.

8.3.3 СПІЛЬНА ЗОНА БЕЗПЕКИ

Якщо траси обох ЛЕП блоків по 400 кВ та ЛЕП резервного забезпечення 120 кВ проходять паралельно, то повна ширина зони безпеки, яку треба взяти до уваги, становитиме 170 м.

8.3.4 БУДІВНИЦТВО ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ

Основними етапами будівництва ліній електропередачі є наступні:

- підготовка будівництва, геодезична розбивка трас та виробничий пікетаж
- закладання фундаменту
- монтаж опор та гірлянд ізоляторів
- установка опор
- витягування і регулювання проводів

Зазвичай, для будівництва ЛЕП вздовж усієї траси потрібна будівельна смуга завширшки приблизно 3-5 м. Якщо для будівельних робіт займаються орні землі, то спочатку треба отримати висновок ґрунтознавчої експертизи, відповідно до якого проводитимуться роботи по рекультивациі, і який стане підставою для отримання в компетентному земельному відомстві дозволу на тимчасове використання орних земель для інших цілей.

Надземні габаритні розміри установлених опор залежать від їхнього виду - проміжні чи анкерні опори - а також від перерізу та кількості проводів на них.

Для того, щоб оцінити потреби в будівельному просторі, треба врахувати розміри монтажної території, необхідної для збору та установлення опор на місцях, які залежно від типу опори та місця її установлення можуть набувати наступні значення:

- для опор на 400 кВ - приблизно 60х40 м;
- для опор на 120 кВ - приблизно 40х40 м.

Ці смуги орної землі треба тимчасово вивести з обсягу сільськогосподарського використання.

Три ЛЕП (три ряди опор), які пов'язані з АЕС «Пакш-II», можуть будуватися як одночасно, так і послідовно за плановим графіком. У випадку будівництва за плановим графіком, спочатку треба побудувати ЛЕП 400 кВ та 120 кВ, які належатимуть до 1-го блока, а пізніше вже можна побудувати ЛЕП 400 кВ, яка належатиме до 2-го блока.

Тривалість будівельних робіт

- Впорядкування території, земляні роботи: 2 робочих дні/км
- Закладання фундаменту: 2 тижні/км
- Монтаж і установка опор: 1 тиждень/км
- Монтаж проводів: 1-3 тижні/км

Згадані роботи частково можна виконувати паралельно, тому тривалість будівництва оцінюється приблизно у 8-10 місяців. У випадку будівництва за плановим графіком, потрібний для цього час може виявитися значно довшим. За цей період втручання у навколишнє середовище відбувається неодноразово вздовж усієї лінії. На окремих будівельних майданчиках будівельні машини проводять тільки обов'язково необхідний час, а потім переходять до наступного майданчика. Залежно від монтажної технології, під час будівництва виконуватимуться як механізовані, так і ручні роботи.

На наступній фотографії зображено монтаж опори під час колишнього будівництва уже побудованої мережі.



Рисунок 45: Монтаж опори повітряної ЛЕП 400кВ Мартонвашар-Дьйор.

9 ПОТЕНЦІЙНІ ФАКТОРИ І ТЕРИТОРІЇ ВПЛИВУ АЕС ПАКШ II.

9.1 ПОТЕНЦІЙНІ ФАКТОРИ ВПЛИВУ

Першим кроком оцінки впливів на навколишнє середовище було визначення факторів впливу, пов'язаних зі створенням умов для виробництва ядерної енергії та його експлуатації, виходячи з технологічних параметрів, наведених у попередніх матеріалах. Потенційні фактори впливу

запланованих блоків АЕС були поділені на три тематичні групи: територіальне відношення, хронологія, характерні фактори впливу за групами.

Спорудження і експлуатація нових блоків АЕС передбачає використання наступних територій:

Атомна електростанція Пакш II.

- *Виробнича територія нових блоків атомної електростанції*
- *Територія розгорнення будівництва*

Об'єкти АЕС Пакш II.

- *Канал холодної води*
- *Канал гарячої води*
- *Об'єкти розташовані між каналами холодної і гарячої води, так звані «острови»*
- *Об'єкт регенераційної гідроелектростанції*

Блокові електролінії і лінії електропередачі

- *Траса до нової підстанції 400 кВ блокових електроліній і 120 кВ ліній електропередачі*

Траси для перевезень

- *Траси для відвантажень і доставок*

Дослідження факторів впливу нових блоків і об'єктів АЕС виконувалися відносно **хронологічного порядку** – спорудження-будівництво/монтування, експлуатація, ліквідація – з урахуванням залучених територій:

Спорудження-будівництво/монтування: Крім передуючих спорудженню підготовчих робіт, дійсний термін будівництва займає 5 років, що у випадку двох блоків поетапно займе всього 10 років.

Експлуатація: Термін експлуатації запланованих блоків АЕС передбачається на 60 років, який з урахуванням термінів спорудження нових та розвитку з метою продовження часу експлуатації вже існуючих атомних реакторів, можна розділити на декілька етапів:

- 2025-2030 – сумісне виробництво 1-4 блоків Пакшської АЕС і 1 блоку АЕС Пакш II
- 2030-2032 – сумісне виробництво 1-4 блоків Пакшської АЕС і 1 блоку АЕС Пакш II
- 2037-2085 – після припинення виробництва 1-4 реакторів Пакшської АЕС, сумісна експлуатація першого і другого блоків АЕС Пакш II
- 2085-2090 – після припинення виробництва на Пакш II реактору 1, подальша експлуатація блоку 2.
- 2090 – закінчення терміну експлуатації блоку 2 АЕС Пакш II.

Ліквідація: Після закінчення терміну виробництва проводиться припинення експлуатації першого, а потім другого блоків АЕС Пакш II (згідно пункту 31, додатку 1, Наказу уряду 314/2005 в результаті припинення такого виду діяльності передбачається обов'язкове проведення дослідження щодо впливів на навколишнє середовище)

Окремі інтервали досліджуються за **групами факторів впливу**. З огляду на характер об'єктів визначені серед окремих факторів впливу відходи поділяються на дві групи – традиційну (нерадіоактивну) і радіоактивну.

❖ **Використання елементів навколишнього середовища**

❖ **Викиди забруднюючих речовин**

- *Викиди традиційних (нерадіоактивних) речовин*
- *Викиди радіоактивних речовин*

❖ **Відходи**

- Утворення традиційних (нерадіоактивних) відходів та подальші дії щодо них
- Утворення радіоактивних відходів та подальші дії щодо них

❖ **Вигорівші паливні елементи**

- Обробка і зберігання вилучених із зони реактора паливних елементів

9.2 ТЕРИТОРІЇ ВПЛИВУ

Другим кроком у проведенні оцінки впливів спорудження і виробництва АЕС Пакш II на навколишнє середовище було передбачення і визначення процесів, викликаних впливовими факторами, з урахуванням заходів відповідних часових інтервалів будівництва, експлуатації і ліквідації споруди. На основі передбачених впливових процесів, можна визначити **коло навколишніх елементів і систем**, де визначені фактори **безпосередньо або з посередництвом призведуть до використання або перевантаження навколишнього середовища**.

При спорудженні, експлуатації і ліквідації нових блоків атомної електростанції у якості потенційних територій впливу до уваги беруться наступні елементи і системи навколишнього середовища:

Наземні води – річка Дунай

Ґрунти, підземні води (місце розташування об'єкту, долина річки Дунай)

Повітря

Середовище населених пунктів (шум, відходи, радіоактивні речовини)

Флора і фауна - екосистема

Штучні елементи навколишнього середовища

Населення (радіоактивні викиди)

9.3 МАТРИЦІ ПОТЕНЦІЙНИХ ВПЛИВІВ

Передбачені результати дії потенційних факторів впливу подаються у зведених таблицях.

Фактори і території впливу ідентифікуються нами відносно запланованої діяльності (спорудження, експлуатації та ліквідації), а також у випадках незвичайних ситуацій (несправність, аварія, передбачені у проекті обставини).

Фактори впливу	Території впливу								
	Елементи/системи середовища								
	Наземні води	Ґрунти, підземні води		Повітря	Середовище населених пунктів	Флора-фауна екосистема	Територія культурної спадщини	Населення	Побудоване середовище
	Дунай	Місце розташування об'єкту	Долина Дунаю						
Спорудження									
Знесення будівель	-	I	-	T	T	T	-	I, T	I, T
Резервація місця	I	I	-	T	I	T	-	-	I
Перевезення	-	-	-	T	I, T	T	T	T	I, T
Будівництво об'єктів	I	I	-	T	I, T	T	-	T	I, T
Встановлення технологій	I	I	-	T	I, T	T	-	T	I, T
Заходи необхідної діяльності	I	I	-	T	I, T	T	-	T	I, T
Надзвичайна ситуація	T	T	-	T	T	T	T	T	T
Функціонування									
Технологія	T	I	T	T	I, T	T	-	T	I, T
Заходи необхідної діяльності	-	-	-	T	I, T	T	-	T	I, T
Перевезення	-	-	-	T	I, T	T	T	T	I, T
Надзвичайна ситуація	T	T	-	T	T	T	T	T	T
Ліквідація									
Ліквідація технологій	-	T	-	T	I, T	T	-	T	T
Знесення будівель	-	T	-	T	I, T	T	-	T	T
Перевезення	-	T	-	T	I, T	T	-	T	T
Заходи необхідної діяльності	T	T	-	T	I, T	T	-	T	T
Планування території	-	T	-	T	I	T	-	T	I
Надзвичайна ситуація	T	T	-	T	T	T	T	T	T

Пояснення знаків:

T – перевантаження середовища

I – використання середовища

Таблиця 32. Зведена матриця ідентифікації характеру факторів та території впливу

Фактори впливу	Території впливу								
	Елементи/системи середовища								
	Поверхневій воді	Ґрунт, підґрунті воді		Повітря	Середовище населених пунктів	Флора-фауна екосистема	Територія культурної спадщини	Населення	Побудоване середовище
Дунай	Пункт розташування	Долина Дунаю							
Спорудження									
Знесення будівельних конструкцій	-	I	-	H	H	H	-	H, I	H, I
Резервація місця	I	I	-	H	I	H	-	-	I
Перевезення	-	-	-	H	I, H	H	H	H	I, H
Будівництво об'єктів	I	I	-	H	I, H	H	-	H	I, H
Встановлення технологій	I	I	-	H	I, H	H	-	H	I, H
Заходи необхідної діяльності	I	I	-	H	I, H	H	-	H	I, H
Надзвичайна ситуація (H)	H	H	-	H	H	H	H	H	H
Виробництво									
Технологія	H+R	I	H	H+R	I, H+R	H+R	-	H+R	I, H+R
Заходи необхідної діяльності	-	-	-	H	I, H	H	-	H+R	I, H
Перевезення	-	-	-	H	I, H+R	H+R	H	H+R	I, H+R
Події, що відносяться до бази проєктування (R); Аварія (H)	H+R	H+R	-	H+R	H+R	H+R	H	H+R	H+R
Ліквідація									
Ліквідація технологій	-	H+R	-	H+R	I, H+R	H+R	-	H+R	H+R
Знесення будівель	-	H+R	-	H+R	I, H+R	H+R	-	H+R	H+R
Перевезення	-	H+R	-	H+R	I, H+R	H+R	-	H+R	H+R
Заходи необхідної діяльності	H	H+R	-	H	I, H+R	H+R	-	H+R	H+R
Планування території	-	H	-	H+R	I	H+R	-	H+R	-
Події, що відносяться до бази проєктування (R); Надзвичайна ситуація (H)	H	H+R	-	H+R	H+R	H+R	H+R	H+R	H+R

Пояснення знаків:

I – використання середовища

H – традиційні (нерадіоактивні) впливи на навколишнє середовище

R – радіоактивні впливи

Таблиця 33. Зведена матриця звичних і радіоактивних впливів

10 СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНІ НАСЛІДКИ РОЗВИТКУ ПАКШЬСЬКОЇ АЕС

10.1 ЕКОНОМІЧНІ НАСЛІДКИ, УМОВИ

Запланований розвиток матиме значний вплив на економіку всієї країни, регіону і міста Пакш.

Завдяки даному капіталовкладенню, можна виділити приріст економіки і збільшення ВВП на державному рівні, адже вже під час підготовчих робіт, бажаючи взяти участь у реалізації проекту підприємці розпочнуть готуватися, що призведе до впливу на освіту, на персональний розвиток і інновацію матеріальних активів підприємств.

Згідно пункту 2 статті 4 Закону від другого півріччя 2014 року про оголошення двосторонньої Угоди між урядами Угорщини і Російської Федерації щодо співпраці у сфері мирного використання ядерної енергії, «Сторони прикладуть максимальних зусиль, якщо це відповідає можливостям і інтересам даної Угоди і не виходить за рамки правових норм, щоб досягти рівня мінімально 40% локалізації». Тобто уряд Угорщини дане заплановане інвестування вважає значно важливим не тільки з енергетичної, а й з точки зору промислової політики. Із запланованої суми інвестиції величиною 12,5 млрд. євро 5 мільярдів буде реалізовано за участю вітчизняних підприємців, що означає близько 5% річного ВВП, тобто вагому частину на рівні національної економіки країни.

З точки зору енергетичної політики уряд очікує, що виробництво електроенергії у країні й після припинення експлуатації чотирьох блоків АЕС Пакш залишиться врівноваженим, відносно зменшаться габарити імпорту електроенергії в цілому (закупки ядерного палива можуть бути реалізовані з різних джерел і зберігатися у більших масштабах), безпосередньо зменшиться залежність від імпорту електроенергії, а ціни на неї завдяки розвитку пакшської АЕС в перспективі стануть конкурентоспроможними, забезпечивши цим самим конкурентну перевагу серед внутрішніх енергоємних підприємств, надавши можливість збільшення габаритів виробництва.

З точки зору промислової політики важливим аспектом є вже згадуваний раніше розвиток персональної і матеріальної бази підприємств-учасників масштабного капіталовкладення, що призведе до подальшого збільшення їх конкурентоспроможності. Розвиток пакшської АЕС не тільки безпосередньо позначиться на підприємстві, а й у майбутньому стане примножуючим фактором у сфері продуктивності національної економіки, сприятливо вплине на підвищення зайнятості і купівельної спроможності населення, що в свою чергу призведе до збільшення державних бюджетних надходжень. Також аспектом національної економіки є те, що з розвитком пакшської АЕС національна власність збагатиться ще одним сучасним об'єктом, який одночасно служитиме подальшому існуванню всесвітньо відомої професійної культури високого рівня.

З точки зору національної економіки, в запланованому проекті будівництва нових блоків АЕС, основною метою є якнайбільше залучання вітчизняних постачальників. Реально можливе досягнення 30-40% участі вітчизняних виробників. Поточні іноземні (міжнародні) проекти атомних електростанцій ясно показують, що інтенсивне залучання субпідрядників (постачальників) національної економіки основного замовника до підготовчих, будівельно-монтажних, виробничих і в подальшому технічно-обслуговуючих робіт можливе у разі свідомо спланованої їх підготовки, створенні взаємодоповнюючих і посилюючих систем співпраці між ними. Корисність проекту будівництва АЕС значно збільшить добре спланована, системно проведена підготовка субпідрядників, щоб тим самим уникнути значних перевитрат.

Процес спорудження нових блоків АЕС – це такий довготривалий проект, який впродовж десятиліть може забезпечити багаторічні замовлення багатьом вітчизняним підприємствам і виробництвам, тисячі робочих місць як безпосередньо на місці АЕС, так і впродовж підготовчих робіт у дослідницьких інститутах та інших виробничих об'єктах. Покриття 30-40% інвестиційних витрат вітчизняними виробниками передбачає планову підготовчу роботу і організовану співпрацю, включаючи кооперацію підприємців і установ. За останні двадцять років в Угорщині енергетична необхідність і виробничі масштаби будівельних компаній значно впали, і повноцінно відтворити їх нереально. Однак, існує потенційна здатність, і основною метою може стати програмна підготовка і об'єднання підприємств переважно малого і середнього бізнесу.

У рамках підготовчого проекту було проведено оцінку актуального кола виробництв і підприємств, яких можна залучити до програми спорудження нових блоків АЕС. Використовувався підхід у двох напрямках. З одного боку досліджувалися пріоритетні підприємства на національному рівні, а з іншого – були зібрані підприємства, які

знаходяться в безпосередньому ширшому оточенні АЕС м. Пакш, і в системі субпідрядних ланцюгів мали б змогу долучитися до роботи. За результатами оцінювання близько півтори сотні потенційних підприємств потрапили у базу даних, спрямовану на сфери постачання, обслуговування, професійної спеціалізації (ядерної, машинобудівної, технічного управління, електроенергетичної, будівельної, хімічної та ін.) та напрямки діяльності (науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи (R & D), проектування, виробництво, перевезення, будівництво, монтаж, введення до експлуатації, компетентність та ін.).

Звичайним є прагнення і сподівання, що компанії, які діють у широкому оточенні АЕС м. Пакш, зможуть долучитися до системи реалізації даного проекту, зміцнюючи тим самим підприємницький потенціал регіону і створюючи можливості зайнятості трудових ресурсів. Чітко визначений за декількома критеріями регіон складається з 90 населених пунктів, охоплює обидва берега Дунаю і поширюється на території трьох сусідніх областей. Предметом дослідження стали підприємницькі компанії, які працюють у сфері будівництва, виробництва, монтажу і транспортування, з робочим персоналом не менше 10 осіб, проявляють зацікавленість щодо участі у проекті на основі різноманітних контрактних конструкцій. У ході оцінювання компанії були розділені на категорії відносно придатності (персонал і матеріальна база), референцій, міцності капіталу і балансових показників, наявних сертифікатів і готовності до подальшого підвищення кваліфікацій. Однак, регіональні підприємства можуть бути не тільки безпосередніми кандидатами даного проекту, а й взяти участь у опосередкованій роботі (напр. будівництво інфраструктури). У результаті дослідження до бази даних увійшло близько 240 регіональних компаній.

10.2 СОЦІАЛЬНІ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКИ, СИСТЕМА УМОВ

ЗАТ «Угорські енергетичні компанії АЕС м. Пакш» (MVM Paks Atomerőmű Zrt.) вже майже чотири десятиліття існує в регіоні, визначеному такими містами, як Пакш, Сексард і Калоча. В результаті раціонального процесу товариство побудувало таку регіональну систему зв'язків, яка базується на взаємній повазі, розумінню і взаємовигідній співпраці. Такий міцний, взаємно підтримуючий зв'язок забезпечив надійний суспільний фундамент для прийняття таких важливих рішень, як продовження термінів виробництва, спорудження нових блоків АЕС. Парламентські і урядові рішення щодо будівництва нових атомних енергоблоків вимагають особливої уваги відносно підняття економічного-суспільного рівня, суттєвого розвитку і активізації оточуючого АЕС регіону. Однією з основних умов програми розвитку є зміцнення схильності регіону до погодження і співпраці, завоювання довіри з боку органів місцевих самоврядувань, підприємств і громадян, чим необхідно займатися вже на підготовчому етапі реалізації цього великого проекту.

ЗАТ «Угорські енергетичні компанії АЕС м. Пакш» є найбільшою компанією і роботодавцем регіону, тому з особливою відповідальністю ставиться до стану навколишнього середовища, якості життя населення регіону, піклується розвитком і майбутнім краю. Спорудження електростанції і примикаючі до нього проекти зможуть досягти успіху, якщо будуть реалізовуватися у сприятливому економічно-соціальному середовищі, і ефективно взаємодіяти, зміцнюючи один одного. Процес зведення нових блоків АЕС активно забезпечує зайнятість населення регіону, а також демократичні можливості втручання до даної справи. Підтримка з боку населення регіону на даний час обнадійлива, зв'язок розвивається, одночасно ставляться і серйозні вимоги щодо процесу. Органи місцевих самоврядувань, населення краю та зацікавлені підприємства вже на підготовчому етапі грандіозного проекту очікують проявлення ініціативи щодо довготривалої і плідної співпраці.

Конче необхідно залучати до справи весь регіон, створити ґрунт для максимальної його зацікавленості не тільки щодо розвитку підприємництва, а в першу чергу відносно забезпечення трудових ресурсів і відповідної системи транспортування і логістики. Дані питання детально розглядалися у проекті розширення. Насамперед було складено переліки фахів, які необхідні для будівництва, монтажу, технічного запуску і обслуговування атомної електростанції, а також відповідають системі Національного реєстру вищої освіти та існуючими в Угорщині освітніми напрямками. Зібраний при залученні високодосвідчених спеціалістів у сфері енергетики та співпрацівників університетських кафедр матеріал є основою для будь-яких подальших порівняльних досліджень щодо попиту трудових ресурсів для раніше прогнозованих тендерних робіт. Підписання двосторонньої угоди між урядами Угорщини і РФ спростило ситуацію, бо у подальшому необхідно опиратися виключно на попередні дані компанії ЗАТ «Атомстройекспорт».

В інтересах оцінки наявного і прогнозованого на майбутнє складу регіональних трудових ресурсів було проведено масштабне опитування у 90 населених пунктах областей Толна, Бараня, Бач-Кішкун. В зв'язку з відсутністю державної адміністративної облікової системи у даній сфері, на основі вказаного вище масштабного дослідного опитування була створена необхідна база даних, яка забезпечує можливість визначення можливостей залучення

і підготовки кадрів для реалізації великомасштабного проекту. Таким чином, вже відомий, розподілений за спеціалізаціями попит робочої сили зручно співставляється з фаховим потенціалом трудових ресурсів регіону. Виходячи з припущень, що зі складу фахових трудових ресурсів регіону до даного проекту спорудження нових блоків АЕС можна залучити лише 20%, випливає, що це забезпечує лише 25-30% необхідної кількості робочої сили. Звичайно, що відносно деяких професій спостерігаються значні відхилення. Тому, завдяки попередньо зафіксованим результатам порівняльних аналізів, стало відомо, що основний попит спостерігається відносно теслярів, монтажників залізобетонних конструкцій, кваліфікованих зварювальників, слюсарів, електромеханіків і монтажників систем управління.

Було проведено аналіз закладів середньої спеціальної освіти та компаній, що надають послуги з підвищення кваліфікації і навчання дорослих осіб, концентруючи увагу на умови і освітню систему даних установ, їх інфраструктуру, практичну базу, об'єми, плани розвитку, гнучкість. Дані освітні заклади шляхом розвитку навчальних процесів, введенням нових напрямків та збільшенням можливостей щодо кількості учасників, а також покращенням умов навчання зможуть забезпечити необхідний фаховий персонал у сферах, що недостатні, або й зовсім відсутні на сучасному ринку трудових ресурсів. Проводився аналіз не тільки вітчизняних навчальних закладів, факультетів і кафедр інженерно-технічного профілю, а й близького зарубіжжя. Був також підготовлений матеріал для прийняття рішення відносно можливого відтворення навчання у пакшському інституті енергетики, однак виключно у рамках віддаленої філії якого-небудь з національних вищих навчальних закладів.

На рівні розробки навчального плану і системи виробничої практики був створений матеріал, готовий до втілення у вищий освітній процес інженерно-технічного напрямку. З середніми навчальними закладами регіону було укладено угоди про їхню участь, які передбачають додаткові спеціалізовані години предмету фізики, починаючи з одинадцятого класу навчання з вимогами складання елементарних іспитів на атестат зрілості. Виникає надія, що більша частина спеціалістів, отримавших вищу освіту в навчальних закладах інших регіонів, будуть мати бажання повернутися у рідний край, який зможе надати їм можливість доброго заробітку і кар'єрного росту. Окрім цього, було розроблено систему наставництва і підтримки за рахунок спеціалізованих стипендій у сфері середньої і вищої освіти, завдяки чому можна було б утримати молодих спеціалістів у середовищі електроенергетичної промисловості, а також стати на перешкоді відтоку вітчизняного інтелекту за кордон.

З досліджень трудових ресурсів випливає, яка саме кількість робочого персоналу необхідна у ході реалізації даного проекту відносно річних інтервалів і попиту різноманітних видів обслуговування. У зв'язку з прагненням реалізації зайнятості населення регіону значно зменшиться потреба у розбудові житлового сектору, однак збільшиться необхідність в налагодженні систем транспортних комунікацій. Пріоритетне ставлення до регіону Калоча фокусує ракурс на знаходження нових альтернатив для сполучення через річку Дунай. При вирішенні транспортних проблем, насамперед, потрібно звернути увагу на екологію, а також створювати великі майданчики для паркування, які у подальшому можна буде використовувати і в інших цілях. Необхідно оцінити готельно-житлові можливості, шляхи їх подальшого розвитку, звернувши увагу на пропозиції Міжнародного агентства атомної енергетики. Одночасно зі створенням хоч і тимчасових, однак відповідаючих сучасним вимогам, житлових комплексів, треба піклуватися про умови постійного проживання осіб обслуговуючого персоналу і членів їх сімей. Необхідно проаналізувати яку кількість людей спроможні прийняти деякі населені пункти. Вирішення потребуватимуть питання збільшення масштабів забезпечення населення продовольчими продуктами і харчуванням, медичного і соціального забезпечення, питання щодо громадської безпеки, створення програм активного дозвілля. Вже заздалегідь необхідно подбати про розвиток дошкільних виховних і шкільних навчальних закладів, вирішення питань щодо зайнятості жінок (членів сім'ї), завчасного створення нових робочих місць.

Запланований розвиток особливого значення на регіональному рівні першочергово набуває в період втілення проекту, адже саме тоді, коли розвивається інфраструктура, виникає приріст прибутків організацій, які займаються забезпеченням житлових послуг для прибулих робітників-будівельників і т. д. У процесі розвитку АЕС і припинення роботи 1-4 блоків ще тривалий період залишаться прошарок платоспроможних роботодавців і підприємців, які будуть займатися обслуговуванням нових блоків, компенсуючи тим самим очікувані негативні економічно-соціальні наслідки у зв'язку з припиненням функціонування старих блоків.

Місто Пакш, навіть при умові значної децентралізації, вже у період підготовки масштабного проекту розширення АЕС отримує особливу роль, тому процес постійної співпраці з ним виправдає себе. Наразі триває оцінка габаритів необхідного розвитку інфраструктури та початковий етап виконання завдань щодо проектування і визначення необхідних джерел для подальшої його реалізації. Проводитимуться виявлення можливостей розвитку і розширення території Промислового парку у м. Пакш. Дуже важливо, щоб необхідні для підготовчих робіт з будівництва і монтажу АЕС об'єкти, виробничі і офісні споруди були розташовані саме на цій території. Відповідним

чином щодо підготовки проекту повинен розглядатися обласний центр – місто Сексард. До Мережі партнерських населених пунктів регіону АЕС потраплять ті, які візьмуть на себе конкретні зобов'язання в інтересах досягнення успіху і реалізації проекту, наприклад, нададуть територію для розміщення тимчасового контейнерного містечка для робітників, забезпечать підключення до необхідних комунальних мереж, перерозподіл житлових територій, розширення можливостей щодо відпочинку та дозвілля і т. д.). Члени Мережі отримують за це не конкретну матеріальну оплату, а цілу низку можливостей. Все це потребує ґрунтовної роботи на місцевості, щоб досягнуті у майбутньому результати базувалися на реальних місцевих трудових ресурсах.

Майже десять років при ЗАТ «Угорські енергетичні компанії АЕС м. Пакш» функціонує система особливої підтримки у формі фонду, метою якого є регіональний і місцевий розвиток, підтримка підприємств регіону, сприяння у створенні нових робочих місць. Завдяки фонду, шляхом безпосередньої, або опосередкованої (з залученням власної частки капіталу) конкурсної підтримки, в регіоні було реалізовано проектів розвитку на 30 мільярдів форинтів, що призвело до створення багатьох сотень нових робочих місць.

В інтересах досягнення плідного діалогу між компанією АЕС і місцевим населенням, не можна було уникнути створення такої організації, яка б у якості юридичної особи, з індивідуальною програмою, власним статутом і бюджетом, могла представляти інтереси і реальні потреби населення регіону. Відповідно, у 1992 році депутати органів самоврядування 13 населених пунктів створили Асоціацію соціального контролю та інформаційного і регіонального розвитку (скорочена угорська назва ТЕІТ). Асоціація з одного боку проводить контрольні дії, а з іншого – щільно співпрацює з атомною електростанцією у плані передачі інформації. Її метою є не протистояння АЕС, а захист інтересів населення, сприяння досягненню відвертого діалогу, співпраці і взаєморозуміння. Асоціація публікує періодичні видання і створила громадську комісію контролю.

Між ЗАТ «Угорські енергетичні компанії АЕС м. Пакш» і населенням регіону існують тривалі і добре налагоджені можливості комунікації. Змога отримати докладну інформацію і висловити власну думку є основою побудови відвертих стосунків, спокійної співпраці і досягнення консенсусу у справах. У рамках ведення політики відкритості при АЕС працює центр відвідування, офіси якого розташовані безпосередньо біля енергетичного комплексу, а також у місті Калоча. Даний центр є основним об'єктом зустрічі представників населення і компанії АЕС, де щодня проводяться особисті консультації і надається необхідна інформація. Компанія Пакшської АЕС знаходиться у тісних стосунках з представниками регіональної і національної преси, для яких регулярно і в залежності від обставин надається всі необхідні інформаційні матеріали. ЗАТ «Угорські енергетичні компанії АЕС м. Пакш» видає свою власну газету, в якій публікується точна інформація про події на об'єктах станції, проекти і процеси розвитку. Дана газета потрапляє у кожну поштову скриньку у радіусі 12 км зони, куди входять населені пункти – члени Асоціації «ТЕІТ». Населення міст Пакш, Калоча, Герйен і Усод цілодобово отримують загальнозрозумілу інформацію про актуальний радіаційний фон з моніторів, розташованих у центрі цих населених пунктів в порівняльній формі.

11 СУЧАСНІ КЛІМАТИЧНІ УМОВИ І ПРОГНОЗИ НА МАЙБУТНЄ У РАДІУСІ 30-КІЛОМЕТРОВОЇ ЗОНИ НАВКОЛО МІСТА ПАКШ

11.1 ХАРАКТЕРИСТИКА КЛІМАТУ В РАДІУСІ 30-КІЛОМЕТРОВОЇ ЗОНИ НАВКОЛО МІСТА ПАКШ

Середня річна **температура** на метеорологічній станції м. Пакш становить 10,7°C, що перевищує середньорічну температуру по країні. Дані щодо зміни температури протягом року свідчать, що найтеплішим місяцем у регіоні є липень, а найхолоднішим – січень. З аналізу багаторічних результатів температурних показників випливає, що середньорічна температура показує зростаючу тенденцію, і, характеризуючи кількість спекотних днів у літні місяці, спостерігається щорічне зростання екстремальних випадків.

З огляду на річну **кількість опадів**, починаючи з 1951 року, найбільш засушливим роком у м. Пакш був 1961 рік (285,9 mm), а найбільш дощовим – 2010 (990,9 mm), який перевищив усі абсолютні показники до цього часу. Якщо взяти для порівняння середні показники за десятиріччя, то бачимо, що останнє десятиріччя було найбільш дощовим. У регіоні м. Пакш річна кількість опадів показує незначну зростаючу тенденцію. Дані про температурні максимуми свідчать, що за останні 30 років неодноразово перевищувалися рекорди столітнього періоду. За кількістю опадів у році найбільш дощовим у пакшському регіоні є червень, за яким ідуть липень, серпень і травень.

Таким чином, найбільше опадів випадає у літній період. Також досягнення максимальної кількості опадів спостерігається у листопаді. Найменшою кількістю опадів характеризується березень, а також – січень і лютий.

Пакшський регіон отримує найменше **сонячного світла** у грудні через значну хмарність і короткий світловий день. У цей період середня місячна тривалість сонячного світла складає всього 53 години. Період травень-вересень найбільш сонячний, у цей час середньомісячні показники перевищують 250 годин, а липень є в середньому найбільш ясным місяцем у період за останні 30 років. За липнем ідуть серпень і червень. Сонячне світло літнього півріччя майже у два з половиною рази перевищує світло зимового півріччя.

В області міста Пакш середній річний **атмосферний тиск** на рівні моря сягає 1017,5 hPa, а річні зміни подібні до змін по всій території країни: найвищі показники переважно фіксуються у січні, а найменші – у квітні. Середній атмосферний тиск у літньому півріччі нижчий за зимовий.

Навколо міста Пакш повне **насичення повітря** сягає найнижчої поділки у листопаді-лютому, а найвищої – у травні-серпні. Взимку потенціально випаровування повітря найнижче, майже досягає повного насичення, а від весни до осені через недостатню кількість води у водоймах сягає найнижчих показників. Пакшський регіон з точки зору річної кількості опадів вважається засушливою територією.

Температура поверхні ґрунту безпосередньо залежить від ходу сонця, тому нагрівання і охолодження верхніх шарів ґрунту відбувається паралельно до зміни температури повітря. З подальшим проникненням у глибину сила сонця поступово втрачає свою силу, тому коливання денної та сезонної температури зменшується. На певній глибині температура ґрунту вже стала і не залежить від змін температури повітря.

Рух повітря. У пакшському регіоні у річному вимірі спостерігається переважно північно-західний вітер, а на другому місці перебуває південний рух повітря. У теплий період домінує північний-північно-західний рух повітря, далі іде північно-західний, потім – північний, а південний вітер, таким чином, займає четверте місце. У зимовий період домінує північно-західний вітер, а на друге місце тут виходить південний рух повітря, на третьому місці – північний-північно-західний. У період 1997-2010 рр. середня швидкість руху повітря показує спадаючу тенденцію. Найсильніші пориви вітру у вказаний період були зафіксовані 19 листопада 2004 року (24,8 м/с). Загалом максимальні пориви вітру спостерігаються у північно-західному напрямку, далі – у південному, а потім – у північному-північно-західному. Щодо швидкості вітру, то найчастіше спостерігаються пориви вітру швидкістю 2-4 м/с, але частими є і пориви швидкістю 1-2 м/с, та 4-6 м/с. Швидкість, що перевищує 12 м/с, спостерігається протягом року рідше, а вище 17 м/с – зовсім рідко.

На 20-метровій висоті **пакшської метеорологічної вишки**, за даними семирічних вимірювань, домінуючим був вітер північного-північно-західного напрямку, поряд з цим з цим часто спостерігався північний рух повітря. Достатньо часто спостерігався також вітер у південному і південному-південно-східному напрямках. На висоті 50 метрів найчастіше спостерігався північний-північно-західний напрямок руху повітря, а далі у порядку, подібному до того, що спостерігався на висоті 20 м. На висоті 120 м вже спостерігається тенденція почастишання північно-західного вітру. Однак, домінуючим і в даному випадку був північний-північно-західний напрямок, за ним – північно-західний, а потім – південний, пориви якого були значно сильнішими, ніж на нижчих рівнях. Якщо швидкість вітру на позначці 20 м сягала 2-4 м/с, з нижчою частотою, ніж на висоті 50 м, то на висоті 120 м найчастіше спостерігався рух повітря зі швидкістю 4 і 6 м/с. За весь період досліджень максимальна середня швидкість руху повітря на позначці 20 м сягала 12 м/с, на 50 м – 18 м/с, а на 120 м – 20 м/с. Пориви вітру зі швидкістю, що перевищувала 25 м/с, не спостерігалися, однак на позначці 120 м вони були навіть сильнішими за 30 м/с.

11.2 Аналіз кліматичних змін у XXI столітті в регіоні м. Пакш на основі кліматичних моделей

Після 2010 року неодноразово звучало, що „минулого року було надзвичайно багато опадів”, а 2012 рік часто називали „екстремально спекотним”. Природна мінливість деяких років є характерною для помірного клімату, тому такі явища не можуть бути віднесені до факторів зміни кліматичних умов.

Основні сумніви щодо кліматичного моделювання викликає **сумнівність самих кліматичних моделей**. Подібні моделі за допомогою різних методів обчислювання і формул визначають процеси у кліматичних системах. У ході таких обчислювань показники природних явищ (температура повітря, швидкість руху повітря і т. д.) розглядаються у вузлах решітки тривимірного простору, і деякі їх взаємодії – у спрощеній формі параметризації. Моделі, розроблені у різних інститутах, часто відрізняються, опис тотожних фізичних процесів проводиться з різних ракурсів

і методів параметризації, а також використовуються решітки різної роздільності. Усі ці відмінності відображаються й у результатах моделей.

Доведено, що антропогенна діяльність впливає на кліматичні процеси, тому при створенні кліматичних моделей цей фактор необхідно враховувати. Еволюцію людської діяльності у майбутньому важко передбачити, адже невідомо, якою мірою буде змінюватися кількість населення, якої енергетичної і економічної політики будуть дотримуватися окремі держави, як буде відбуватися технологічний прогрес, так само як і те – скільки шкідливих відходів буде вироблятися у майбутньому. Саме через це було створено декілька сценаріїв щодо викидів (Накіценович і Сварт, 2000), які антропогенний вплив на навколишнє середовище вимірюють величиною викидів вуглекислого газу в атмосферу. Існують як песимістичні (що передбачають збільшення викидів вуглекислого газу), так і оптимістичні сценарії майбутнього планети, які передбачають доволі суперечливі прогнози щодо викидів тепличних газів. Саме таку невизначеність називаємо **сумнівним сценарієм**.

Моделі спочатку тестують на кліматичних умовах минулого, і на основі отриманих результатів проводять їх подальше вдосконалення. Після цього за допомогою таких моделей виконують симуляції майбутнього, використовуючи параметри викидів теплових газів і створення парникового ефекту внаслідок людської діяльності. Оскільки різні моделі по-різному характеризують клімат, то при визначенні змін кліматичних умов завжди беруться до уваги результати декількох статистичних моделей (так званий метод ансамблів, встановлений Гіббсом). Таким чином, сумніви в результатах моделювання клімату можна математично вирахувати.

Сумнівність сценаріїв зміни кліматичних умов характерна для періоду, починаючи з другої половини XXI століття. У дослідженнях змін кліматичних умов необхідно керуватися принаймні двома моделями для обчислення сумнівності, адже кожна з моделей проектує клімат майбутнього з однаково відповідною вірогідністю.

11.2.1 ЗАГАЛЬНОДОСТУПНІ МОДЕЛІ

Результати глобальних моделей мало підходять для використання щодо території Карпатського басейну, переважно через слабку роздільність діапазону. Тому для визначення співвідношення фактору сумнівності глобальні дані треба коригувати за допомогою регіональних моделей. У рамках європейського проекту «ENSEMBLES» (Ван дер Ліден і Мітчелл, 2009.) були запущені кліматичні моделі з 25- і 50-кілометровими горизонтальними роздільними решітками, для яких використовувався звичайний сценарій (A1B).

Національна метеорологічна служба Угорщини (OMSz) протягом останніх років для дослідження клімату проводила адаптацію двох існуючих кліматичних моделей:

Модель ALADIN-Climate, розроблену тулузькою службою Météo France у рамках міжнародної співпраці, та

Регіональну кліматичну модель REMO, розроблену гамбурзьким інститутом Max Planck

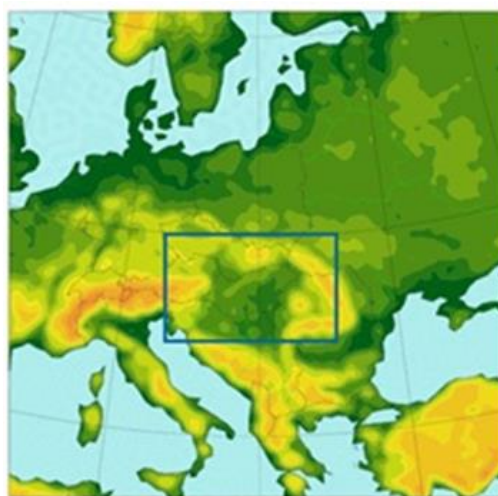


Рисунок 46: Модель ALADIN-Climate з діапазоном роздільністю 25 км (повне зображення) і 10 км (виділений сектор)

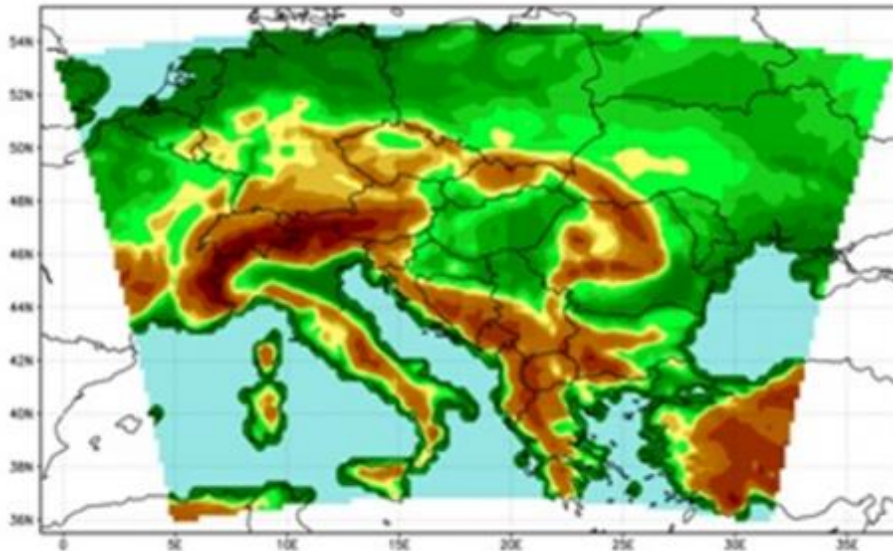


Рисунок 47. Модель REMO з діапазоном роздільності 25 км

Із застосуванням даних цих моделей спочатку з метою тестування проводилося моделювання щодо минулого, а на основі отриманих результатів були проведені подальші розробки, спроектовані на майбутнє.

	ALADIN-Climate 4.5		REMO 5.0	
	1961–2000	1961–2100	1961–2000	1951–2100
Період	1961–2000	1961–2100	1961–2000	1951–2100
Роздільність	25 і 10 км	10 км	25 км	25 км
Граничні умови	реаналіз	GCM	реаналіз	GCM

GCM: Global Climate Model – глобальна кліматична модель.

Таблиця 34. Дані аналізу, проведеного з регіональними кліматичними моделями ALADIN-Climate і REMO

При використанні двох регіональних моделей (ALADIN-Climate і REMO) у Метеорологічній службі Угорщини результати за шкалою глобальних моделей проєктуються на діапазон мілкішої роздільності. Для цього у якості вихідних даних використовуються так звані граничні умови. У випадку регіональної моделі ALADIN-Climate граничні умови представлені глобальною моделлю загальної циркуляції ARPEGE-Climat, а у випадку REMO – моделлю поєднання океан-атмосфера ECHAM5/MPI-OM.

У нижченаведеній таблиці представлені параметри виконаних симуляцій.

Модель	Роздільність	Граничні умови	Сценарій	Період
ALADIN-Climate 5.2	50 км	ERA-Interim	-	1989–2008
	10 і 50 км	ARPEGE	RCP8.5	1951–2100
REMO 2009	10 км	ERA-Interim	-	1989–2008
	10 км	ECHAM	RCP8.5	1951–2100

Таблиця 35: Запланований дослід з моделями ALADIN-Climate і REMO

Оновлення симуляції мілкої роздільності знаходиться у початковій стадії.

11.2.2 ПРОЄКТУВАННЯ ЗАГАЛЬНОДОСТУПНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ МОДЕЛЮВАННЯ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН У ЗВИЧАЙНИХ КЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ ДЛЯ ТЕРИТОРІЇ НАВКОЛО М. ПАКШ У РАДІУСІ 30 КМ

Обрана територія складається з моделі з діапазоном 10 км – роздільність 7x7 і моделі з діапазоном 25 км – роздільність 4x3.

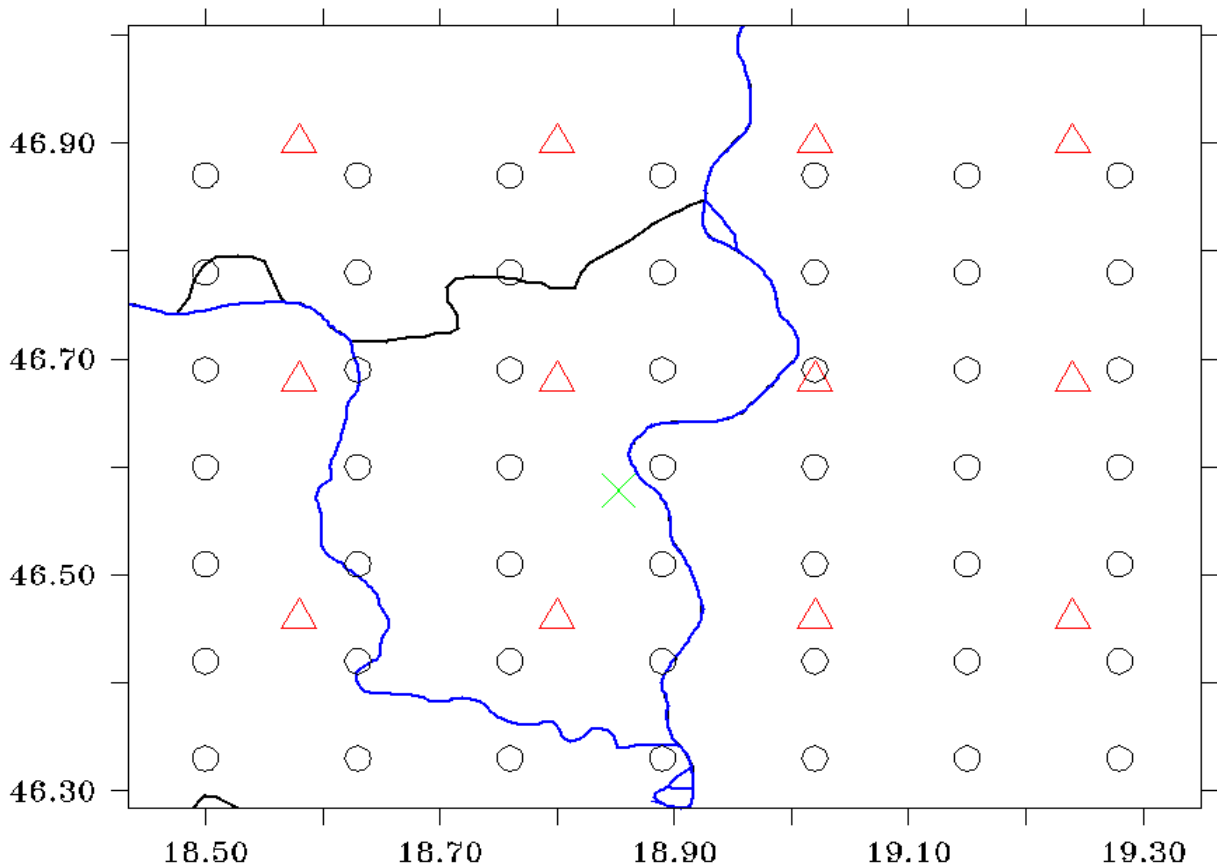
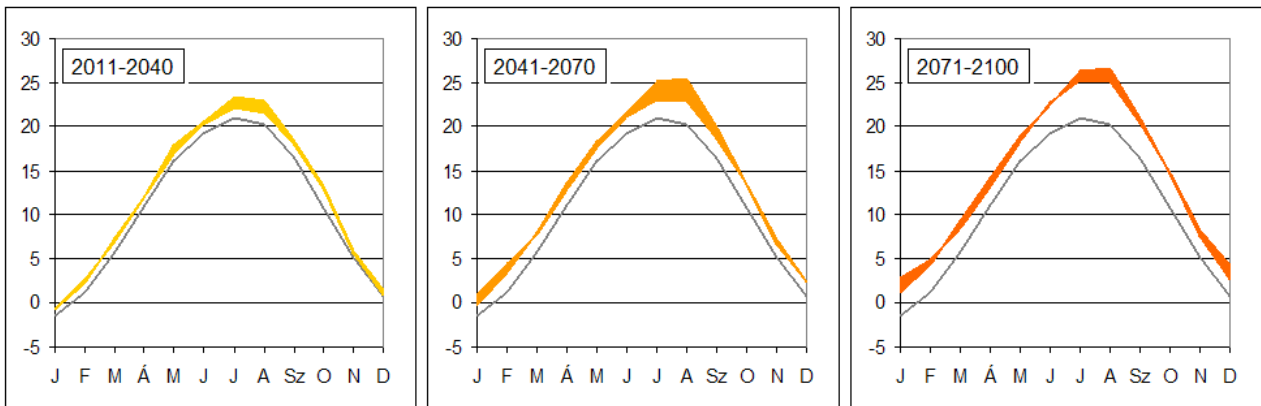


Рисунок 48: Точки решітки моделей ALADIN-Climate (чорний колір) і REMO (червоний колір) у навколишньому середовищі Атомної електростанції «Паки-ІІ» (зелений колір)

Були визначені три інтервали майбутнього періоду – 2011–2040, 2041–2070 і 2071–2100 роки, оскільки, згідно з рекомендаціями Міжнародної метеорологічної служби, отримати змістовні результати можна виключно за шкалою довготривалого періоду, що становить не менше 30 років. Моделі описують реальні процеси з приблизною точністю, тому результати можуть містити певні похибки. З метою уникнення системних похибок, результати щодо періоду майбутнього оцінюються не поодинокі, а відносно референції інтервалу 1961–1990 років – тобто подаються видозміни (хоча похибки моделювання не завжди є періодичними).

При моделюванні зміни кліматичних умов крім факторів природних кліматичних явищ до уваги беруться антропогенні впливи. Однак, не знаючи до кінця еволюцію людського фактору на весь період XXI століття, застосовувалися різні гіпотетичні версії, так звані сценарії, які відтворюють різноманітні види антропогенної діяльності майбутнього. В обчислювальній формі вплив людської діяльності подається вираженням кількості викидів теплових газів в атмосферу, у кожному із модельованих сценаріїв береться до уваги різна концентрація вуглекислого газу у повітрі (обов'язково із зростаючою тенденцією). Серед запропонованих сценаріїв є біль і менш оптимістичні варіанти, а також крайнім чином песимістичні. Національна метеорологічна служба Угорщини опирається на проведені дослідження моделювання **середнього сценарію (A1B)**. У процесі моделювання до 2000 року беруться до уваги результати існуючих замірів концентрації вуглекислого газу у повітрі, щодо наступних періодів беруться показники гіпотетичних версій, про які вказувалося раніше. Фахівці, які займаються питанням моделювання кліматичних змін на майбутнє, переважно базують свої дослідження на результатах періоду 1961–1990 рр., бо вважається, що так отримані моделі прогнозування є більш точними і відносно XXI століття дають результати більш глобальніших змін.

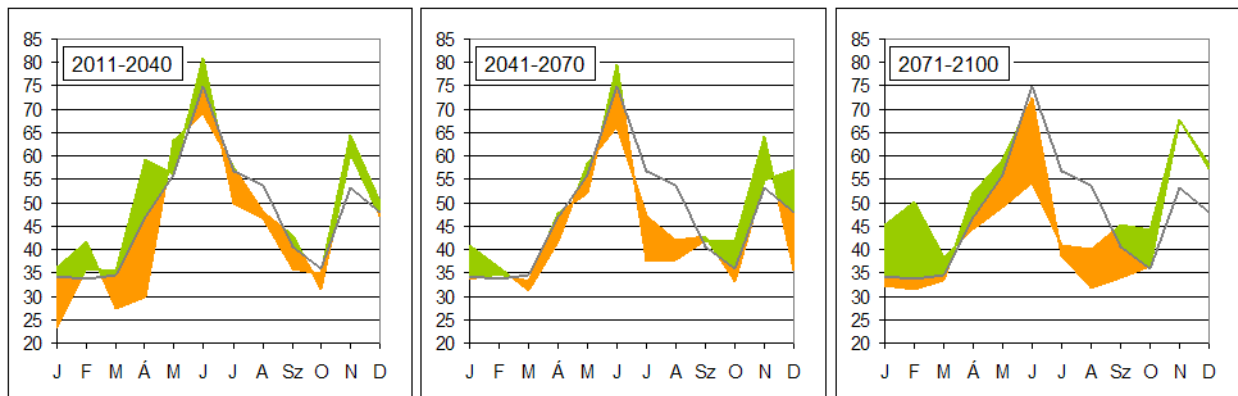
На період XXI століття за результатами обох моделювань у пакиському регіоні очікується поступове потепління, як у річному, так і сезонному та місячному відношеннях. Це означає, що з кожним 30 річним інтервалом у майбутньому середня місячна, сезонна і річна температура повітря буде чимраз зростати. Щорічна природна мінливість залишиться, тому у майбутньому не виключно передбачаються місяці і пори року холодніші за звичайні.



- 1 Примітки:
2 Під час зображення інформації щодо зміни кліматичних умов на майбутнє, до часових інтервалів передбачених у моделюванні були додані результати замірів періоду 1961–1990 рр., таким чином були отримані дві криві, проміжок між якими позначений кольором.

Рисунок 49: Зміна середньорічної температури (°C) за спостереженнями періоду 1961–1990 рр. (сіра крива) та криві прогнозованої зміни температури (°C) на періоди майбутнього у пакшському регіоні (кольором позначено інтервали похибки між двома прогнозованими результатами)

На відміну від температури у випадку опадів щодо обох моделей не можемо говорити про чіткі лінійні зміни ні у відношенні визначених часових періодів, ні річних, сезонних, або місячних інтервалів. Отримані результати погоджуються, що в середньому очікуються мінімальні зміни опадів, однак важливо звернути увагу на зміни щодо пір року. Всі варіанти моделювання свідчать про зменшення кількості опадів влітку і збільшення – восени, відносно весняного і зимнього періодів – результати сумнівні. Моделювання показує однозначні природні зміни на території пакшського регіону відносно всіх пір року, як на річному, так і на рівні всіх трьох періодів. Вагоміші зміни спостерігаються ближче до кінця століття, а в основному характерними є мала кількість опадів влітку і восени.



- 3 Примітки:
4 Під час зображення інформації щодо зміни кліматичних умов на майбутнє, до часових інтервалів передбачених у моделюванні були додані результати замірів періоду 1961–1990 рр., таким чином були отримані дві криві, проміжок між якими позначений кольором (зростаюча тенденція – зеленим, спадаюча тенденція – жовтим).

Рисунок 50: Річна зміна опадів (мм) за спостереженнями періоду 1961–1990 рр (сіра крива), та криві модельованих змін опадів (мм) на періоди майбутнього у пакшському регіоні (кольором позначено інтервали похибки між двома прогнозованими результатами)

Щодо швидкості руху повітря моделі не прогнозують значних або очевидних змін, особливо на середньорічному рівні.

12 ПОТЕНЦІЙНИЙ ВПЛИВ ПЛАНОВАНОЇ ІНВЕСТИЦІЇ І КЛІМАТИЧНИХ УМОВ НА ТЕМПЕРАТУРУ ВОДИ У РІЧЦІ ДУНАЙ, ВИНИКНЕННЯ ПОВЕНЕЙ, БЕЗПЕКУ ЗАБОРУ ВОДИ ДЛЯ СИСТЕМ ОХОЛОДЖЕННЯ ТА НА СТРУКТУРНІ ЗМІНИ РУСЛА ДУНАЮ

У рамках прогнозних досліджень щодо впливу проекту зведення АЕС «Пакш II» на навколишнє середовище проводилося моделювання впливів на річку Дунай. Їх метою було з'ясувати можливі найбільш негативні наслідки в екстремальних умовах в регіоні Пакшської АЕС, визначити морфодинамічні процеси у річці Дунай під впливом різних гідрологічних явищ, передбачити характерні параметри зворотного теплого потоку води, що використовується для охолодження реакторів.

У процесі моделювання річки Дунай були детально досліджені і проаналізовані наступні елементи:

- Одновимірне (1D) моделювання впливів екстремальних природних і штучних обставин
 - У разі повені на об'єкті АЕС
 - Безпека забору води для охолодження
- Двовимірне (2D) моделювання граничних обставин низького і високого рівня води
- Зміни річкового русла, морфодинаміка
 - Одновимірне (1D) моделювання гідронамиву
 - Двовимірне (2D) моделювання морфодинаміки русла річки Дунай
- Трьохвимірне (3D) моделювання наслідків зворотного повернення теплого потоку води у річку Дунай
- Дослідження об'єктів очисних споруд в умовах аварійної ситуації

12.1 Вплив спорудження блоків АЕС «ПАКШ II» НА РІЧКУ ДУНАЙ

При спорудженні блоків АЕС «Пакш II» розширення гирлової ділянки каналу холодної води та спорудження рекупераційної гідроелектростанції, заплановану за 200 м вище від місця випуску теплої води, буде мати мінімальний вплив на водозабірні вишки, що знаходяться на правому березі Дунаю.

З метою доведення вищевказаного твердження у наступному розділі подається опис впливів на зміни розподілу швидкості течії за допомогою результатів гідродинамічного моделювання 2D.

12.1.1 Вплив блоків АЕС «ПАКШ-II» НА ТЕЧІЮ І ДЕФОРМАЦІЮ РУСЛА РІЧКИ ДУНАЮ

З допомогою каліброваної згідно з сучасним станом течії моделі 2D визначено поле течії інтегрованої глибини на відрізку річки Дунай в середовищі об'єкту, з урахуванням багаторічної середньої швидкості течії (2 300 м³/с), в умовах роботи самої Пакшської АЕС та при умові будівництва нових блоків. При зіставленні двох ділянок швидкості водяного потоку можна визначити, що будівництво блоків АЕС «Пакш II» мінімально впливає на обставини течії (швидкість і рівень води) річки Дунай. Зважаючи на наведені дані, у разі втілення запланованого проекту варто розраховувати на зовсім незначні зміни у зв'язку з деформацією русла і змішуванням випусків теплої води з водою річки.

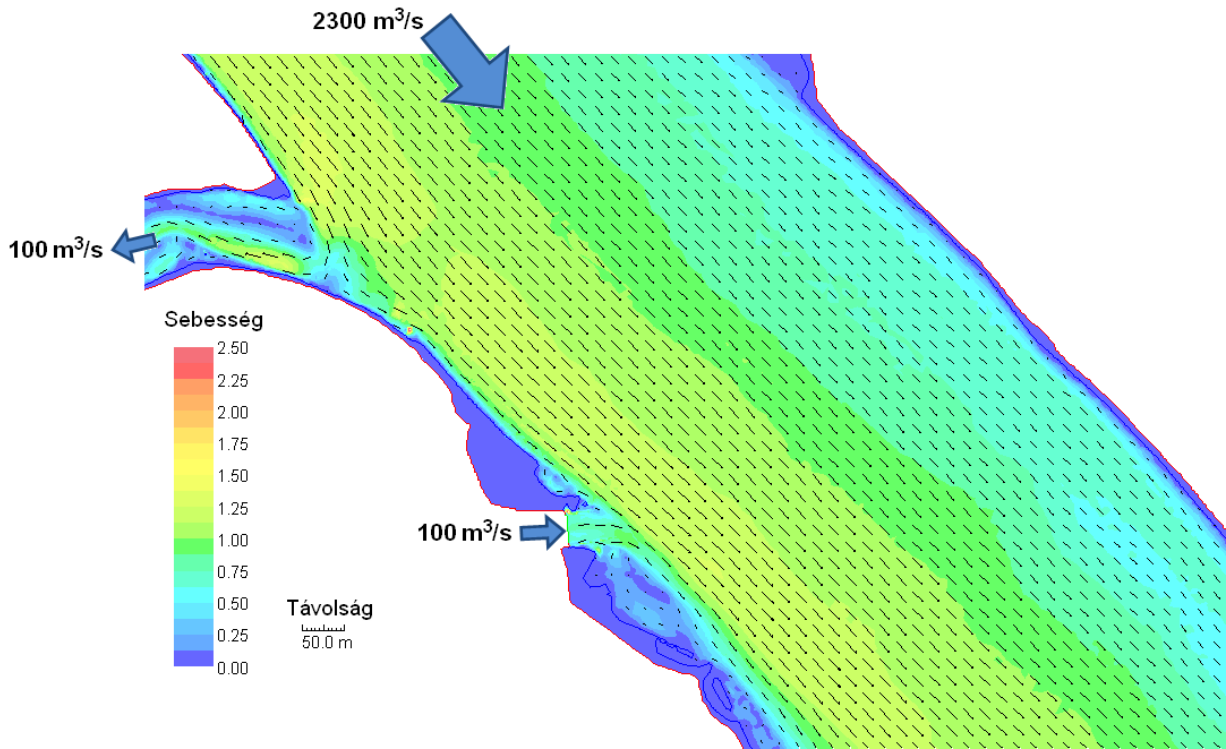


Рисунок 51: Ділянка обчисленої швидкості потоку води в районі гирла каналів холодної і теплої води, при багаторічній середній протічності Дунаю в $2\,300\text{ m}^3/\text{s}$ за, а також при заборі охолоджувальної води зі швидкістю $100\text{ m}^3/\text{s}$ (у випадку самої Пакшської АЕС)

sebesség	швидкість
távolság	відстань

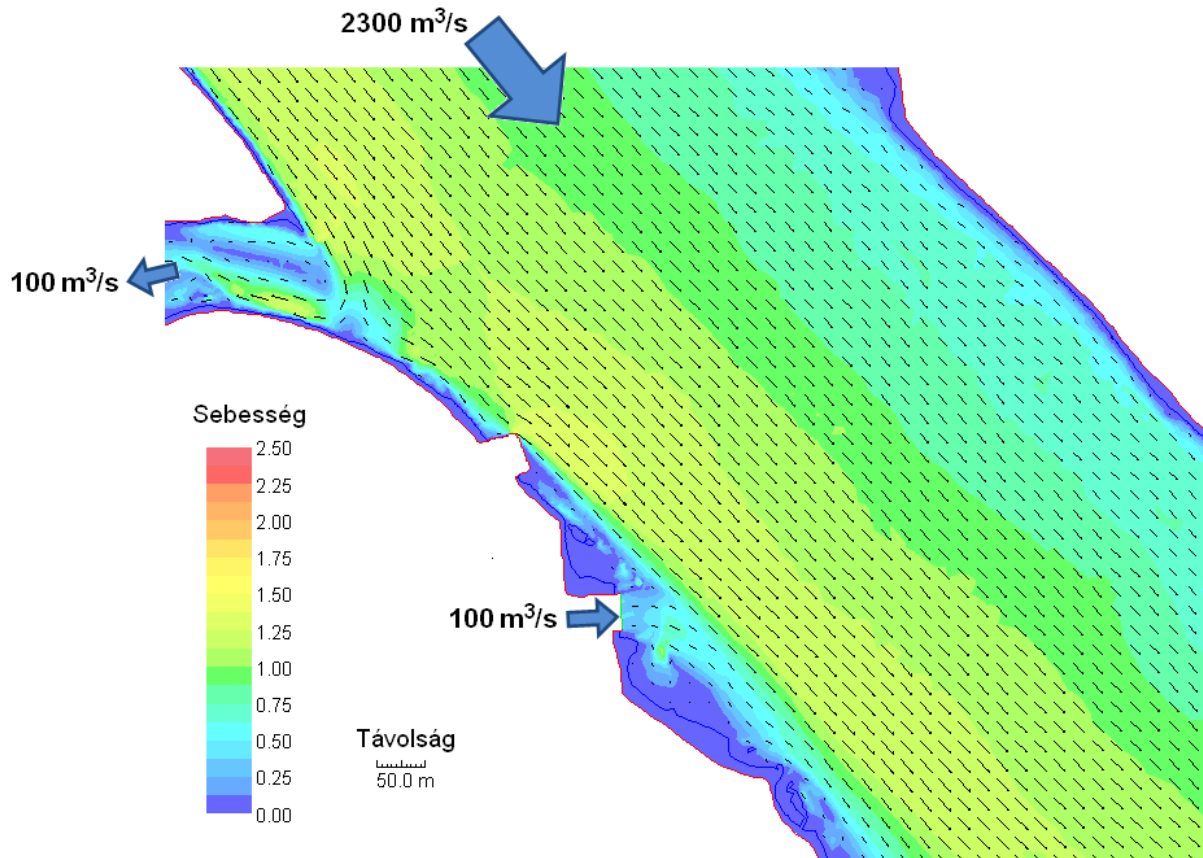


Рисунок 52: Ділянка обчисленої швидкості потоку води в районі гирла каналів холодної і теплої води, при багаторічній середній протічності Дунаю в 2 300 м³/с за, а також при заборі охолоджувальної води зі швидкістю 100 м³/с (у період функціонування Пакшської АЕС та будівництва блоків «Пакш II».)

sebesség	швидкість
távolság	відстань

12.1.2 Спуск очищених комунальних стічних вод у період спорудження блоків АЕС

Необхідна максимальна кількість питної води припадає на період одночасної експлуатації першого і зведення другого блоків АЕС. Вона складає максимум 646 м³/добу, з яких максимальна кількість каналізаційних вод складає 95%, тобто 614 м³/добу.

На території атомної електростанції на сьогодні знаходяться комунальні очисні споруди загальною продуктивністю 1870 м³/добу, з яких функціонує реконструйований у 2012 році водозабір №II продуктивністю 1200 м³/добу, а водозабір №I перебуває у резерві. На території сучасної Пакшської АЕС виробляється в середньому приблизно 300 м³/добу каналізаційних вод, таким чином резервний об'єм складає ~1570 м³/добу.

З огляду на заплановану розбудову АЕС об'єми комунальних стічних вод зростуть до 1000 м³/добу (300+614=914 м³/добу), очистку яких зможе самостійно забезпечити оновлений у 2012 році водозабір №II (продуктивність 1200 м³/добу).

Граничні показники якості води передбачаються постановою №10/2010. (VIII.18.) Міністерства регіонального розвитку «Про граничні норми якості поверхневих вод та правила їх застосування» (Додаток №2. «Граничні норми якості води у річках»).

Класифікація водних об'єктів за екологічним станом передбачена Планом водозабірної господарства Угорщини, укладеним згідно з Директивою водного господарства Постанови Міністерства екології і водних ресурсів №31/2004. (XII.30.) («Матеріали до розділу 5 Національного плану водозабірної господарства: Системи стандартів та фізико-хімічних граничних норм поверхневих водних об'єктів»). Даний документ визначає оцінку якості поверхневих вод щодо фізико-хімічної концентрації за п'ятибальною шкалою (5 – відмінна, 4 – добра, 3 – задовільна, 2 – слабка, 1 – погана).

Масштаби стічних вод, як у період спорудження, так і під час експлуатації блоків, менші, ніж продуктивність водозабору очисних споруд (1870 м³/добу). Оскільки об'єми стічних вод у період спорудження відомі, то дослідження змішування очищених вод проводилося з розрахунку 1000 м³/добу з моделюванням 2D для наступних обставин:

1 *Аналіз змішування очищеної стічної води при звичайній роботі очисних споруд*

- *безпосередній витік каналу відпрацьованої теплої води 0+050 fkm правобережного відсіку (параметри: 3-блочний об'єкт, об'єми води у каналі 75 м³/с),*
- *опосередкований витік: правобережна ділянка Дунаю 1526+250 fkm,*
- *витік очищених стічних вод: 1000 м³/добу,*
- *концентрація забруднюючих речовин відповідає граничним параметрам відповідно до ліцензії на експлуатацію об'єкта (згідно з постановою №917-20/2009-9992 Південно-Задунайської служби нагляду за охороною природи, довкілля і водних ресурсів)*

1.1) при вкрай низькому рівні води в Дунаї (Q = 579 м³/с),

1.2.) при середньому багаторічному рівні води в Дунаї (Q = 2300 м³/с).

2 *Аналіз змішування стічної води при виробництві очисних споруд в умовах аварійної ситуації*

- *безпосередній витік: правобережна ділянка 1526+250 fkm,*
- *витік неочищених стічних вод: 1000 м³/добу,*
- *концентрація забруднюючих речовин відповідає концентрації неочищених каналізаційних стоків*

2.1) при вкрай низькому рівні води в Дунаї (Q = 579 м³/с),

2.2.) при багаторічному середньому рівні води в Дунаї (Q = 2300 м³/с)

Під час проведення досліджень змішування води необхідно звернути увагу на об'єми навантаження течії поверхневих вод. Територія їх поширення дасть можливість визначення зміни якості води у водних об'єктах.

12.1.2.1 Підсумки аналізу впливів спуску каналізаційних вод у річку Дунай

За результатами досліджень змішування стічних вод можна визначити, що при звичайному режимі роботи очисних споруд, тенденція збільшення концентрації фізико-хімічних компонентів на порядок нижча, ніж оцінка „добре” наведеної вище класифікації, передбаченої наказом №10/2010. (VIII.18.) Міністерства регіонального розвитку «Про граничні норми якості поверхневих вод та правила їх застосування» (Додаток №2. «Граничні норми якості води у річках»). Тому стічні каналізаційні води практично не викликають погіршення якості води на жодній ділянці Дунаю, навіть при екстремально низькому рівні води у річці (Q = 579 м³/с, що відбувається раз у 20 тис. років). Щодо концентрації металів, то результати ще менш значні. При звичайних умовах роботи смуга потоку очищених стічних вод нижче гирла каналу теплої води зводиться до ~20 м вздовж за течією і ~4 впоперек течії. Таким чином, вплив на течію річки Дунай зовсім незначний. Канал теплої води захищений покриттям, тому на підземні води впливу немає. Реальний вплив протоку каналізаційних вод через течію Дунаю на якість води зразу під поверхнею – незначний.

При надзвичайному аварійному навантаженні (при безпосередньому спуску, обходячи канал теплої води), коли припускається спуск неочищених стічних вод з 1525+810 fkm правобережжя Дунаю, буде спостерігатися тенденція збільшення окремих фізико-хімічних елементів, що може призвести до збільшення концентрації забруднення води на деяких ділянках течії (якість води деякою мірою погіршується). При вкрай низькому рівні води у Дунаї площа смуги потоку, що зазнала негативного впливу, сягає ~200 м вздовж за течією і до ~10 м впоперек течії. При звичайному рівні води у Дунаї смуга вливання стічних вод зменшується майже на половину: ~80 м вздовж за течією і ~4 м впоперек течії. Можливість виникнення надзвичайних ситуацій тимчасова, з усуненням пошкоджень продуктивність системи очисних споруд повернеться у звичайний режим роботи, тобто площа впливів звузиться до нижньої правобережної ділянки каналу теплої води завдовжки 50 м, завширшки ~8 м, таким чином, негативні впливи на води Дунаю практично зникнуть.

12.1.2.2 Підсумки впливів спуску каналізаційних вод на питну воду

В умовах звичайного режиму роботи від місця спуску стічних вод (правобережжя Дунаю 1526+205 фкм) найближчим є Фоктьо-Бакайське водосховище, яке знаходиться на відстані 3450 м і має термін доступності 50 років. Північний край його гідрогеологічного захисного бар'єру сягає відрізу 1522,8 фкм Дунаю. Відповідно до Спільного наказу № 6/2009. (IV. 14.) Міністерства водного господарства і охорони навколишнього середовища, Міністерства охорони здоров'я та Міністерства сільського господарства і провінційного розвитку «Про граничні значення, необхідні для захисту геологічного середовища і підземних вод від забруднення, та вимірювання забруднювачів», для захисних зон діючих і резервних ресурсів питної води з прибережною фільтрацією, для яких термін доступу становить 50 років, граничним значенням забрудненості групи «В» є концентрація нітратів 25 мг/л (= 5,65 мг/л азоту нітратів) та концентрація амонію 0,5 мг/л (= 0,39 азоту амонію). Згідно з розрахунками, приріст концентрації у водному об'єкті Дунай внаслідок зливу стічних вод, які утворюються під час нормативного нормального режиму роботи, ймовірно не призведе до вимірного ефекту в зачеплених водних ресурсах.

При аварійному навантаженні, коли розглядається навантаження Дунаю неочищеними стічними водами з правого берегу, в обхід каналу теплої води, на ділянці річки 1525+810 ркм, хоча й можна виміряти вплив навантаження (для найчутливішого компоненту - амонію - максимум приросту концентрації є надзвичайно малим і становить 0,04 мг/л, а при середній водоносності Дунаю - 0,02 мг/л), але в захисній зоні водного ресурсу Фоктьо-Барака з терміном доступу 50 років, яка розташована на 3010 м нижче від гирла стічного каналу, цей вплив не піднімає фонову концентрацію амонію (та нітратів) в Дунаї понад граничні значення, встановлені з метою захисту підземних вод. Вплив шлейфу забруднення зникає в межах відрізу ~20 м, внаслідок поперечного розплющення конусу виносу. Можливі аварійні події є тимчасовими, їхній вплив усувається разом з ліквідацією несправності станції очищення стічних вод, при цьому відновлюється зона впливу нормального режиму роботи та викликаний нею ефект помірного зростання концентрації.

12.1.2.3 Моніторинг води і каналізаційних стічних вод

Постійний моніторинг спуску стічних вод з існуючої системи очисних споруд електростанції і надалі буде важливим завданням під час будівництва та експлуатації нових об'єктів. У подальшому повинен проводитися контроль параметрів забруднення стічних вод згідно з правовим актом ліцензії щодо використання водних ресурсів на основі державних планів водозабірного господарства та використання водних ресурсів Угорщини (VKI, VGT).

12.2 ВПЛИВ НА ДУНАЙ РОБОТИ АЕС ПАКИ ІІ

12.2.1 ШТАТНІ РОБОЧІ СИТУАЦІЇ

Моделювання ми проводили згідно штатних режимів експлуатації існуючих і нових, які знаходяться у стадії проектування, блоків.

Робота АЕС Паки (2014-2025)

Забір охолоджуючої води через наявний канал холодної води і відвід нагрітої води через канал теплої води $Q = 100 \text{ м}^3/\text{сек}$

Сумісна робота АЕС Паки і Паки ІІ (2030-2032)

Забір охолоджуючої і відвід нагрітої води в Дунай у поперечному напрямку здійснюється частково через канал теплої води крізь штучний енергоруїнуючий бар'єр із максимальною потужністю потоку $100 \text{ м}^3/\text{сек}$ і частково, через 200-метрів над ним додатково спроектований штучний рекуператор із максимальним потоком $132 \text{ м}^3/\text{сек}$, $Q = 132+100 = 232 \text{ м}^3/\text{сек}$.

У випадку самотійної роботи Пакш II (2037-2085)

Забір охолоджуючої і відвід нагрітої води, $Q = 132 \text{ м}^3/\text{сек}$

12.2.2 ОПИС ОЧІКУВАНИХ ЗМІН НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ КАРТИ ШВИДКОСТІ ДУНАЙСЬКОГО ПОТОКУ

Найбільший забір і відвід нагрітої води очікується між 2030 і 2032 роками із потоком $232 \text{ м}^3/\text{сек}$ ($100 \text{ м}^3/\text{сек}$ із побудованих 4-х блоків і $132 \text{ м}^3/\text{сек}$ із 2-х нових блоків).

Нова водозабірна установка встановлюється у каналі холодної води без розширення русла, що не спричиняє прямої дії на течію і русло Дунаю, буде лише незначний опосередкований вплив із-за роботи забірної насоса та ділянки підводного каналу холодної води (відкладення мулу, драгірування). Подібно до працюючої електростанції, цей опосередкований вплив має зовсім незначне поширення і носить періодичний характер. Тепла вода із 4-х існуючих блоків попадає в Дунай через канал теплої води ($1526+250 \text{ км}$, правий берег), крізь енергоруїнуючий штучний бар'єр.

Для відводу теплої води від двох нових блоків будується нова ділянка каналу теплої води, при впадінні якої в Дунай ($1526+450 \text{ км}$) монтується рекуператорна установка. Спланована форма каналу теплої води має прямий вплив на водні потоки і зміну русла Дунаю.

Цей вплив проявляється у місцевому характері змін струменів потоку.

Новий вивід теплої води в напрямку верхньої води під горловиною каналу холодної води спричиняє пряме підвищення рівня, бо порушує сформовану, паралельну берегові течію, яка створилась у руслі Дунаю. Між каналом холодної та новим каналом теплої води утворюються великі водокрути, із яких один обертається за годинниковою, а інший - проти годинникової стрілки, маючи приблизно вертикальні обертальні осі, зсуваючи шлейф гарячої води до середньої лінії Дунаю. Процес носить динамічний характер, час від часу водокрути відокремлюються і потоком Дунаю зносяться смугою між правим берегом і середньою лінією ріки.

У середині сформованих великих водокрутів потік має стаціонарний характер, що спричиняє замулення мертвої зони наносним матеріалом.

Очікуються деякі невеликі зміни в лінії потоку, який буде зміщений від правого берега Дунаю до його середини.

Вплив змін у потоці буде більше проявлятися при низькому і середньому рівнях води у Дунаї, а при високому рівні цей вплив стане помірним і домінують буде сама течія ріки.

12.2.2.1 2D-модельне дослідження для випадків із критично низькими та високими рівнями води в Дунаї

Модельні дослідження із критично низькими та високими рівнями води в Дунаї ми проводили із використанням гідродинамічної моделі Delft3D-Flow, враховуючи 20 000-річні цикли у мінімальних і максимальних стоках води на ділянці $1500-1530 \text{ км}$ вздовж русла ріки у штатному робочому режимі запроєктованого розширення.

Досліджений відрізок Дунаю містить верхню і нижню водні ділянки наявної площадки електростанції і нової площадки, яка знаходиться у стадії проектування.

РЕЗУЛЬТАТИ 2D-МОДЕЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПОТОКІВ ДЛЯ ВИПАДКІВ ІЗ КРИТИЧНО ВИСОКИМИ РІВНЯМИ ВОДИ В ДУНАІ

Робота АЕС Паки

Максимальні перманентні стоки води в Дунаї, що мають 20 000-річний цикл, $Q_{\text{Дунай}}=14\,799\text{ м}^3/\text{сек}$ а максимальний відбір води та її відвід крізь енергоруїнуючий бар'єр складає величину $100\text{ м}^3/\text{сек}$.

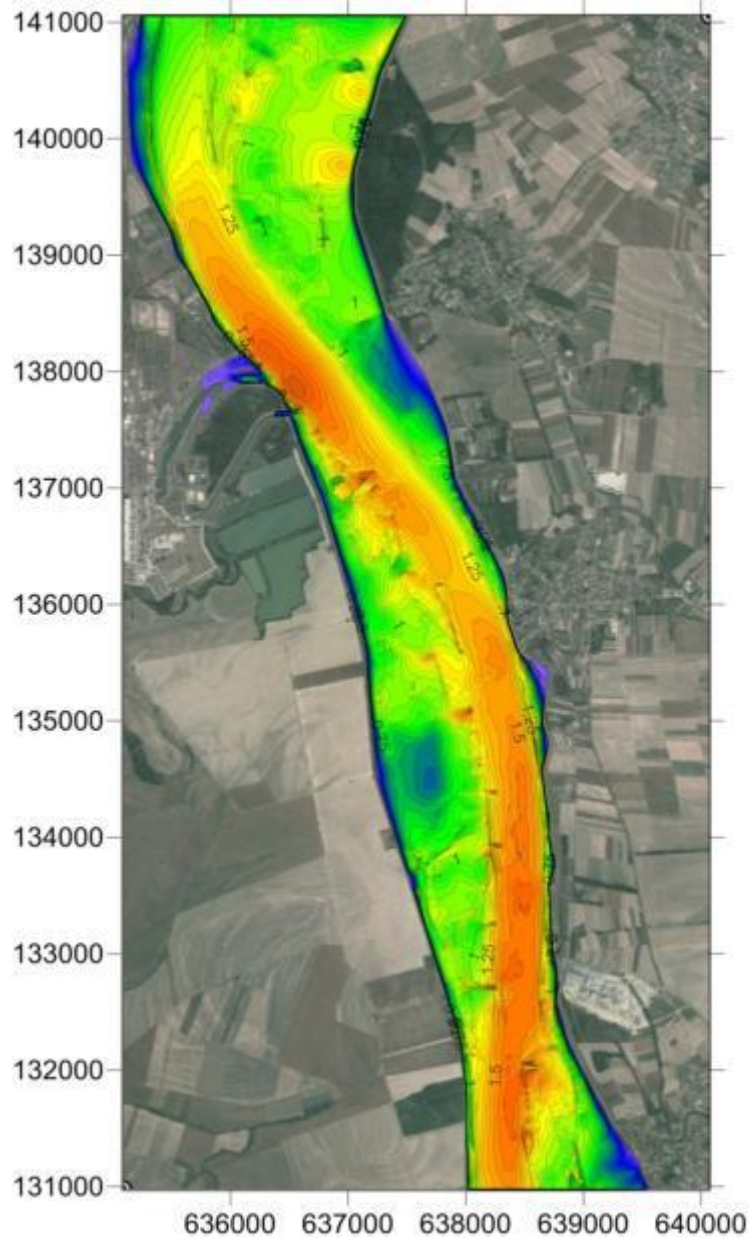


Рис. 53: АЕС Паки - розподіл абсолютної швидкості потоків [м/сек] з максимальним паводком ($Q_{20\,000\text{років}} = 14\,799\text{ м}^3/\text{сек}$, водовідбір $100\text{ м}^3/\text{сек}$) – сама АЕС Паки – з координатами EOV

Спільна робота АЕС Паки і Паки II

Максимальні перманентні стоки води в Дунаї, що мають 20 000-річний цикл, $Q_{\text{Дунай}}=14\,799\text{ м}^3/\text{сек}$ а максимальний відбір води для охолодження становить $232\text{ м}^3/\text{сек}$. Повернення води в Дунай через наявний канал теплої води крізь штучний енергоруїнуючий бар'єр із максимальною потужністю потоку $100\text{ м}^3/\text{сек}$ і через 200-метрів над ним спроектований штучний рекуператор із максимальною потужністю потоку $132\text{ м}^3/\text{сек}$.

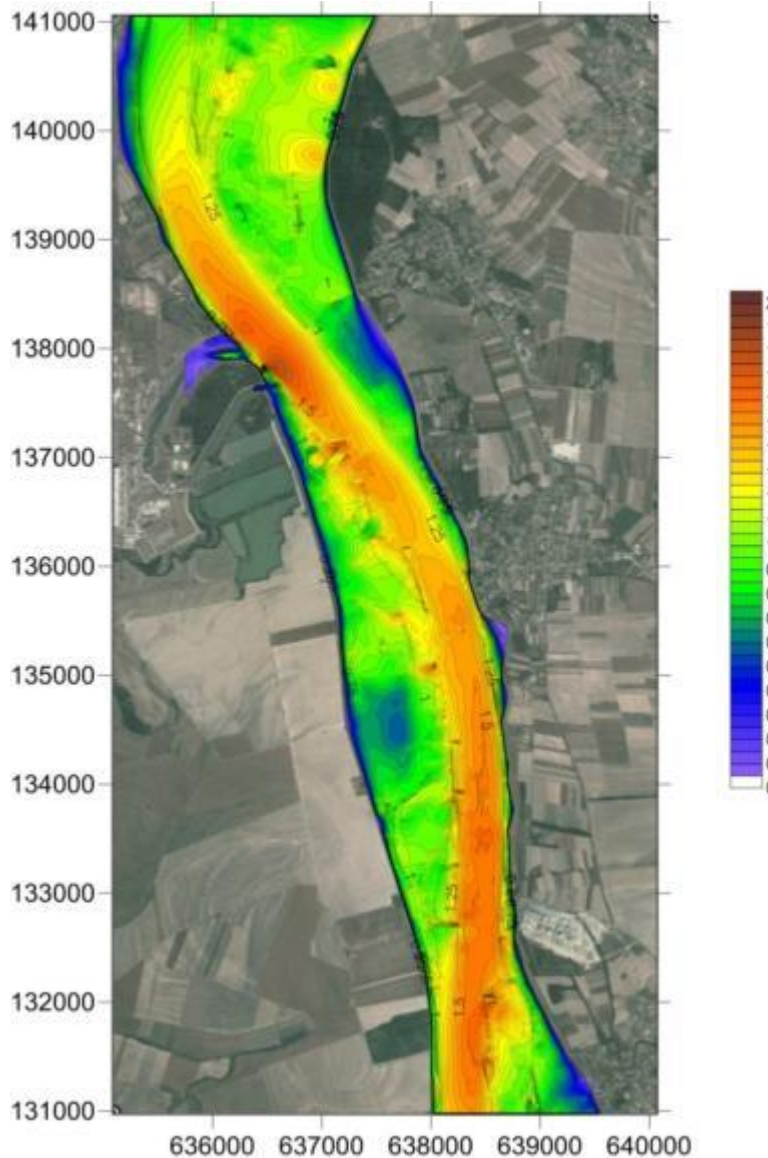


Рис. 54: Розподіл абсолютної швидкості потоків [м/сек] по течії на відрізу 1519-1530 км в штатному режимі роботи з максимальним паводком ($Q_{20\ 000\text{років}} = 14\ 799\ \text{м}^3/\text{сек}$, водовідбір 232 $\text{м}^3/\text{сек}$) – АЕС Пакш сумісно із Пакш II – з координатами EOV

Паводкові ситуації

При дослідженні паводкових ситуацій верхня гранична (сток води) умова (1530 км по руслі Дунаю) – це макс. хвиля паводку із $Q=14\ 799\ \text{м}^3/\text{сек}$ яка трапляється раз за 20 000 років. Нижній граничний рівень (1500 км по руслі Дунаю) за розрахунком становить 81,55 м над рівнем моря.

Під час модельних обчислень ми зробили припущення, що сучасні дамби для захисту від паводків на Дунаї у майбутньому будуть нарощені, тобто, паводки не виходитимуть за межі дамб.

У районі наявної площадки і площадки, що планується до забудови, на основі модельних розрахунків під час критичних паводків (із 20 000-річним циклом) рівень води Дуная у найнесприятливішому випадку підвищиться до 96,90 м над рівнем моря. Якщо при цьому рівні правобережна захисна дамба прорветься, або ж порушиться одна із захисних дамб каналів холодної чи теплої води, тоді сформується картина, показана на рисунку нижче.

Можна бачити, що ні наявна робоча площадка, ні та площадка, що проектується - які розташовані на рівні 97,00 м над рівнем моря - не попадуть під загрозу статичного zalивання, але у разі інтенсивного хвилюювання становище може стати небезпечним тоді, коли по поверхні або через з'єднуючі тунелі вода досягне вразливих

об'єктів. Тому у районі цих об'єктів пропонується спорудити активні захисні парапети або стіни, а у разі запланованого розширення - включити їх у проект.



Рис. 55: Статична картина затоплення при рівні води на Дунаї 96,90 м над рівнем моря.

Вищезгаданий критичний випадок можна розцінювати, як аварію, тобто на вказаному відрізку Дунаю не можна розраховувати на нарощення дамб як з лівої, так і з правої сторони Дунаю, бо задані рівні паводків (1% із циклом у 100 років) є нижчими за висоту дамб.

При одновимірному аварійному модельному дослідженні можна бачити, що без нарощення дамб максимальна хвиля паводку, що може надійти з боку Братислави і яка ще не переходить через дамби, з урахуванням зсувів ґрунту та обвалів по береговій лінії, максимальний рівень води в районі площадки буде залишатись у межах 96,30 м над рівнем моря. Тому при можливому ушкодженні дамби заливання площадки стає можливим лише у випадку досягнення водою рівня 96,30 м над рівнем моря, що відображене на поданому нижче рисунку.



Рис. 56: Статична картина затоплення при рівні води на Дунаї 96,30 м над рівнем моря.

РЕЗУЛЬТАТИ 2D-МОДЕЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПОТОКІВ ДЛЯ ВИПАДКІВ ІЗ КРИТИЧНО НИЗЬКИМИ РІВНЯМИ ВОДИ В ДУНАЇ

Під час досліджень випадків із критично низьким рівнем води (продуктивність потоку) по верхньому граничному рівні (1530-й км Дунаю), який трапляється раз у 20 000 років еталонним значенням (у перманентному стані) є потік потужністю $Q=579 \text{ м}^3/\text{сек}$

Робота АЕС Паки

Мінімальні перманентні стоки води в Дунаї, що мають 20 000-літній цикл, $Q_{\text{Дунай}}=579 \text{ м}^3/\text{сек}$, а значення максимального відбору води (через наявний канал холодної води) та її відводу крізь енергоруїнуючий бар'єр складає $100 \text{ м}^3/\text{сек}$.

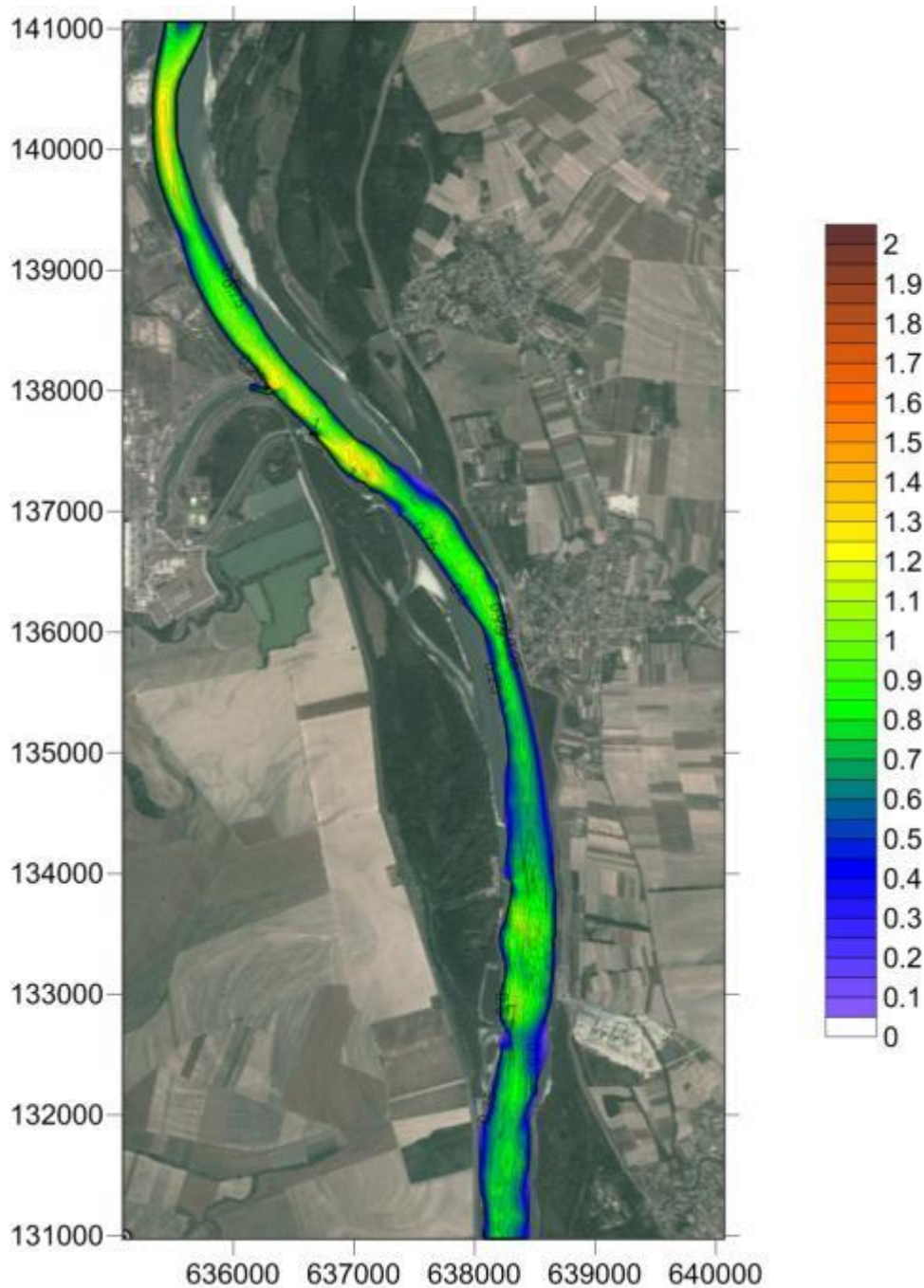


Рис. 57: Розподіл абсолютної швидкості потоків [м/сек] з мінімальним рівнем води ($Q_{20\,000\text{років}} = 579 \text{ м}^3/\text{сек}$, водовідбір $100 \text{ м}^3/\text{сек}$) – сама АЕС Паки – з координатами ЕОВ

АЕС Паки і Паки II разом

Мінімальні перманентні стоки води в Дунаї, що мають 20 000-літній цикл, $Q_{\text{Дунай}}=579 \text{ м}^3/\text{сек}$, а значення максимального відбору води для охолодження (буде споруджено при розширенні каналу холодної води з поперечним забором із Дунаю) складає $232 \text{ м}^3/\text{сек}$. Повернення води в Дунай через правобережний наявний канал теплої води крізь штучний енергоруїнуючий бар'єр із максимальною потужністю потоку $100 \text{ м}^3/\text{сек}$ і через 200-метрів над ним крізь спроектований штучний рекуператор із максимальною потужністю теплового потоку $132 \text{ м}^3/\text{сек}$.

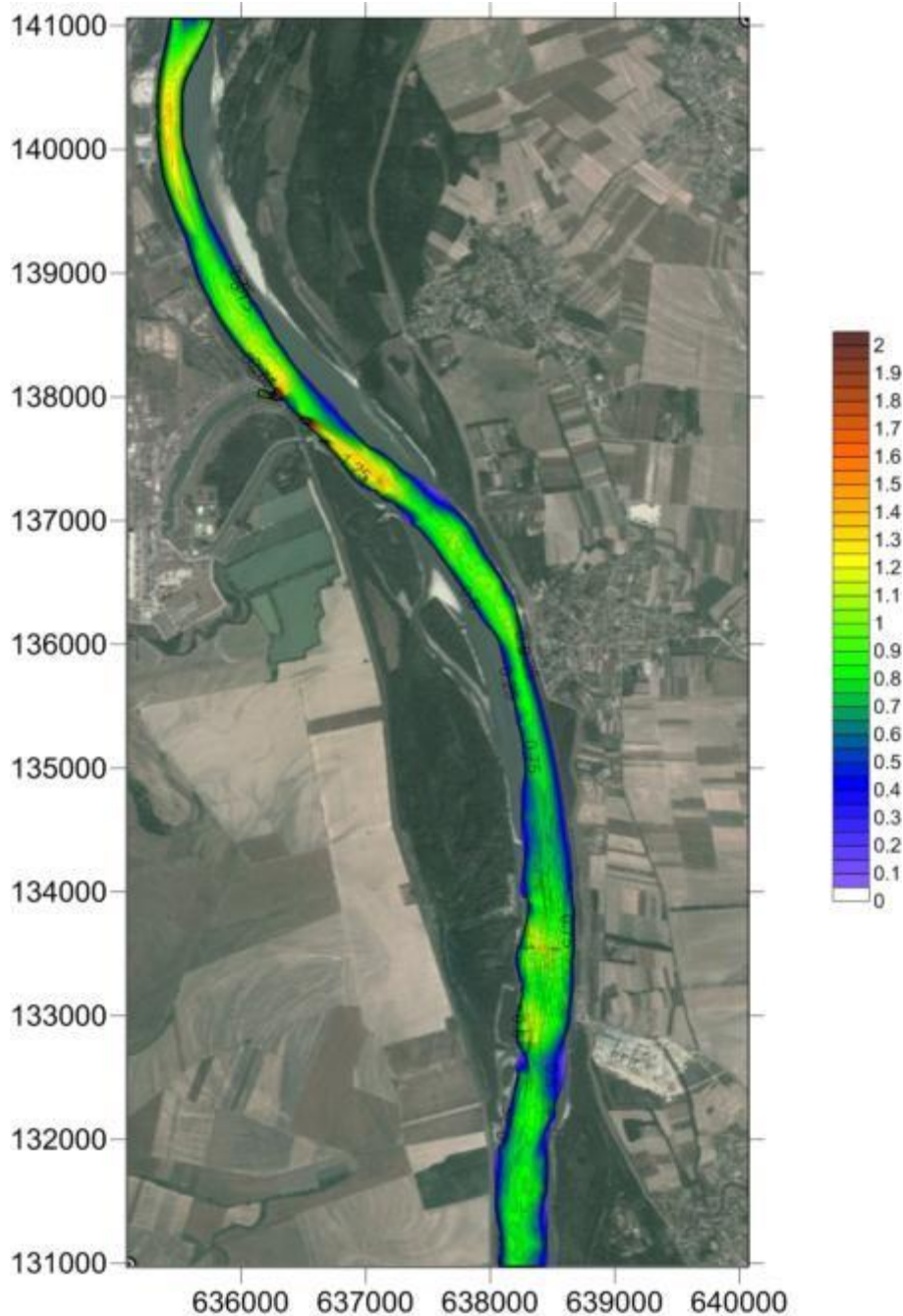


Рис. 58: Розподіл абсолютної швидкості потоків [м/сек] по течії на відріжку 1519-1530 км у штатному режимі роботи з мінімально низьким рівнем води ($Q_{20\ 000 \text{ років}} = 579 \text{ м}^3/\text{сек}$, водовідбір $232 \text{ м}^3/\text{сек}$) – АЕС Паки спільно із Паки ІІ – з координатами EOY

12.2.2.2 Узагальнена оцінка гідродинамічного 2D впливу критичних випадків із максимальним і мінімальним рівнем води (1500-1530 км за течією Дунаю)

- У базовому стані (теперішній стан) паводкові хвилі із періодичністю у 20 000 років можуть спричинити проблеми на лівобережжі Дунаю, де висота дамб менша на 0,5 м. Додаткові вали не вирішують цих проблем.
- У поперечному перетині електростанції критичні рівні паводків залишаються нижчими за рівень площадки (97 м над рівнем моря) навіть при майбутньому збільшенні висоти дамб.
- Припустивши випадок із проривом лівобережної дамби, який стався природнім шляхом чи прийнятим рішенням згідно з аварійним станом, його вплив залишається на 20 см нижчим від верхньої граничної лінії контрольної ділянки; у цьому випадку паводкова хвиля буде нижчою за рівень існуючої площадки електростанції, і площадки, яка проектується.
- Після здійснення розширення заплановане збільшення водозабору при критично-мініальному рівні води спричинить зниження рівня у межах до 12 см, а при паводках – до 3-х см.
- При зсувах ґрунту виникають затори і підвищення рівня води над каналом холодної води. На ділянці, яка знаходиться нижче зсуву ґрунту рівень води падає внаслідок збільшення швидкості потоку у звуженні.
- При паводкових ситуаціях і при низьких рівнях води зсув ґрунту основного русла звужує його, що спричинить як підвищення, так і зменшення рівня води (над місцем зсуву і нижче цього місця). У випадку безводдя і паводків підвищення рівня складає відповідно 5 або ж 3 см.

12.2.3 ДОСЛІДЖЕННЯ ОЧІКУВАНИХ ВПЛИВІВ НОВОГО ПРОЕКТУ НА ЗМІНИ У РУСЛІ ДУНАЮ

Основні впливи на тенденцію змін середнього русла Дунаю у районі Пакшу проявились у подіях за останні десятиліття (це у першу чергу промислове драгірування русла, мале й середнє регулювання води в Дунаї, зниження кількості наносів). Регулярне річне зниження найменших і середніх показників рівня води в Дунаї у майбутньому варто сприймати за факт, тому це потрібно відокремити від локальних змін у руслі внаслідок здійснення нового проекту.

12.2.3.1 Дослідження локальних морфодинамічних впливів

Очікувані зміни у руслі Дунаю при роботі у штатному режимі ми досліджували із використанням двовимірної (2D) морфодинамічної моделі (Delft3D-Flow).

Базуючись на результатах досліджень, можна встановити, що основною рушійною силою морфо- динамічних змін є середньорічний сток води Дунаю, короткочасні паводкові хвилі вносять лише незначні корективи.

Гідрологічні періоди (залежать від кількості річних опадів у басейні Дунаю):

- період з середнім стоком через русло (1-5 років) – значення стоку води Дунаю $Q = 2\,300 \text{ m}^3/\text{s}$
- період із значною вологістю (1-5 років) – значення стоку води Дунаю $Q = 3\,000 \text{ m}^3/\text{s}$

12.2.3.2 3 Зміна лінії течії Дунаю

Робота АЕС Пакш (2014-2025)

Теперішній стан течії Дунаю дозволяє визначити лінію течії у районі площадки; вона проходить поблизу правого берега головного русла Дунаю. Залежно від стоку води у Дунаї, її траєкторія може зазнавати незначних змін.

У випадку сумісної роботи АЕС Пакш і Пакш II (2030-2032)

У порівнянні із теперішнім станом лінія течії зміститься у напрямку середньої лінії Дунаю щонайбільше – на 25 метрів, а далі буде проходити поблизу правого берега. При багаторічних середніх значеннях стоку води в Дунаї

(2 300 м³/сек) лінії течії розділені впродовж майже 1000 метрів. Активна область у районі площадки – правобережна смуга вздовж Дунаю шириною прибіл. 150 м і довжиною 1 000 метрів по течії Дунаю.

У разі самотійної роботи Пақш II (2037-2085)

Лінія течії відрізняється від сучасної на відрізку довжиною у 500 м, максимальне відхилення 25 метрів. Отже район впливу поблизу площадки при середньому багаторічному стоку води (2 300 м³/сек) правобережна смуга вздовж Дунаю шириною прибіл. 150 м і довжиною 500 метрів у напрямку течії Дунаю.

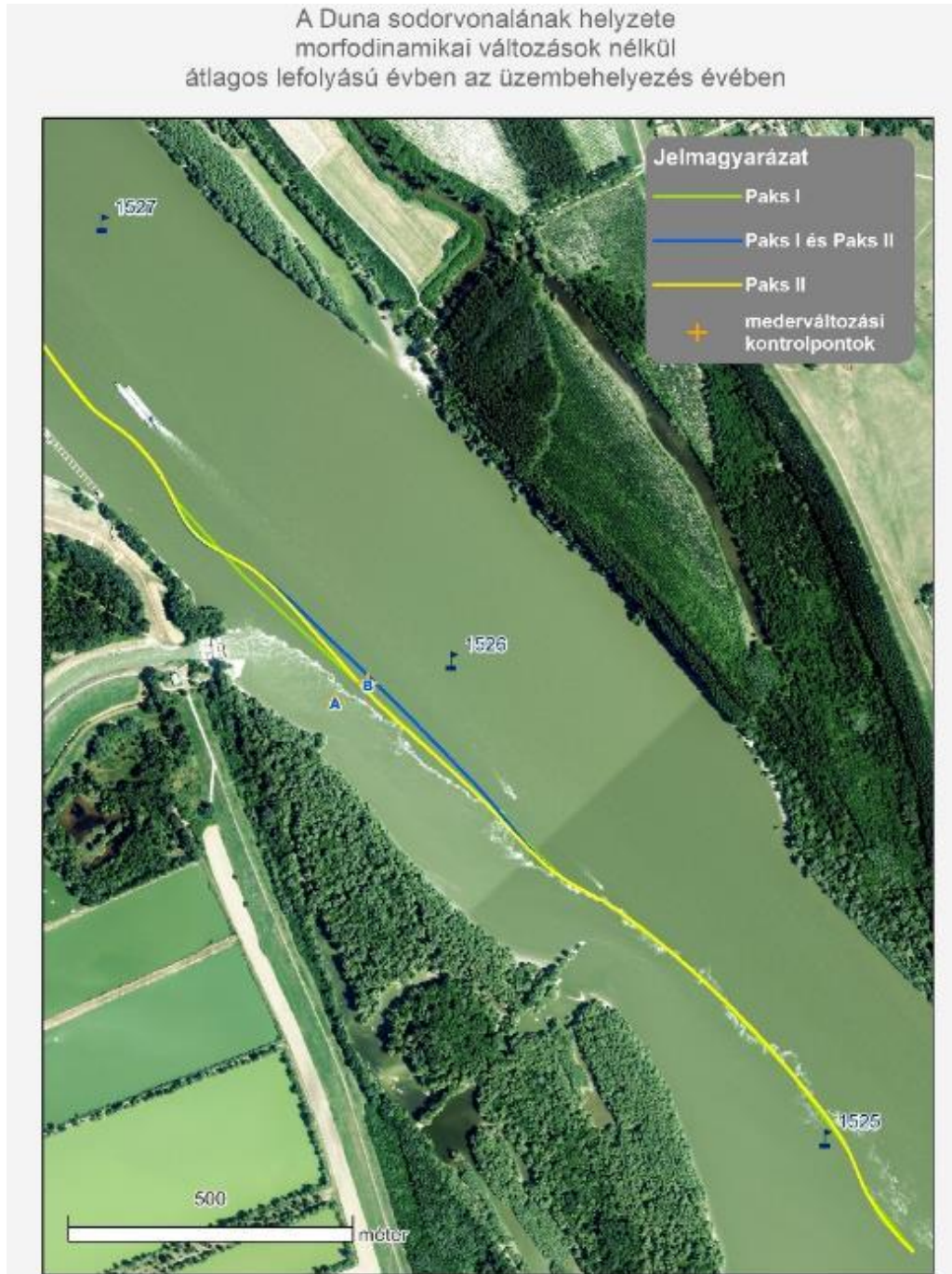


Рис. 59: Розраховане утворення лінії течії Дунаю при значенні стоку води 2300 м³/сек (середній гідрологічний рік) у трьох періодах експлуатації: АЕС Пақш самотійно, АЕС Пақш і Пақш II разом, Пақш II - самотійне функціонування

A Duna sodorvonalának helyzete morfolodinamikai változások nélkül átlagos lefolyású évben az üzembe helyezés évében	Лінія течії Дунаю, без морфодинамічних змін, в році введення в експлуатацію (середній гідрологічний рік)
Jelmagyarázat	Легенда
Paks I	Пақш I

Paks I és Paks II	Пакш І і Пакш ІІ
Paks II	Пакш ІІ
mederváltozási kontrolpontok	контрольні точки зміни русла

У вологому гідрологічному році середня річна потужність стоку води Дунаю 3 000 м³/сек (це в 1,3 рази перевищує багаторічне середнє значення стоку води). У цьому випадку район впливу у поздовжньому напрямку збільшується при бл. на 10% (1 100 м), в той же час зміщення лінії течії в напрямку середньої лінії Дунаю зменшується при бл. на 10% (22 м).

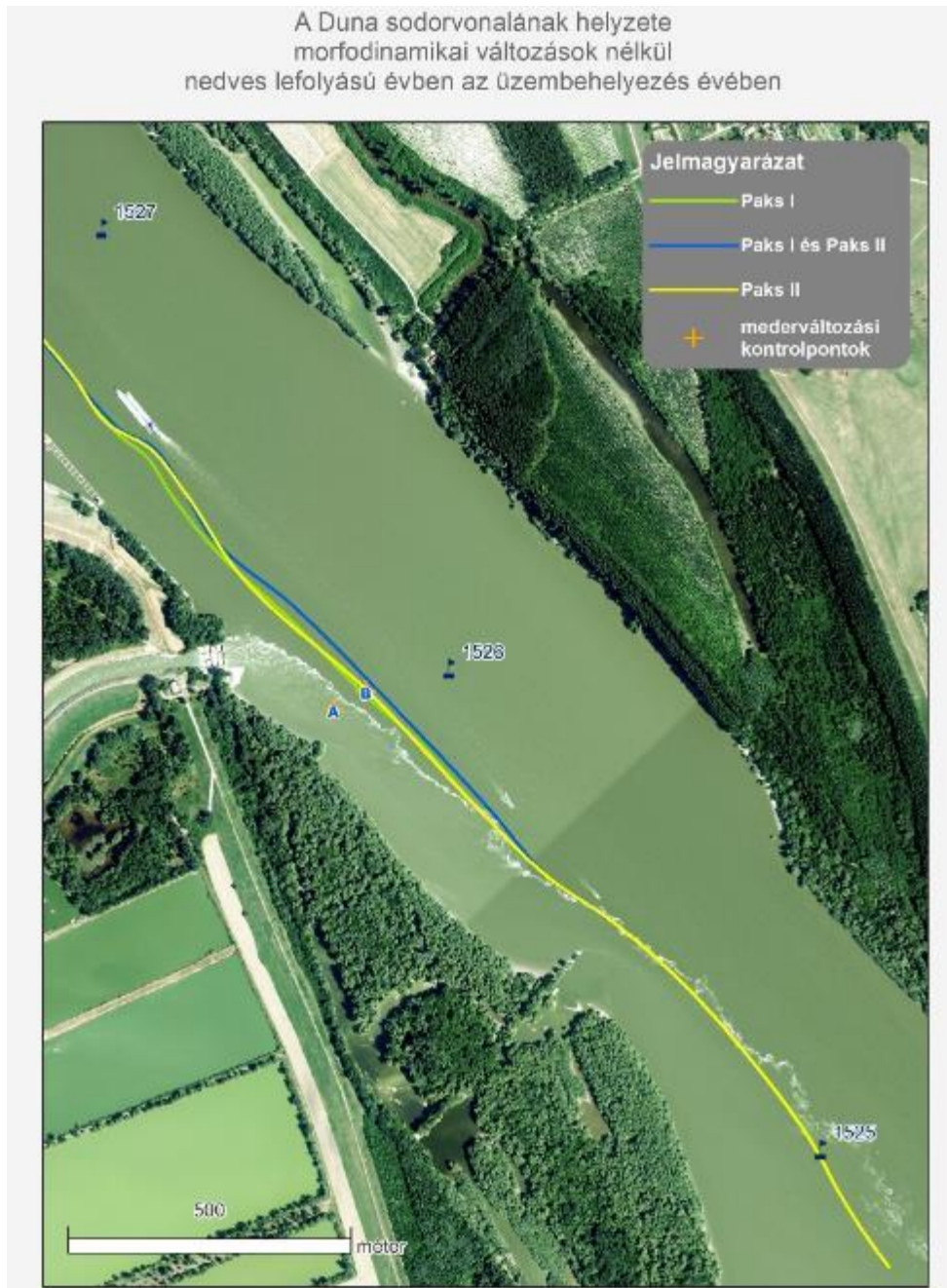


Рис. 60: Розраховане формування лінії течії Дунаю при значенні стоку води 3 000 м³/сек (вологий гідрологічний рік) у трьох періодах експлуатації: АЕС Пакш самостійно, АЕС Пакш і Пакш ІІ разом, Пакш ІІ - самостійне функціонування

A Duna sodorvonalának helyzete morfolodinamikai változások nélkül nedves lefolyású évben az üzembe helyezés évében	Лінія течії Дунаю, без морфодинамічних змін, в році введення в експлуатацію (вологий гідрологічний рік)
Jelmagyarázat	Легенда
Paks I	Пакш І
Paks I és Paks II	Пакш І і Пакш ІІ
Paks II	Пакш ІІ
mederváltozási kontrolpontok	контрольні точки зміни русла

Зміни у швидкостях потоків, а також переміщення лінії течії у початковий період змін штатної роботи є найбільш суттєвими. З часом трансформації у руслі зменшують пов'язані з потоками аномалії, приблизно через 5 років русло набуває форми відповідно до зміненого стану потоків (де поглиблюється, а де заповнюється), стан стабілізується і зміни русла припиняються.

12.2.3.3 Очікуване формування локальних змін у руслі Дунаю під впливом запланованого розширення

Нижченаведені малюнки показують розраховані зміни на період експлуатації в 5 років. На рисунках кольори, що вказують на зміни русла, є проникними і на них ми наклали ортофотографії, виконані за допомогою аерознімання 22 липня 2013 року. 22.07.2013 року значення потужності стоку води Дунаю (вимірювальні засоби в Домборі) було 2 000 м³/сек; наші обчислення ми проводили, виходячи із багаторічного значення середньорічного стоку води у 2 300 м³/сек.

Робота АЕС Пакш (1014-2025)

Сток води Дунаю $Q_{\text{Дунаю}} = 2\,300$ м³/сек (середній), забір охолоджуючої води: $Q = 100$ м³/сек

На наступному рисунку (61.) можна бачити, що границя зміни русла, що формується вздовж шлейфу теплої води, проходить по північному краю штучного енергоруїнуючого бар'єру, відділяючись від відхилювача потоку, який входить у сам потік (невеликий змій), і потім закручується у ряд водокрутів течії (піниться) Дунаю.



Рис. 61: Розраховані зміни у руслі Дунаю після 5-річної експлуатації із стоком води 2 300 м³/сек (середній гідрологічний рік) при значенні забору та відводу води 100 м³/сек – АЕС Пакш у самостійному режимі експлуатації (2014-2025)

Számított mederváltozás Paks I üzemelésekor átlagos lefolyású évben öt éves üzemidő után	Розраховані зміни у руслі Дунаю після 5-річної експлуатації АЕС Пакш I (середній гідрологічний рік)
Jelmagyarázat	Легенда

У випадку підрахунків змін у руслі для більш вологого за звичайний гідрологічного року максимальне значення локальних заглиблень складає менше 40 см, а відкладання не перевищують 80 см.

Сумісна штатна робота АЕС Пакш і Пакш II (2030-2032)

Сток води р. Дунай $Q_{\text{Дунай}} = 2300 \text{ м}^3/\text{сек}$ (середній), забір охолоджуючої води $Q = 100 \text{ м}^3/\text{сек} + 132 \text{ м}^3/\text{сек}$

Зміни у руслі внаслідок сумісної роботи АЕВ Пакш і Пакш II протягом 5 років відносно тих змін, що їх внесла робота АЕС Пакш, проявляються у 10 см-ому заглибленні у районі наявного теплового шлейфу, передбачаються приблизно 40 см-ві заглиблення між запланованим новим і існуючим місцями входу теплої води на відрізок русла довжиною 200 м впродовж шлейфу. Між шлейфом і берегом відкладання передбачаються мінімальні. Локальні

впливи майже не відчуються на відрізьку 1525+500 км в перетині Дунаю (поперечна дамба, споруджена на правому березі установка, яка частково входить і в енергетичну зону).



Рис. 62: Розраховані зміни у руслі Дунаю після 5-річної експлуатації із стоком води 2 300 м³/сек (середній гідрологічний рік) при значенні забору та відводу води 100 м³/сек – (стан на період 2030-2032 рр.) АЕС Пакш I і Пакш II у сумісному режимі експлуатації (2030-2032)

Számított mederváltozás Paks I és Paks II együttes üzemelésékor átlagos lefolyású évben öt éves üzemidő után	Розраховані зміни у руслі Дунаю після 5-річної сумісної експлуатації АЕС Пакш I і Пакш II (середній гідрологічний рік)
Jelmagyarázat	Легенда

Пакш II. САМОСТІЙНА РОБОТА У ШТАТНОМУ РЕЖИМІ (2037-2085)

Сток води р. Дунай $Q_{\text{Дунай}} = 2300 \text{ м}^3/\text{сек}$ (середній), забір охолоджуючої води $Q = 132 \text{ м}^3/\text{сек}$

Проведені розрахунки щодо змін в руслі Дунаю на 5 річний період самостійного функціонування Пакш II у порівнянні до змін русла, спричинених експлуатацією АЕС Пакш, вони проявляться 5 см-м заглибленнями у дунайському шлейфі, який знаходиться під дією теплового потоку. Очікується також і 10 см-ве заглиблення на 200 м-ій ділянці вздовж шлейфу між запланованим новим відводом теплої води і старим існуючим місцем; із ліквідацією нижнього шлейфу, його вплив на утворення валиків відкладень припиняється. Між берегом і шлейфом передбачаються мінімальні бугроподібні утворення відкладень. Нижче 1525 км по Дунаю локальним впливом можна знехтувати.



Рис. 63: Розраховані зміни у руслі Дунаю після 5-річної експлуатації із стоком води 2 300 м³/сек (середній гідрологічний рік) при значенні забору охолоджуючої води 100 м³/сек – (стан на період 2037-2085 рр.) Пакш II у самостійному режимі експлуатації (2037-2085)

Számított mederváltozás Paks II üzemelésekor átlagos lefolyású évben öt éves üzemidő után	Розраховані зміни у руслі Дунаю після 5-річної експлуатації АЕС Пакш II (середній гідрологічний рік)
Jelmagyarázat	Легенда

12.2.3.4 Підсумкові результати досліджень локальних змін русла

Виходячи із результатів розрахунків локальних змін русла можна встановити, що після необхідних для консолідації русла п'яти (5) років експлуатації:

- Основною рушійною і визначальною силою для змін русла є багаторічний середній сток води Дунаю, а невеликі за періодами паводки можуть завдати лише незначних змін його.
- В період років експлуатації з підвищеною відносно середньої вологістю (3000 м³/сек) зміни в руслі дещо зростають, якщо порівняти їх із спричиненими багаторічним середнім стоком (2300 м³/сек) змінами.
- Висота локальних відкладень не перевищувала 80 см, а глибина локальних заглиблень була до 40 см. Зона їх розповсюдження була незначною.
- У період між роботою самостійної АЕС Пақш (2014-2025) і самостійної Пақш ІІ (2037-2085) різниця між значеннями змін русла мінімальна.
- При сумісній роботі АЕС Пақш і Пақш ІІ (2030-2032) помічені варті уваги відхилення у порівнянні із самостійною роботою площадок. Проте цей вплив після 2-х років сумісної експлуатації буде зменшуватись, бо збігатиме часу експлуатації окремих блоків АЕС Пақш згідно із планом продовження їх функціонування, тобто - із виводом з експлуатації кожного блоку забір і відвід води буде зменшуватись на 25 м³/сек, а з 2037 року почнеться період самостійної роботи Пақш ІІ.

Штатні режими роботи розширення (Пақш ІІ), яке планується	Визначення морфодинамічної і струменевої зон впливу на русло Дунаю у випадку здійснення проекту у порівнянні до базового стану	
	Довжина зони впливу в напрямку течії Дунаю (км), [м]	Ширина зони впливу від правого берега Дунаю вздовж поперечного перетину
АЕС Пақш і Пақш ІІ сумісно (232 м ³ /сек)	1525+500 - 1527+000 км (1500 м)	Макс. 300 м
Пақш ІІ (132 м ³ /сек)	1526+000 - 1527+000 км (1000 м)	Макс. 200 м

Таблиця 36: Визначення морфодинамічної і струменевої зон впливу у порівнянні до теперішнього стану.

12.2.4 ВІДВІД НАГРІТОЇ ОХОЛОДЖУВАЛЬНОЇ ВОДИ У ДУНАЙ

Нагріта охолоджувальна вода для запланованих нових блоків буде через рекуператорну установку відводитись у Дунай з правого берега на перетині 1526+450 кмпо стороні верхньої водитеперішнього впуску в новому місці за 200 м на північ від існуючого каналу теплої води.

У наступній таблиці підсумовано план експлуатації АЕС Пақш і її запланованого розширення

Період [роки]	Максимальні витрати теплої води [м ³ /сек]	Кількість працюючих блоків [шт.]	Штатні часові точки [рік]	Найвища передбачувана річна температура води у Дунаї [°C]
2014 (зараз)	100	АЕС Пақш, 4 існуючих блоки	2014	25,61 [°C]
2014 – 2025	100	АЕС Пақш, 4 існуючих блоки		
2025 – 2030	166	АЕС Пақш, 4 існуючих блоки+ 1 новий блок		
2030 – 2032	232	АЕС Пақш, 4 існуючих блоки+ 2 нових блоки	2032	26,38 [°C]
2032 – 2034	207	АЕС Пақш, 3 існуючих блоки + 2 нових блоки		

Період [роки]	Максимальні витрати теплої води [м³/сек]	Кількість працюючих блоків [шт.]	Штатні часові точки [рік]	Найвища передбачувана річна температура води у Дунаї [°C]
2034 – 2036	182	АЕС Пакш, 2 існуючих блоки+ 2 нових блоки		
2036 – 2037	157	АЕС Пакш, 1 існуючий блок+ 2 нових блоки		
2037 – 2085	132	2 нових блоки	2085	28,64 [°C]
2085 – 2090	66	1 новий блок		
Від 2090	0	-		

Таблиця 37: Формування відводу гарячої води (Q м³/с) у випадку здійснення проекту розширення із урахуванням очікуваної найвищої річної температури води у Дунаї ($T_{\text{Дунаю}}$ °C) у задані роки відліку.

У задані штатні роки (2014, 2032 і 2085) згідно зі сценарієм песимістичної кліматології (DMI-B2 PRODUCE: Розігрівання Землі між 2000 і 2100 роком досягне 1,8 °C), очікуваний перегрів взятої за фоновий еталон дунайської води буде діяти усього 1 день на рік при значенні стоку води у межах до 1500 м³/сек.

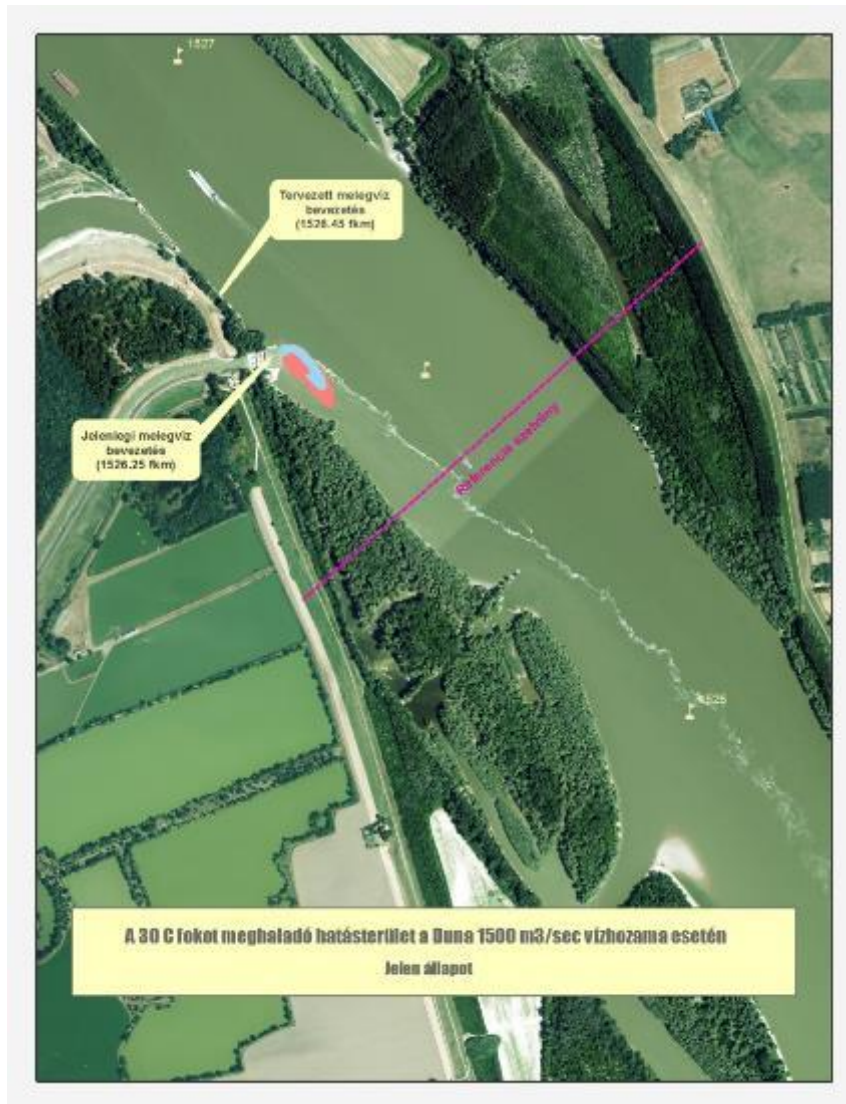
12.2.4.1 Визначення зони впливу внаслідок підвищення температури води у Дунаї понад 30 °C при значенні стоку води 1 500 м³/сек.

У заданих роками 2014, 2032 і 2085 штатних точках районів із температурою води понад 30°C, розраховані зони впливу температурного шлейфу показані на послідовно розміщених трьох рисунках.

Визначення зони впливу у заданому 2014 роком штатному стані при значенні стоку води 1500 м³/сек.

- температура тла Дунаю ($T_{\text{Дуна}}$) 25,61°C,
- стік охолоджувальної води (q) 100 м³/сек, яка зараз витікає у Дунай у місці вводу,
- температура нагрітої води:
 - (1-й випадок) $T_{\text{теплої води}} = 33^\circ\text{C}$ і
 - (2-й випадок) впуск із використанням температурної сходинки у 8°C ($T_{\text{теплої води}} = T_{\text{Дунаю}} + 8^\circ\text{C} = 33,61^\circ\text{C}$).

Розрахований за штатним станом 2014 року розподіл температури води очікувано 1 день/рік, площу водяного дзеркала, температура якого перевищила 30 °C, показано на наведеному нижче рисунку 64.



Примітка: голубим позначено випуск теплої води з температурою 33°C, червоним: температурна сходінка 8°C

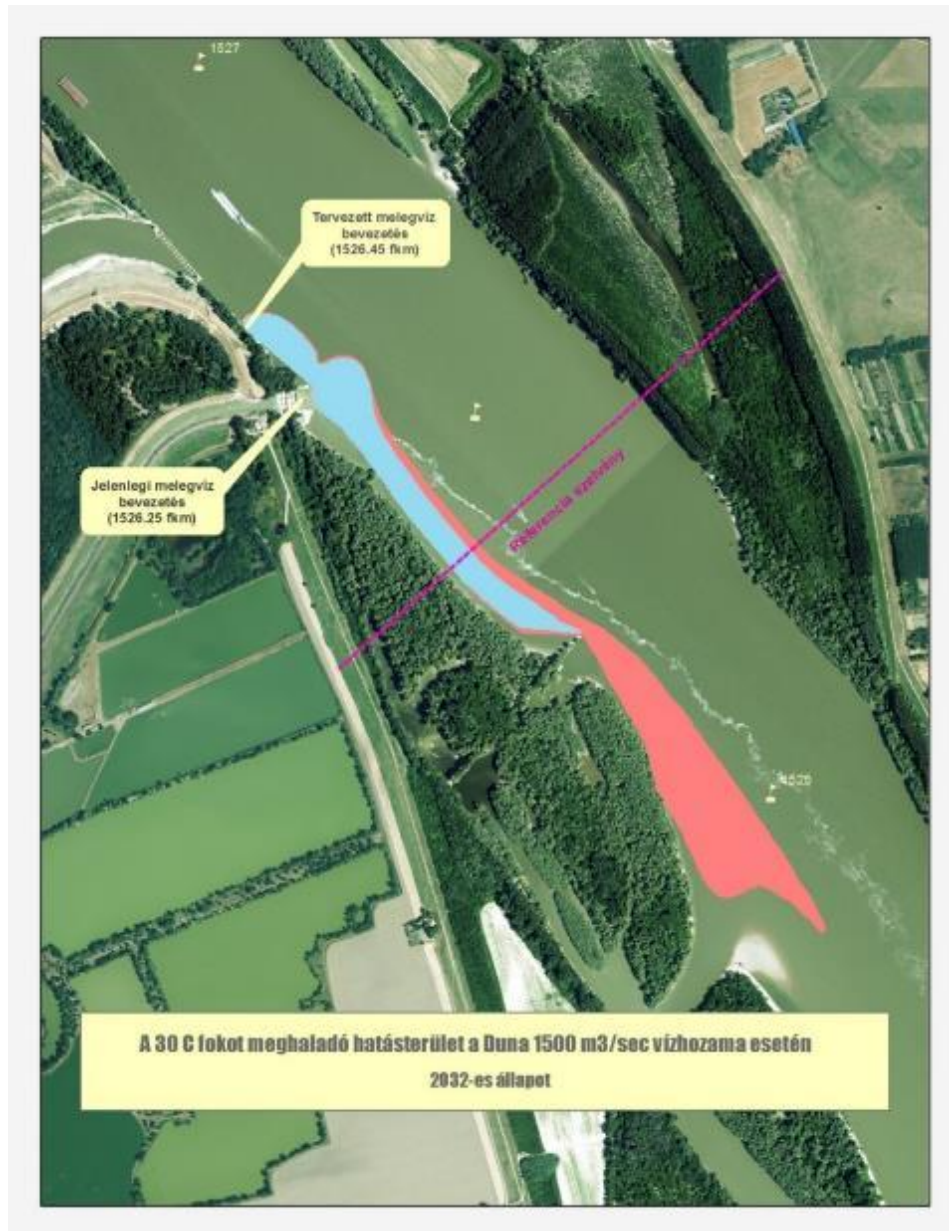
Рис. 64: Зона впливу температурного шлейфуз температурою понад 30 ° – сьогоднішній стан ($T_{\text{Дунай, max}}=25,61 \text{ }^\circ\text{C}$, $Q_{\text{Дунай}}=1500 \text{ м}^3/\text{сек}$, стік теплої води: $100 \text{ м}^3/\text{сек}$)

Tervezett melegvíz bevezetés (1526,45 fkm)	Плановане місце впуску теплої води (1526,45 км)
Jelenlegi melegvíz bevezetés (1526,25 fkm)	Наявне місце впуску теплої води (1526,25 км)
A 30 C fokot meghaladó hatásterület a Duna 1500 m3/sec vízhozama esetén	Зона впливу з температурою понад 30 °C, при водоносності 1500 м³/сек
Jelen állapot	Сьогоднішній стан

Визначення зони впливу у заданому 2032 роком штатному стані при значенні стоку води 1500м³/сек.

- $T_{\text{Дунай}}=26,38^\circ\text{C}$,
- У період одночасної роботи АЕС Пакш і Пакш II $q_{\text{теперішній}}=100 \text{ м}^3/\text{сек}$ вода випускається в існуючому місці випуску, а при $q_{2032}=132 \text{ м}^3/\text{s}$ – запроєктовано стік по стороні верхньої води від існуючого місця випуску в Дунай (вище на 200 м) крізь штучний рекуператор,
- температура нагрітої охолоджувальної води:
(1-й випадок) $T_{\text{теплої води}}=33^\circ\text{C}$ і
(2-й випадок) $T_{\text{теплої води}}=34,38^\circ\text{C}$ (температурна сходінка 8°C).

Розрахований за штатним станом 2032 року розподіл температури дунайської води очікувано 1 день/рік, площу водяного дзеркала, температура якого перевищила 30 °C, показано на наступному рисунку.



Примітка: голубим позначено випуск теплої води з температурою 33°C, червоним: температурна сходінка 8°C

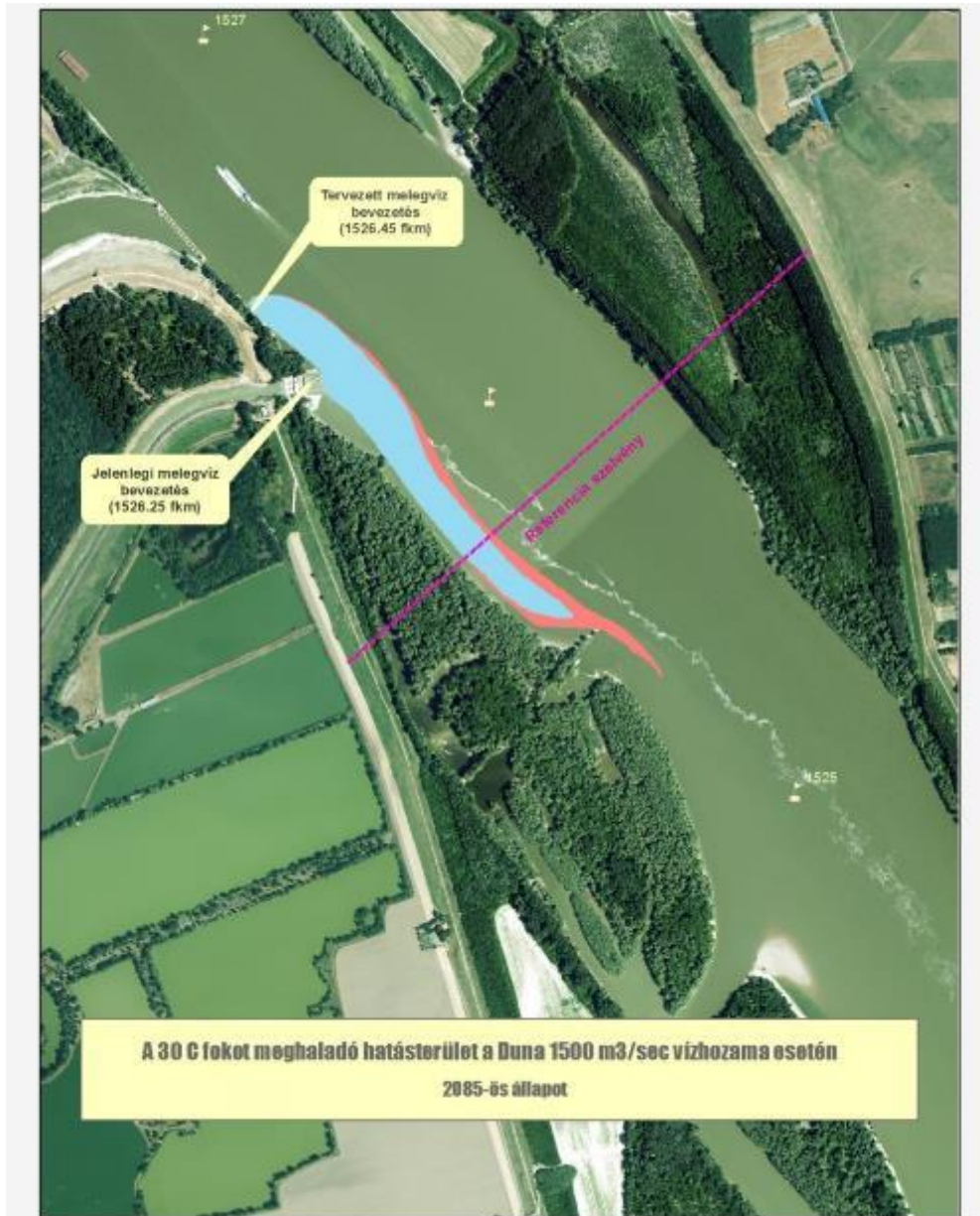
Рис. 65: Зона впливу температурного шлейфу з температурою понад 30 °C – стан у 2032 році ($T_{\text{Дунай, max}}=26,38\text{ }^{\circ}\text{C}$, $Q_{\text{Дунай}}=1500\text{ м}^3/\text{сек}$, стік теплої води: $100\text{ м}^3/\text{сек}+132\text{ м}^3/\text{сек}$)

Tervezett melegvíz bevezetés (1526,45 fkm)	Плановане місце впуску теплої води (1526,45 км)
Jelenlegi melegvíz bevezetés (1526,25 fkm)	Наявне місце впуску теплої води (1526,25 км)
A 30 C fokot meghaladó hatásterület a Duna 1500 m3/sec vízhozama esetén 2032-es állapot	Зона впливу з температурою понад 30 °C, при водоносності 1500 м³/сек Стан у 2032-му році

Визначення зони впливу у заданому 2085 роком штатному стані при значенні стоку води 1500м³/сек.

- $T_{\text{Дунай}}=28,64\text{ }^{\circ}\text{C}$,
- $q_{2085}=132\text{ м}^3/\text{с}$ – запроєктовано виведення води по стороні верхньої води від існуючого місця випуску в Дунай крізь штучний рекуператор,
- температура нагрітої охолоджувальної води:
(1-й випадок) $T_{\text{теплої води}}=33\text{ }^{\circ}\text{C}$ і
(2-й випадок) $T_{\text{теплої води}}=36,64\text{ }^{\circ}\text{C}$ (температурна сходінка 8°C).

Розрахований за штатним станом 2085 року розподіл температури дунайської води очікувано 1 день/рік, площу водяного дзеркала, температура якого перевищила 30 °C, показано на наступному рисунку.



Примітка: голубим позначено випуск теплої води з температурою 33°C, червоним: температурна сходинка 8°C

Рис. 66: Зона розрахованого впливу температурного шлейфу з температурою понад 30°C – штатний стан 2085 року
 ($T_{\text{Дунай, max}}=28,64^{\circ}\text{C}$, $Q_{\text{Дунай}}=1500 \text{ м}^3/\text{сек}$, стік теплої води: $100 \text{ м}^3/\text{сек}+132 \text{ м}^3/\text{сек}$) – Пакш II самостійно

Tervezett melegvíz bevezetés (1526.45 fkm)	Плановане місце впуску теплої води (1526.45 км)
Jelenlegi melegvíz bevezetés (1526.25 fkm)	Наявне місце впуску теплої води (1526.25 км)
A 30 C fokot meghaladó hatásterület a Duna 1500 m3/sec vízhozama esetén	Зона впливу з температурою понад 30 °C, при водоносності 1500 м³/сек
2085-ös állapot	Стан у 2085-му році

На основі вище показаних рисунків можна встановити, що у теперішньому стані в 500-метровому дунайському перетині (1575,75 км Дунаю) максимальна температура води у Дунаї залишається нижчою за граничні 30°C. У штатних 2032 і 2085 роках Дунай зі стоком 1 500 м³/сек приймається за еталон і в опорному перетині при викиді теплої води з температурою 33°C спостерігається невелике перевищення граничних 30°C. Більш значне перевищення відбудеться при випуску води із температурною сходинкою у 8°C.

1.1.1.1 Очікуваний період і стійкість перевищення граничних 30°C у +500-метровому опорному перетині

АЕС Паки + Паки ІІ (2032)

У нижче поданій таблиці підсумовано формування максимальної температури води у Дунаї, розрахованої на 500-метровому опорному перетині, і період та стійкість перевищення граничних 30°C, розрахованих на основі більш песимістичної кліматичної моделі DMI-B2 PRODUCE. При еталонній температурі води (26,38°C) тла Дунаю за основу брався стік 1500 м³/сек із стійкістю близько 1 дня/рік, але для надійності ми взяли до уваги більше значення стійкості, яке притаманне стоку 2800 м³/сек.

Перевищення граничної температури, область втручання	2014		2032	
	8 [°C] тепла сходянка	33 [°C] випуск теплої води	8 [°C] тепла сходянка	33 [°C] випуск теплої води
Очікувана максимальна температура води тла Дунаю [°C]	25,61 [°C]		26,38 [°C]	
Розрахована максимальна температура води в Дунаї [°C]	26,11 [°C]	26,36 [°C]	24,31 [°C]	25,11 [°C]
Оцінка щодо часу з перевищенням температури, стійкість [днів] – при стоку води в Дунаї до 2800 м³/сек	0,2 [день/рік]	0,1 [день/рік]	13 [днів/рік]	7 [днів/рік]

Таблиця 38.:Період і стійкість перевищення граничної температури (2032) – АЕС Паки + Паки ІІ

Паки ІІ самостійно (2085)

У випадку самостійної роботи Паки ІІ у новому місці випуску стік охолоджувальної води буде проводитися через штучний рекуператор у Дунаї і становитиме 132 м³/сек. Хоча теплове навантаження менше, ніж у випадку 2032 р., але через кліматичні зміни і підвищення з часом фонові температури, граничні 30°C – при стоку води в Дунаї меншому за 1500 м³/сек з максимальною очікуваною стійкістю 1 день/рік – можуть дотримуватись лише після поперечної дамби, адже у цьому випадку дозволена надлишкова температура шлейфа становитиме лише 30 - 28,64 = 1,36 °C, в 500-метровому опорному перетині.

Формування температури води, розраховане у контрольному перетині (+500 м), а також розраховані на основі песимістичної кліматичної моделі DMI-B2 PRODUCE період та стійкість перевищення граничних 30 °C у штатних станах підсумовано у нижче поданій таблиці. Стійкість стоку води Дунаю до 1500 м³/сек становить близько 1 дня/рік при взятій за основу температурі тла Дунаю (28,64°C), але для надійності ми взяли до уваги більше значення стійкості при 2800 м³/сек.

Перевищення граничної температури, область втручання	Штатний стан 2014 р.		Штатний стан 2085 р	
	8 [°C] тепла сходянка	33 [°C] випуск теплої води	8 [°C] тепла сходянка	33 [°C] випуск теплої води
Очікувана максимальна температура води тла Дунаю [°C]	25,61 [°C]		28,64 [°C]	
Розрахована максимальна температура води в Дунаї [°C]	26,11 [°C]	26,36 [°C]	23,81 [°C]	25,23 [°C]
Оцінка щодо часу з перевищенням температури, стійкість [днів] – при стоку води в Дунаї до 2800 м³/сек	0,2 [день/рік]	0,1 [день/рік]	40 [днів/рік]	20 [днів/рік]

Таблиця 39: Період і стійкість перевищення граничної температури (2085) – Паки ІІ самостійно

Можливості уникнення перевищення граничних значень:

- Зменшення навантаження,
- Зупинка блоку,
- Технічне обслуговування блоку (регламентні роботи).

12.2.4.2 Розподіл температури на південному кордоні Угорщини в перетині Дунаю (1433 км) при стоку води в Дунаї 1500 м³/сек

Від місця викиду (по Дунаю 1526,25 км) до перетину (по Дунаю 1433 км) на південному кордоні тепла вода протікає ~93 км в середньому за 24 години – з середнім значенням стоку води у Дунаї (2300 м³/сек); при нижчих значеннях стоку води вказаний час збільшується.

При дослідженнях залежностей між стоками води та її температури з увагою на кліматологічні зміни можна спостерегти, що у штатних часових, призначених для перевірки проміжках річний середній період перевищення взятого за основу значення температури води становить очікувано 1 день/рік.

У нижче поданих таблицях зафіксовано значення найвищих змін температур, розрахованих для перетину на південному кордоні країни стосовно штатних 2014, 2032 і 2085 років

Вплив викидів теплої води з температурою 33°C в перетині Дунаю на південному кордоні країни.

Значення найбільшої зміни температури в перетині Дунаю на південному кордоні країни (по Дунаю 1433 км)		
T _{Тепла вода} = 33°C, Q _{Дунаю} = 1500 м³/сек		
$\Delta T_{\text{Max}} = T_{\text{Max}} - T_{\text{Фон}} \text{ [}^\circ\text{C]}$		
Штатний стан 2014 р.	Штатний стан 2032 р.	Штатний стан 2085 р.
T _{Max} = 26,08 [°C]	T _{Max} = 28,13 [°C]	T _{Max} = 28,95 [°C]
T _{Фон} = 25,61 [°C]	T _{Фон} = 26,38 [°C]	T _{Фон} = 28,64 [°C]
$\Delta T_{\text{Max}} = 0,47 \text{ [}^\circ\text{C]}$	$\Delta T_{\text{Max}} = 1,75 \text{ [}^\circ\text{C]}$	$\Delta T_{\text{Max}} = 0,31 \text{ [}^\circ\text{C]}$

Таблиця 40: Значення найбільшої зміни температури в перетині Дунаю на південному кордоні країни T_{тепла вода} = 33°C (штатний стан на 2014, 2032 і 2085 рр.)

Вплив викидів теплої води з температурною сходинкою у 8°C в перетині Дунаю на південному кордоні країни.

Значення найбільшої зміни температури в перетині Дунаю на південному кордоні країни (по Дунаю 1433 км)		
$\Delta T_{\text{Темп. сходинка}} = 8 \text{ }^\circ\text{C}, Q_{\text{Дунаю}} = 1500 \text{ м}^3/\text{сек}$		
$\Delta T_{\text{Max}} = T_{\text{Max}} - T_{\text{Фон}} \text{ [}^\circ\text{C]}$		
Штатний стан 2014 р.	Штатний стан 2032 р.	Штатний стан 2085 р.
T _{Max} = 26,40 [°C]	T _{Max} = 28,24 [°C]	T _{Max} = 28,55 [°C]
T _{Фон} = 25,61 [°C]	T _{Фон} = 26,38 [°C]	T _{Фон} = 28,64 [°C]
$\Delta T_{\text{Max}} = 0,79 \text{ [}^\circ\text{C]}$	$\Delta T_{\text{Max}} = 1,86 \text{ [}^\circ\text{C]}$	$\Delta T_{\text{Max}} = 0,91 \text{ [}^\circ\text{C]}$

Таблиця 41: Значення найбільшої зміни температури в перетині Дунаю на південному кордоні країни $\Delta T_{\text{Темп. сходинка}} = 8^\circ\text{C}$ (штатний стан на 2014, 2032 і 2085 рр.)

12.2.5 Викиди очищеної каналізаційної води в період експлуатації

Продуктивність очисної споруди каналізаційної води електростанції, яка працює за дозволом Наглядової інспекції становить 1870 м³/добу, чого достатньо для максимального комунального навантаження у період будівництва і експлуатації.

Додаткове навантаження на каналізаційну систему під час експлуатації Пакш II буде складати 67 м³/добу, максимальний викид кожних десять (10) років у період проведення основних регламентних робіт 96 м³/добу.

Оскільки на території АЕС Пакш середня кількість комунальних вод зараз становить ~300 м³/добу (робота АЕС Пакш), то під час спільної роботи АЕС Пакш I і Пакш II загальна кількість комунальних вод не досягне значення 400 м³/добу і надлишкові потужності очисної споруди будуть складати ~1 470 м³/добу.

12.2.6 ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕКСТРЕМАЛЬНИХ ПРИРОДНИХ І ШТУЧНИХ ОБСТАВИН НА НАДІЙНІСТЬ ЗАХИСТУ ВІД ПАВОДКІВ І ВІДВОДУ ОХОЛОДЖУВАЛЬНОЇ ВОДИ

Аварійні ситуації моделювались такими випадками, діючими факторами яких були б природні і штучні обставини, які могли б сформуватись у районі Дунаю, а не за допомогою запланованого впливу. Ми досліджували такі нижченаведені випадки:

- ✓ Вразливість площадки на повінь внаслідок прориву греблі Дуначуні у випадку критичного водного режиму і екстремального часткового перекриття, а також утворення льодових повеней при екстремальних льодових заторах.
- ✓ Можливе забезпечення надійності відводу охолоджувальної води у випадку критично низького рівня води у Дунаї у випадку нештатної роботи греблі Дуначуні (заповнення водосховища із затриманням водяного потоку в період низького рівня води), а також внаслідок можливих екстремальних обривів, зсувів берега і льодових заторів у верхніх водах.

12.2.6.1 Вплив природних і штучних обставин на вразливість площадки до повені

У найбільш несприятливому проходженні паводкової хвилі, яка на ділянці Дунаю нижче Братислави залишається між дамбами і яка є штатною з урахуванням горбистості території АЕС (1326-1527 км) і тих споруд, що тут знаходяться, тривалість періодів паводків ($T_{\text{перевищення}}$) із перевищенням граничних рівнів, які визначені на АЕС формується згідно нижче наведеної таблиці.

Основні об'єкти, яким загрожує небезпека (на території АЕС Пакш, у районі 1527 км Дунаю)	Штатні рівні води (1527 км Дунаю) [m]	Тривалість перевищення (у випадку проходження паводкої хвилі у несприятливому 1965 році) [діб]
Рівень верхівки дамби в районі електростанції, правий берег	96,30 m	0,0
Рівень верхівки дамби в районі електростанції, лівий берег*	95,80* m	16,0
Рівень площадки АЕС	97,00 - 97,10 m	0,0
Рівень підлоги у відділенні вивантаження ТСВК	92,30 m	68,5
Рівень підлоги у трансформаторній підстанції поруч із південним обводним каналом	93,30 m	59,5
Рівень площадки очищення каналізаційної води	94,00 m	57,0
Граничний рівень перетоку сховища вапняного мулу	97,00 m	0,0
Ступені захисту від паводків** (згідно водоміру у затоці АЕС Пакш, 1526,5 км Дунаю)		
I-й ступінь	91,50 m	108,0
II-й ступінь	93,00 m	61,0
III-й ступінь	94,00 m	56,5
Штатні рівні паводкової води		
Найвищий рівень води без криги (LNV) 2013.06.11.	94,06 mBf (8750 m ³ /s)	56,0
MÁSZ ₂₀₁₀ (Згідно дійсної мостанови Мін. Екології 11/2010. (IV. 28.) KvVM від 08.08.2014р. «Про штатні паводкові рівні води у річках»)	94,14 mBf (лінійна інтерполяція на базі значень постанови)	55,1

Примітки до вищенаведеної таблиці:

* Джерело поданих у таблиці даних щодо висоти: Рівень верхівки дамби ми визначили при проведенні вимірювань на місці з використанням вимірювальної станції RTK GPS.

** Постанова про готовність до повені: Постанову про Готовність до повені при небезпечному стані водного режиму (із паводковою хвилею) вносить регіональна Дирекція Водогосподарства (VIZIG), яка організує захист і керує ним. Якщо на певній водній артерії готовність III-го рівня стосується двох або більшої кількості дирекцій VIZIG, тоді організація захисту переходить до Технічного Управління (OMIT) Державного Департаменту Водогосподарства (OVF).

Таблиця 42. таблиця: Очікуваний термін перевищення кількох важливіших ступенів захисту, визначений під час повені у районі електростанції при найбільш несприятливого рівня води (96,30 м над рівнем Балтійського моря)

Додаткова дунайська повенева хвиля, яка утворюється у випадку прориву греблі Дуначунь при критичному водному режимі при повністю заповненому водосховищі і каналі технічної води не порушує ступінь надійності захисту площадки. Додаткова повенева хвиля, яка лише на короткий час перевищує рівень I-го ступеню захисту (91,50 м), об'єктів площадки не досягає і вживання заходів не потребує.

Екстремальні водні явища (із циклом 20 000 років) досліджувались нами моделюванням 2D ділянки Дунаю між 1500 і 1530 км від його гирла. Як аварійний, розглядався випадок для 2032 року при штатному режимі роботи водозабору і водовідводу, коли внаслідок сповзання ґрунту у небажаному місці (під каналом теплої води) змінилося основне русло.

Оскільки гідродинамічне моделювання аварійних ситуацій і нещасних випадків потребує досліджень більшої за довжиною ділянки, тому ми скористувались гідродинамічною моделлю 1D.

ВПЛИВ ВІДМОВИ УСТАТКУВАННЯ РЕГУЛЮВАННЯ ВОДОСТОКУ У ВЕРХНІЙ ТЕЧІЇ

Ми досліджували випадок із найнесприятливішим проходженням паводкої хвилі у 1965 році, яка на ділянці Дунаю нижче Братислави залишалася між захисними дамбами при максимальному стоку води 14 000 м³/сек. На території АЕС Пакш рівень повневих вод не порівнюється із верхівкою правобережної захисної дамби (96,30 м) навіть у вищезгаданому досліджуваному екстремальному випадку.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВІВ ЗСУВІВ ҐРУНТУ ВИСОКОГО БЕРЕГА, ЯКІ СПРИЧИНЯЮТЬ ЗМІНУ РУСЛА

На моделі ми досліджували випадки із зсувом ґрунту у двох місцях: одне над АЕС Пакш, а інше – коло Дунасекцьо (Dunaszekcső). У обох місцях ми змоделивали значне сповзання ґрунту на відрізу 1000 м, яке спричинило б перекриття русла при ситуації, яка вважається за штатну (із 20 000-річним циклом), а для Будапешту ми зімітували повінь 1926 року із стоком води 12 200 м³/сек. У обох випадках можна встановити, що припущені зсуви не матимуть значного впливу: у випадку зсуву над Пакшом рівень води впаде щонайбільше на 5 см, а при зсуві коло Дунасекцьо - підвищиться на 13 см.

ПРОГНОЗУВАННЯ УТВОРЕННЯ ЛЬДОВИХ ЗАТОРІВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ПОТОКОВОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВІВ ПОВЕНЕЙ

Метою даного дослідження є визначення чутливості АЕС Пакш до повеней під час льодоходу, спричинених льодовим затором нижче розташування електростанції при найбільш несприятливих станах із підвищенням рівня води під дією повеней під час льодоходу, накопичень і заторів криги (зазвичай такий стан спостерігається взимку у періоди малого і середнього значень стоку води).

Залишаючи поза увагою теперішні тенденції у зміні клімату, при дослідженнях ми прийняли за штатну ситуацію (із крижаними заторами) 1965 року, змоделивавши тодішні рівні води і крижаний затор довжиною у 5 км нижче по течії від каналу теплої води, хоча форма русла Дунаю і не сприяє створенню такого становища.

В результаті проведення гідравлічних досліджень ми встановили, що найбільш несприятливі рівні води при льодоходах у районі АЕС Пакш досягають 95,90 м. На базі минулого досвіду і гідравлічних із наявністю криги досліджень встановлено, що тривалість льодового покриття із несприятливо високим рівнем не перевищує 2-3-х діб, після чого льодовий затор руйнується. У районі АЕС Пакш на водо-крижану повінь розраховувати не варто.

Останній серйозний паводок під час льодоходу трапився у 1956 році. На повені з наявністю криги у районі АЕС Пакш можна розраховувати лише із дуже малою ймовірністю з увагою на роботу запруд вверх по течії і розраховуючи також на флот льодозахисту. Парк криголамів із 9 суден зараз утримують водогосподарчі організації (OVF і VIZIG).

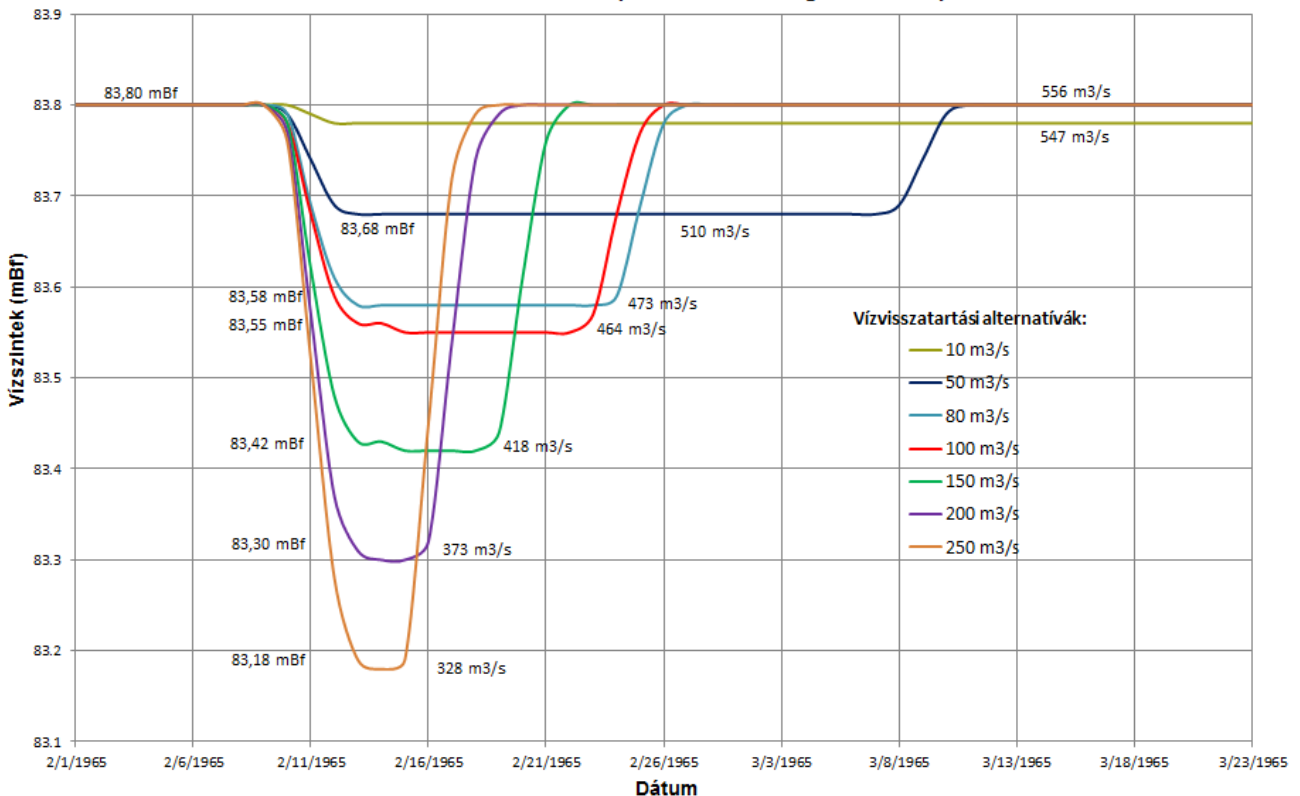
12.2.6.2 Вплив екстремальних природних і штучних обставин на безпечність викидів охолоджувальної води у випадку критично низьких рівнів дунайської води

ВПЛИВ ПОШКОДЖЕННЯ І ПОЗАШТАТНОЇ РОБОТИ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ РЕГУЛЮВАННЯ РІВНЯ ВЕРХНЬОЇ ВОДИ

Внаслідок нештатної роботи греблі Дуначунь під час критично низького рівня води (затримка води для наповнення водосховища) формується антипаводкова хвиля, яка розповсюджується у напрямку течії Дунаю. На нижченаведеному малюнку ми подаємо розраховані за допомогою моделі 1D зображення антипаводкових хвиль.

Dunacsúnyi duzzasztómű hatása a Paksi Atomerőműnél

Duna 1526,5 fkm Paks (Atomerőmű hidegvízcsatorna)



Dunacsúnyi duzzasztómű hatása a Paksi Atomerőműnél	Вплив роботи греблі Дуначунь/ Бьош у період низької води із циклом у 20 000 років на забезпечення забору води для охолодження на АЕС Пакш (Дунай, 1526,5 км)
Duna 1526,5 fkm Paks (Atomerőmű hidegvízcsatorna)	1526,5-й км від гирла Дунаю, Пакш (АЕС, канал холодної води)
Vízszintek (mBf)	рівні води (в метрах над рівнем моря)
Vízvisszatartási alternatívák	альтернативи затримки води
Dátum	дата

Рис. 67: Вплив пов'язаної із затримкою води роботи греблі Дуначунь/ Бьош у період низької води із циклом у 20 000 років на забезпечення забору води для охолодження на АЕС Пакш (Дунай, 1526,5 км)

Робочі рівні води у затоці існуючого водозабору формуються наступним чином:

- ❖ Критичний рівень води для насосів технічної води (охолоджувальної води конденсатора): 83,6 м по водомірній лінійці у затоці; 83,71 м - у сегменті 1526,5 км (по пакшській водомірній лінійці на 1531,3 км: 83,98 м).
- ❖ Критичний рівень для водозабору може настати у разі затримки води ~50 м³/сек греблю Бьош при критичному (із 20 000-річним циклом) тривалому 556 м³/сек стоку води Дунаю.
- ❖ Критичний рівень води для насосів потреб безпеки : 83,50 м по водомірній лінійці у затоці; 83,61 м - у сегменті 1526,5 км (по пакшській водомірній лінійці на 1531,3 км: 83,88 м).

- ❖ Критичний рівень для водозабору для потреб системи безпеки може настати у разі затримки води ~70 м³/сек греблею Бьош при критичному (із 20 000-річним циклом) тривалому 556 м³/сек стоку води Дунаю.

Вплив стану, який сформувався внаслідок торосів, льодових заторів

Метою даного дослідження є визначення чутливості території електростанції до умов із екстремально низьким рівнем води у присутності криги під дією льодового затору над водозабором для аналізу надійності забору води.

Найбільш екстремальною може бути ситуація із повним перекриттям кригою потоку у поперечному сегменті. У такому випадку (теоретично) переток тимчасово припиняється і сток води стає рівним нулю. Тривалість цього стану залежить від наповнення водою верхньої ділянки над торосом. Після цього сток води у нижній ділянці поступово зростає, доки не досягне початкового значення.

Розрахунки за моделлю проводились для торосів із двома значеннями їхньої висоти. Перший висотою 15,34 м (верх його на рівні 93,0 м), який повністю перекрив основне русло від найглибшого місця до берегової кромки основного русла. Другий – менший, був вибраний більш реальний розмір торосу з висотою 10,34 м (верх - 88,0 м над Балт. морем).

Обидва розрахунки проводились для рівня 84,24 м при екстремально малому (буває раз у 20 000 років) стоку води 544 м³/сек (1580,6-ий км Дунаю, футшток у м. Дунауйварош) Раніше, після надзвичайно низького у 1983 року рівня дунайської води у VITUKI в 1985 зробили розрахунки стосовно критичних станів рівня води у Дунаї на водозаборі АЕС із припущенням утворення торосів (VITUKI, 1985.).

При проведенні досліджень для більшої надійності ми не приймали до уваги стоки від підземних потоків у напрямку Дунаю (які підвищують рівень води у ріці). Поза увагою ми залишили також і втручання після утворення торосу (криголами, підривання), які зменшили б термін впливу.

Між впливами антиповеневої хвилі від двох крижаних торосів з різною висотою ми спостерігали значні розбіжності. У випадку торосу із висотою 93,0 м тривалість зменшення рівня води $\Delta t = 60$ год. При висоті тороса 88 м перманентна тривалість зменшення рівня води $\Delta t = 40$ год.

Істотний прямий вплив на водозабір холодної води може мати лише льодовий затор, сформований над каналом холодної води у випадку критично низького значення рівня води у Дунаї. До такого випадку можна підготуватися із великим ступенем забезпечення надійності. Між льодоходом і зупинкою руху криги повинно було б бути не менше 10-15 днів холодної (нижчої за -10 С° середньодобової температури) погоди. А для екстремально, раз на 20 000 років низького стоку води (544 м³/сек) декілька місяців не повинно бути опадів.

На угорській ділянці Дунаю боротьба із кригою ведеться за допомогою криголамного флоту. Якщо згаданий стан все ж настане, то криголами допоможуть запобігти створенню льодового затору.

Варто додати, що після побудови водосховища Дуначунь і електростанції у Габціково утворення криги у верхній ділянці Дунаю на території Угорщини починається з «нуля». Лід, утворений на австрійській і словацькій ділянках перехоплюється водосховищем Грушові і після електростанції/греблі витікає чиста вода без вмісту криги. Льодоутворення починається вже нижче електростанції при досить великих морозах (ще не маємо досвіду, при яких), потрібних для утворення товстого шару криги, здатної створювати тороси або ж льодові затори.

У разі тимчасової втрати охолоджувальної води, коли коло робочих насосів неможливо підтримувати рівень води 83,60 м, а коло насосів для потреб безпеки - 83,50 м (по водомірній лінійці у затоці) і у районі рівня дна русла каналу холодної води рівень буде 81,0-81,5 м, тобто тотожний рівню води у Дунаї, базою для аварійного охолодження стане течія Дунаю і водобази із береговою фільтрацією.

У екстремальному становищі при надзвичайно низьких рівнях дунайської води протягом 3-4 днів постачання води із водобаз із береговою фільтрацією суттєво не зменшиться, тобто збільшаться надходження із водосховища підземних вод. Опорожнення чи заповнення підземного водосховища - процес повільний, і на нього має вплив не лише Дунай.

ОЦІНКА ВПЛИВУ ОБВАЛІВ І ЗСУВІВ БЕРЕГА

На моделі ми досліджували випадок із зсувом ґрунту в одному місці над водозабором АЕС Пакш, хоч ймовірність цього практично виключається. Ми змоделювали значне сповзання ґрунту на відрізьку 1000 м, яке спричинило б перекриття русла при ситуації, яка вважається за штатну (із малим стоком по водо лінійці у Домборі, на 1506,8 км Дунаю із 20 000-річним циклом) із стоком води 579 м³/сек. Встановлено, що впливи зсуву незначні, нижче зсуву зниження рівня води коло одного сантиметра (1см), а вище – рівень води зростає на 30 см і на відстані 15 км вверх по течії зміна у рівні води уже не відчувається.

Вплив надзвичайних обвалів і сповзання берегів на надійність забору охолоджувальної води зовсім незначний і має перехідний характер, бо потік Дунаю спричиняє постійну ерозію залишків і їхнє знесення.

12.3 ОЧІКУВАНИЙ ВПЛИВ ПРИПИНЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПАКШ II НА ДУНАЙ

Очікуваний вплив припинення експлуатації Пакш II буде меншим за впливи при спорудженні і експлуатації. Детальний аналіз можливий на базі проектів припинення експлуатації (заплановані втручання і планування їх у часі).

13 ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД І ВОДИ В ДУНАЇ ЗГІДНО ІЗ РАМКОВОЮ ДИРЕКТИВОЮ ПРО ВОДНІ ОБ'ЄКТИ (VKI)

У рамках досліджень впливу на довкілля (KHV) будівництва і експлуатації Пакш II протягом 2012 і 2013 років зроблені ефективні дослідження і винесена оцінка згідно Директиви VKI проміжку Дунаю між 1560,6 і 1481,5 км а також багатьох водних об'єктів, які мають прямий чи опосередкований зв'язок із Дунаєм.

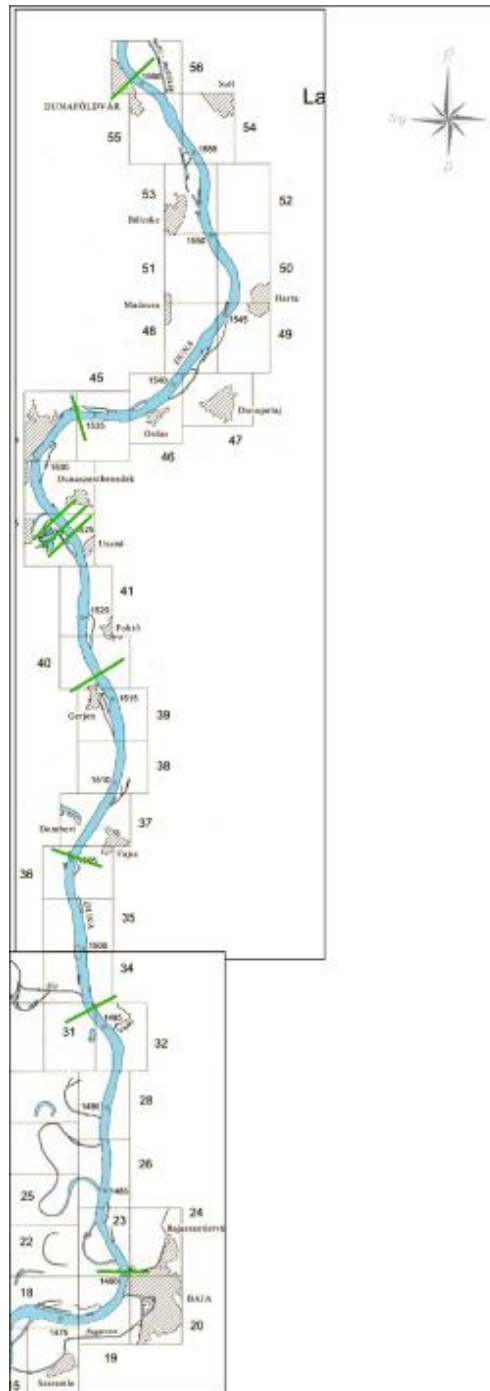


Рис. 68: Схематичне зображення сегмента Дунаю, на якому у 2012 і 2013 роках проведені дослідження
Мета: дослідження впливу на довкілля будівництва, експлуатації і припинення роботи інвестиції Пакш II та визначення ступенів впливу згідно із Рамковою директивою про водні об'єкти.

Відповідно до цих основоположень ми розробили проект досліджень з урахуванням і узгодженням наступного:

- (1) змісту урядової постанови 314/2005. (XII.25.) про дозвільну процедуру для проведення дослідження впливу на довкілля і користування довкіллям,
- (2) системи пропозицій, правил моніторингу зібраних у Рамковій директиві про водні об'єкти під номером 2000/60/ЕК та у Господарчому плані про Водосховища,

- (3) положень постанови 31/2004 (XII. 30.) KvVM Міністерства Екології, які стосуються окремих правил при проведенні спостережень і оцінки стану поверхневих вод,
- (4) результатів більш ранніх досліджень в цій області,
- (5) офіційного ставлення, сформульованого при винесенні урядового рішення (ЕКД) Екоінспекцією DdKTVF під номером 8588-32/2012,
- (6) теоретичного і практичного обґрунтування моніторингу досліджуваних біологічних об'єктів

13.1 ДОСЛІДЖЕННЯ БАЗОВОГО СТАНУ

У рамках досліджень Дунаю у 2012 і 2013 роках зроблено аналіз наступних фізичних і хімічних компонентів:

Компоненти	Одиниця виміру	Групи якості води за VKI
pH		Стан скисання
Провідність	µS/cm	Вміст солі
Розчинений кисень	mg/l	Кисневе домашнє господарство
Насиченість киснем	%	Кисневе домашнє господарство
BOI ₅	mg/l	Кисневе домашнє господарство
KOI _k	mg/l	Кисневе домашнє господарство
Аміак-N (NH ₄ ⁺ -N)	mg/l	Рослинні поживні речовини
Нітрит-N (NO ₂ ⁻ -N)	mg/l	Рослинні поживні речовини
Нітрат-N (NO ₃ ⁻ -N)	mg/l	Рослинні поживні речовини
Увесь N	mg/l	Рослинні поживні речовини
Ортофосфат (PO ₄ -P)	µg/l	Рослинні поживні речовини
Увесь фосфор	µg/l	Рослинні поживні речовини
Cd	µg/l	Метали
Hg	µg/l	Метали
Ni	µg/l	Метали
Pb	µg/l	Метали
As	µg/l	Специфічні забруднюючі матеріали (небезпечні хімічні елементи)
Zn	µg/l	Специфічні забруднюючі матеріали (небезпечні хімічні елементи)
Cr	µg/l	Специфічні забруднюючі матеріали (небезпечні хімічні елементи)
Cu	µg/l	Специфічні забруднюючі матеріали (небезпечні хімічні елементи)
TPH	µg/l	
Температура води	°C	
Повітря загалом	mg/l	
Усі луги	mmol/l	
Нітрат (NO ₃ ⁻)	mg/l	
Нітрит (NO ₂ ⁻)	mg/l	
Ортофосфат	µg/l	
Аміак (NH ₄ ⁺)	mg/l	
Увесь ціанід	mg/l	

Таблиця 43.: Перелік фізичних та хімічних елементів (стосовно Дунаю). Групи якості за VKI-директивою.

При перерахуванні компонентів ми вказували на належність кожного із них до певної кваліфікаційної групи згідно з VKI, При більш давніх дослідженнях кваліфікування проводилось не тільки за VKI, тому серед перерахованих є й такі елементи, які згідно даної постанови не можна приєднати до будь-якої групи, що стосується якості води.

Серед біологічних елементів ми перевіряли групи усіх тих живих істот, які перераховуються у постанові Мін. Екології 31/2004 (XII. 30.) KvVM про спостереження за поверхневими водами та про окремі правила оцінювання їхнього стану і у Рамковій директиві про водні об'єкти під номером 2000/60/ЕК, а саме: фітопланктон (FP); фітобентон (FB); макрофіт (MF); макроскопічні водяні безхребетні (MZB); риба.

З точки зору фізичних та хімічних параметрів у наведеній нижче таблиці ми відобразили ті сегменти Дунаю, у яких ми у 2012 і 2013 роках проводили дослідження в рамках програми (PR), а також ті, по яких ми виконали обробку основних (VmTH) результатів щодо якості води.

№ п/п	Назва сегмента	Км по Дунаю	Номер сегмента	Рік дослід.	№ дослідж. PR	Примітка
1	Дунафьолдвар (міст)*	1560.6	0	2013	2	<i>Верхній далекий дунайський сегмент. PR+VmTH дослідження.</i>
2	Пакш (паром)	1534.0	1	2012	12	<i>Верхній близький дун. сегмент. PR дослідження.</i>
3	Пакш, канал теплої води	1526.0	2	2012	12	<i>Нижній сегмент прямої дії. PR дослідження.</i>
4	Надьшаркантю	1525.3	3	2012	12	<i>Нижній сегмент прямої дії. PR дослідження.</i>
5	Усод	1524.7	4	2012	12	<i>Нижній сегмент прямої дії. PR дослідження.</i>
6	Гер'єн-Фоктьо	1516.0	5	2012	12	<i>Нижній сегмент прямої дії. PR дослідження.</i>
7	Фадд-Домборі*	1506.8	6	2013	6	<i>Нижній далекий сегмент. PR+VmTH дослідження</i>
8	Шіо-південь (Геменц)	1496.0	7	2013	6	<i>Нижній далекий сегмент. PR дослідження</i>
9	Байа (а втоміст)	1481.5	8	2013	2	<i>Нижній далекий сегмент. PR дослідження</i>

Таблиця 44.: Сегменти досліджень на Дунаї і інші характеристики

Прийнявши до уваги біологічну складову, для проведення досліджень територію ми поділили (між 1560,6 і 1481,5 км дев'ять сегментів) наступним чином: один верхній район (Дунафьолдвар, Пакш-паром), один нижній близький (вихід теплої води, Надьшаркантю, Усод), один район на середній відстані (Гер'єн, Домборі) і один нижній далекий (Шіо-південь, Геменц).

У окремих сегментах кількість місць для взяття зразків у випадку фітопланктону – три (правий берег, середина ріки, лівий берег), а що стосується інших груп живих організмів – два місця (правий берег, лівий берег). Досліджувана ділянка Дунаю зветься «Між Дуна-Соб-Бая» і відноситься до водоймища із знаком HURWAEP444. Поруч ділянка Дунаю HUDD20023, яка зветься Толнаї Дуна на території SCI NATURA 2000. Поруч із Дунаєм ми досліджували два сегменти на Фаддів-Холт-Дуна (HULWAIH066), Пакшські два озера – Хоргас і Кондор (HULWAIH005) по одному сегменту на кожне із них, два сегмента на Толнаї-Есакі-Холт Дуна (HULWAIH136), а також канал Шіо (HURWAEP959) із одним сегментом.

Проби брались у 2012 році, окрім цього для розширення області дослідження зразки брались і в інших місцях: на середній відстані по Дунаю, і на далекому відрізу в нижній його течії, на Толнаї-Есакі-Холт Дуна і на каналі Шіо. Кількісний спосіб взяття проб для всіх живих організмів відповідав вимогам VKI. Класифікація водоймищ теж здійснювалась згідно із вказівками директиви VKI. У випадку водоймища, для якого не існує відповідної класифікації, ми давали йому індивідуальну класифікацію, яка відповідала б умовам VKI. Такими є класифікація стоячих вод у випадку макрозообентону на основі загально розповсюдженої у міжнародній літературі сім'ї з використанням бальної системи, а у випадку риб класифікації стоячих водоймищ проводиться з а методикою згідно із їхніми господарськими проектами (Халаші-Ковач et al 2009).

13.1.1 ОЦІНКА ДАНИХ ІЗ ДЕРЖАВНОГО АРХІВУ, ЯКІ СТОСУЮТЬСЯ ДОСЛІДЖУВАНОЇ ДІЛЯНКИ ДУНАЮ

13.1.1.1 Фізично-хімічні змінні величини

Досліджувана ділянка Дунаю від АЕС Пакш розповсюджується у північному напрямку на 34 км - це верхній відрізок -, а у південному напрямку – на 45 км, відповідно – нижній відрізок. До цієї ділянки входять два базових сегмента, станції Дунафьолдвар і Файс. Проробляючи архівні дані про водо-хімічний склад за 2007-2011 роки (Файс - 2012), ми провели аналіз і згідно до вказівок VKI дали оцінку дунайської ділянки.

Обробка результатів аналізів методом лінійного тренд-тесту стала основою для дослідження змін, викликаних підвищенням температури у складі водохімічних компонентів із плином часу.

У рамках дослідження змін, викликаних підвищенням температури ми працюємо над такими групами компонентів:

Стан скисання: рН

Вміст солей: Провідність

Господарчі характеристики кисню: Розчинений кисень, Насиченість киснем BOI_5 , KOI_k , Аміак-N ($\text{NH}_4\text{-N}$), Nitrit-N ($\text{NO}_2\text{-N}$)

Поживні речовини рослинного походження: Нітрат-N ($\text{NO}_3\text{-N}$), Увесь азот, Увесь фосфор, Ортофосфат ($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$),

Специфічні забруднюючі матеріали (небезпечні хімічні елементи): Zn, Cu, Cr, As

КЛАСИФІКАЦІЯ ЗГІДНО ДИРЕКТИВИ VKI НА БАЗІ АРХІВНИХ ДАНИХ ПО ДУНАЙСЬКІЙ ДІЛЯНЦІ ДУНАФЬОЛДВАР-ФАЙС

Класифікацію по вказаній ділянці Дунаю (1560.6-1507.6 км) ми зробили, ґрунтуючись на дослідженнях, проведених у 2007-2011 роках (у Файсі – до 2012 року).

Додаток до оцінки на базі архівних матеріалів містить зроблену у 2007 році оцінку із таблиці «оцінка стану водоймищ згідно загальнодержавної системи VKI» додатку VGT-k 5_1 стосовно фізико-хімічних елементів водойми на дунайській ділянці HURWAEP444 Соб-Байя (тип 24). В цій таблиці ми інформативно оприлюднили й класифікацію дунайської водойми HURWAEP445 Байя-Герцегсанта.

Стан скисання: беручи до уваги середні результати аналізів в період проведення досліджень показник добрий.

Вміст солей: за середніми результатами аналізів в період проведення досліджень стан відмінний

Стан домогосподарчого кисню: середня оцінка класу 4,5. За методикою VKI стан добрий.

Стан поживних речовин рослинного походження: середня оцінка класу 4,2. За методикою VKI стан добрий.

Середня оцінка класу металів - 4,5. За методикою VKI стан добрий.

ґрунтуючись на результатах проведених у 2007-2011 (2012) роках досліджень якості води дунайська ділянка Дунафьолдвар-Файс з точки зору екології має класифікацію «добре», а з точки зору специфічних забруднюючих матеріалів (небезпечні хімічні елементи) стан класифікується, як задовільний. Класифікація груп фізико-хімічних елементів по дунайській ділянці Байя-Герцегсанта тотожна класифікації течії ділянки Дунафьолдвар- Файс.

Цей класифікаційний результат (за винятком стану скисання – «добре») тотожний із результатом оцінки стану за 2010 рік відповідно до системи граничних значень на водоймах по VKI, (зафіксовано у додатку VGT 5_1); цей результат є у таблиці 46.

Код місця взяття проб	Місце моніторингу	101180039	101178210	101178933	101179653	101178232	Згідно директиви VKI					
		Дунафьолдвар						Файс	Герцегсанта	Групи якості води		
Номер сегмента в км Дунаю	КАЖ*	Лівий берег		Лінія течії		Правий берег		1507.6 км ріки		1433.0 км ріки		
		1560.6 км ріки	1560.6 км ріки	1560.6 км ріки	1560.6 км ріки	1560.6 км ріки	1560.6 км ріки	шт	В сер.	шт	сер.	
Параметри якості води	шт	В сер.	шт	В сер.	шт	В сер.	шт	В сер.	шт	сер.		
156075	рН (лабор. вимірювання)	97	8.2	97	8.2	97	8.2	87	8.3	140	8.3	Скисання
155201	Хлорид (Cl ⁻)	86	23.7	86	24.1	86	24.4	49	22.7	121	22.9	Вміст солей
159469	Провідність	97	405	97	414	97	424	87	403	140	405	Вміст солей
158420	Кисень (розчинений) (O ₂)	97	10.0	97	10.0	97	9.8	75	10.1	140	10.0	Домогосподарчий кисень
159487	Розч.кисень (% насич. киснем)	97	91.9	97	91.9	97	90.5	75	95.0	140	93.8	Домогосподарчий кисень
158970	Біохімічні потреби в кисні (BOI ₅)	97	2.7	97	2.7	97	2.7	75	2.7	140	2.7	Домогосподарчий кисень
159001	Спож. кисню (KOI ₆) початкове	97	12.0	97	11.9	97	11.9	75	11.3	140	11.4	Домогосподарчий кисень
156754	Аміак-аміако-азот (NH ₃ , NH ₄ -N)	97	0.074	97	0.064	97	0.064	75	0.072	140	0.063	Пож. речовини. росл. походж.
160551	Нітритний-азот (NO ₂ -N)	97	0.026	97	0.020	97	0.019	75	0.017	140	0.016	Пож. речовини. росл. походж.
160560	Нітратний-азот (NO ₃ -N)	97	2.0	97	2.0	97	2.0	75	1.8	140	1.9	Пож. речовини. росл. походж.
159405	Увесь азот (N)	97	2.6	96	2.7	97	2.7	87	2.4	139	2.5	Пож. речовини. росл. походж.
	Ортофосфат-Р (PO ₄ -P)	97	57.1	97	58.0	97	53.5	75	61.6	140	47.4	Пож. речовини. росл. походж.
158154	Увесь фосфор (P)	97	0.11	97	0.11	97	0.11	87	0.11	140	0.12	Пож. речовини. росл. походж.
157601	Кадмій (розч.) (Cd)	57	0.090	56	0.060	57	0.062	22	<0,05	92	0.125	Метали
157472	Ртуть (розч.) (Hg)	57	0.075	56	<0,05	57	0.050	23	0.063	92	0.1	Метали
157885	Нікель (розч.) (Ni)	57	0.7	56	0.8	57	0.7	22	0.9	92	0.8	Метали
158099	Свинець (розч.) (Pb)	57	1.9	56	<0,5	57	<0,5	24	<0,5	92	4.3	Метали
157665	Хлорофіл-а	96	28.0	96	27.9	96	28.3	74	28.4	140	26.4	
120498	Арсеній (As)	6	1.8	6	1.6	6	1.6	0		6	1.6	Специфічні забруднювачі (небезп. хім. матеріали)
157050	Цинк (розч.) (Zn)	57	4.9	56	5.5	57	4.7	25	4.4	92	6.2	Специфічні забруднювачі (небезп. хім. матеріали)
120434	Увесь хром (Cr)	6	0.6	6	0.7	6	0.5	0		6	0.7	Специфічні забруднювачі (небезп. хім. матеріали)
156204	Мідь (розч.) (Cu)	57	3.7	56	1.8	57	1.7	25	1.3	92	2.1	Специфічні забруднювачі (небезп. хім. матеріали)

*екол. Ідентифікатор

Таблиця 45: Сер. значення проведених у 2007-2011.роках досліджень з кваліфікацією згідно директиви VKI.

Додаток VGT- 5-1.1.: Стан поверхневих водоймищ – Екологічний стан проточних водойм

Підрозділ	КьОВІЗ	Категорія водойми	vt-VOR	Назва водойми	Фізико-хімічні елементи					
					Орг. матер.	Пож. речовини	Вміст солей	Кислотн.	Стан фіз.-хім. елементів	Надійність фіз.-хім оцінки
1-10	3	природна	AEP444	Дунай між Соб і Байя	добре	добре	відмінно	відмінно	добре	середня

Таблиця 46: Оцінювання стану водойми Дунаю між Соб та Байя HURWAEP444 згідно директиви VKI

13.1.1.2 Біологічні елементи

Одночасно із оцінюванням результатів досліджень ми склали і оцінили архівні дані по контрольній ділянці Дунаю між Дунафьолдвар-Байя. Взявши це за основу, можна зробити наступні висновки:

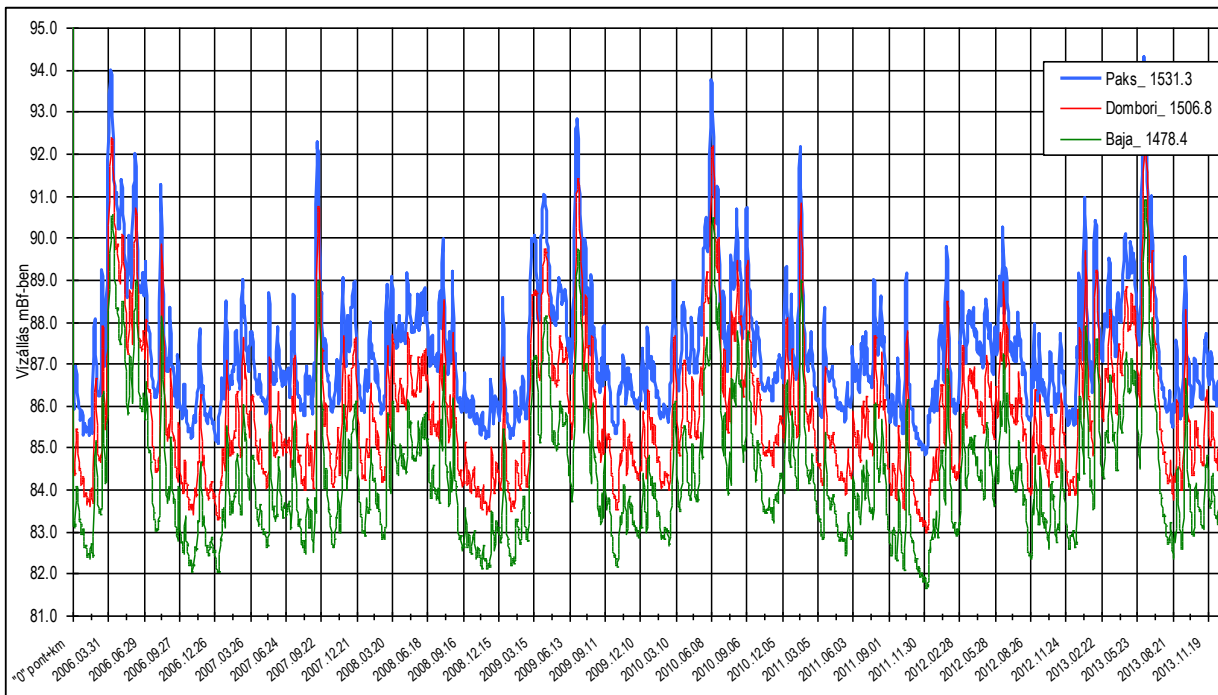
- На даній ділянці Дунаю, виділяючи район АЕС Пакш, за останні 15 років гідробіологічні перевірки проводились регулярно. В результаті ми маємо архівні дані щодо фітопланктону, фітобентону, макрозообентону і популяції риб. Більш ранні аналізи макрофітону дають інформацію, яка стосується винятково території АЕС Пакш.
- У нашому розпорядженні є когерентні архівні дані, які є результатом проведених у 2009-2010 роках аналізів (ТОВ «Kék Csermely Kft» у 2010 р.) і які дають змогу визначення екологічного стану у повному обсязі відповідно до директиви VIK, в той же час по окремих групах живих істот є лише спорадичні дані, які відповідають вимогам VKI.
- Проведене згідно з VKI оцінювання стану за результатами аналізів 2009-2010 років говорить про те, що на пакшському відрізку Дунаю FP має добрий стан; FB – помірний, MZB – помірний, популяція риб – стан добрий. Дотримуючись основного принципу оцінювання «щось погане, то й все погане», екологічний стан Дунаю - помірний. Згідно оцінки, зробленої із дотриманням вказівок VIK, між верхньою і нижньою від стоку АЕС Пакш водами Дунаю немає суттєвої відмінності, яка б спричинила зміну класності води.
- Данні із архіву підтверджують помірний екологічний стан на дунайському відрізку HURWAEP444 між Дунафьолдваром і Байєю. Дані щодо стану фітопланктону і рибної популяції тут мають оцінку «добре», а для фітобентону і макрозообентону характерною буде помірна оцінка.
- На основі господарчого плану дунайського водозбору екологічний стан на всьому угорському відрізку Дунаю є помірним. Цей стан проявляється, як результат якісних та гідроморфологічних факторів. Згідно планів добрий екологічний стан на дунайському відрізку HURWAEP444 між Собом та Байєю буде досягнутий до 2027 року (VKKI 2010).
- Щодо впливу викидів охолоджуючої води з АЕС Пакш ми теж маємо архівні дані. Фізіологічні дослідження на водоростях показують, що інтенсивність їхнього фотосинтезу у каналі теплої води нижча, аніж у каналі холодної води, а також те, що біомаса водоростей дещо пошкоджується після проходження через систему охолодження. Однак у випадку фітопланктону (FP) чи фітобентону (FB) аналізи з Дунаю не підтверджують вплив викидів. На основі результатів поглиблених екологічних аналізів макрозообентону (MZB) і популяцій риб вплив викидів охолоджуючої води в Дунай відчувається по течії майже у 2-кілометровому сегменті (Халаші-Ковач у 2005 році і ТОВ «Kék Csermely Kft» у 2010 році). У випадку MZB це, в першу чергу, спричинило якісні зміни, а у випадку популяції риб – кількісні зміни.
- Ми аналізували також дані (починаючи з 2000 року) щодо користі від риболовства на відрізку ріки коло Пакшу, які вказували на поступове зменшення уловів. У 2011 і 2012 роках зниження припинилось, навіть спостерігалось незначне збільшення вилову. По-перше - дані щодо вилову на невеликому відрізку не дають достовірності, по-друге – для Дунаю, як і для інших великих річок характерними є великі відхилення в структурі розмноження та вилову риби (Халаші-Ковач і Вараді, рік 2012), тому між роботою АЕС Пакш і змінами в кількісних показниках вилову риби взаємозалежності показати не можна.
- Частково від розрізненості архівних даних, від їх неповної достовірності і частково по причині того, що базові дані проведених у 2012-2013 роках досліджень є у достатній кількості і доброї якості, окрім цього, на відміну від більш ранніх досліджень, вони формують повні когерентні ряди даних, необхідні для проведення аналізів; в процесі дослідження впливу Пакш II на довкілля висновки із даних архівних

матеріалів приймаються до уваги, але для аналізу використовувались винятково дані результатів досліджень 2012-2013 років. Результати аналізів проб 2009-2010 років використовувались нами, як контрольні у процесі оцінювання.

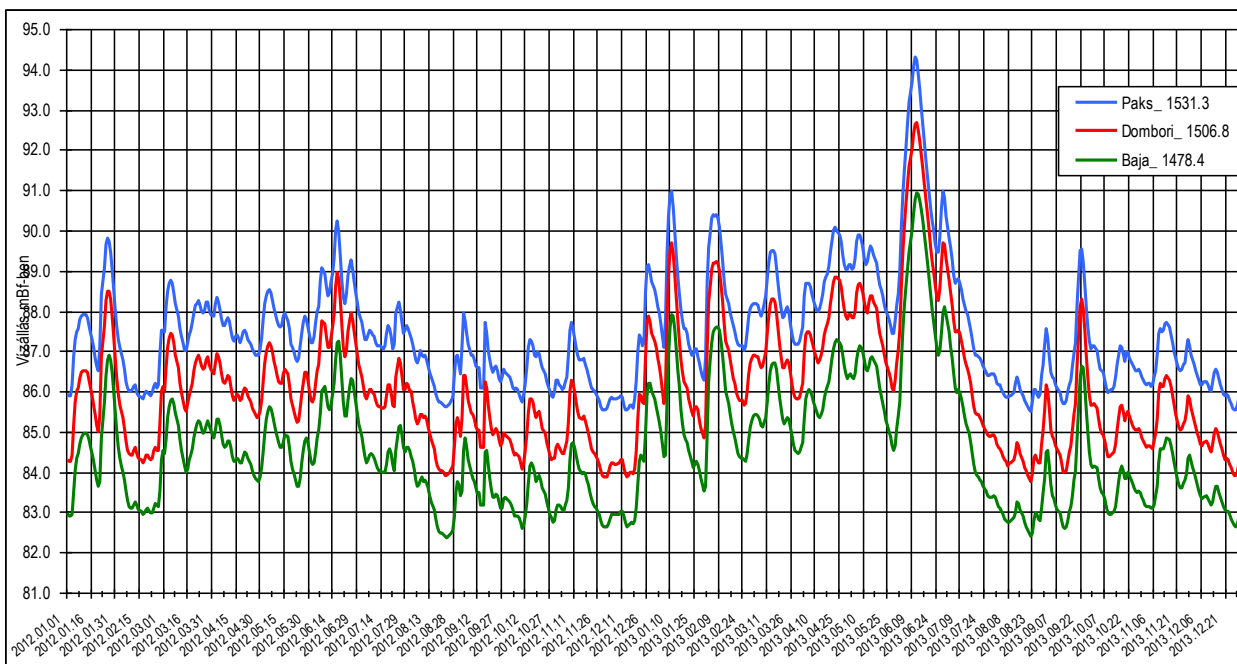
13.1.2 БАЗОВИЙ СТАН ДОСЛІДЖУВАНОВОГО ВІДРІЗКА (1560.6 - 1481.5 КМ) ДУНАЮ

Даний відрізок Дунаю ми аналізували на основі архівних даних за 2006-2011 роки та досліджень 2012 і 2013 років. Гідрологічні характеристики цього періоду ми показуємо на нижченаведених малюнках.

Оцінювання сегментів ми робили на основі граничних значень для Дунаю згідно з директивою VKI .

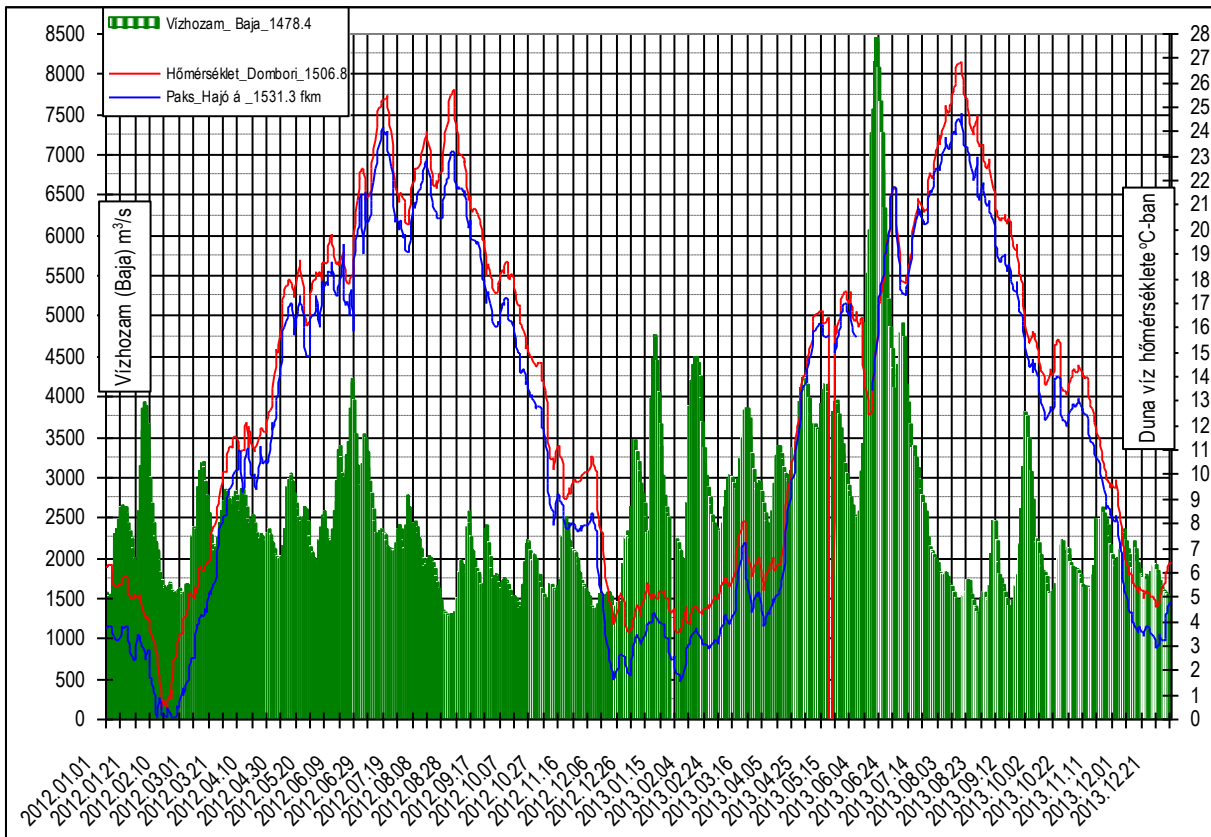


По вертикальній осі - рівень води в м.; по гориз. осі – дата; кольорами: синім-Пакш, черв.-Домборі, зеленим – Байя
Рис. 69: Рівні води у Дунаї (Пакш, Домборі, Байя) у 2006-2013 роках



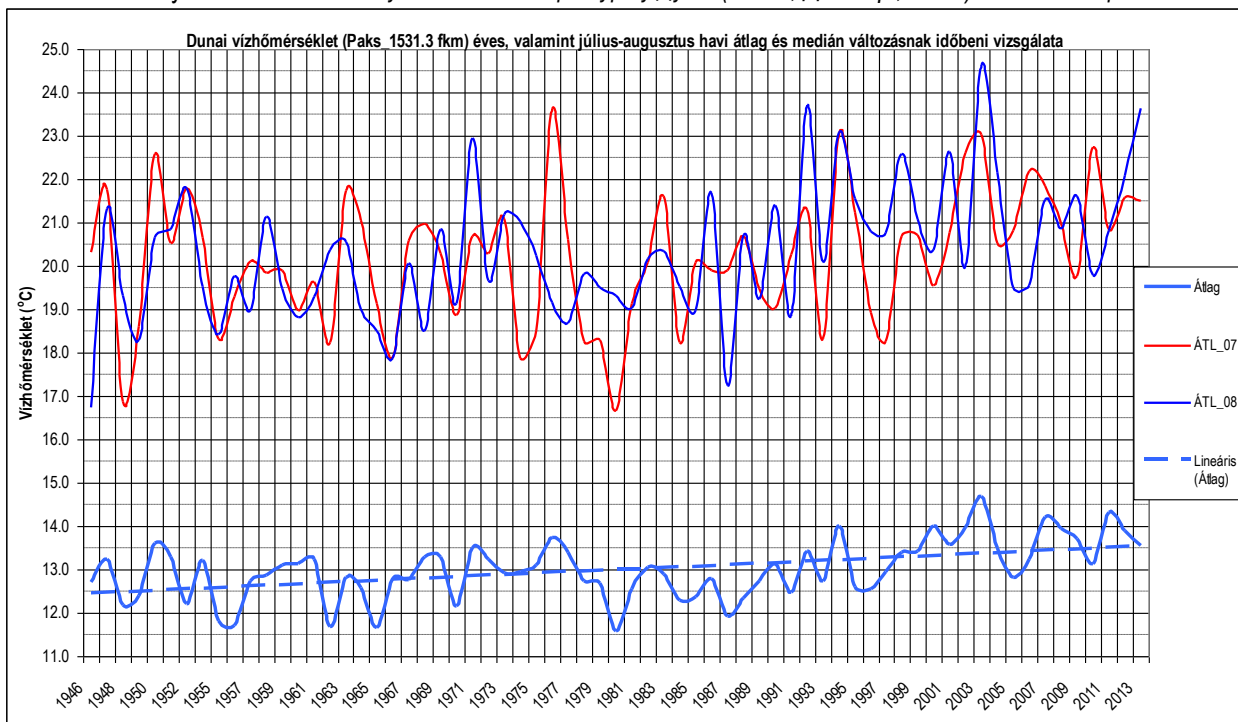
Ліворуч, верт. вісь: Рівень води у мBf (БСВ). Праворуч у рамці: Синім: Пакш_1531,3; Червоним: Домборі_1506,8; зеленим: Байя_1478,4

Рис. 70: Рівні води у Дунаї (Пакш, Домборі, Байя) у 2012-2013 роках



Ліва верт. вісь – сток води коло Байї; права. верт. вісь – темп. води в Дунаї; штриховкою – сток, Байя; червоним – температура в Домборі, 1506,8 км; синім – пристань у Пакші, 1531,3 км

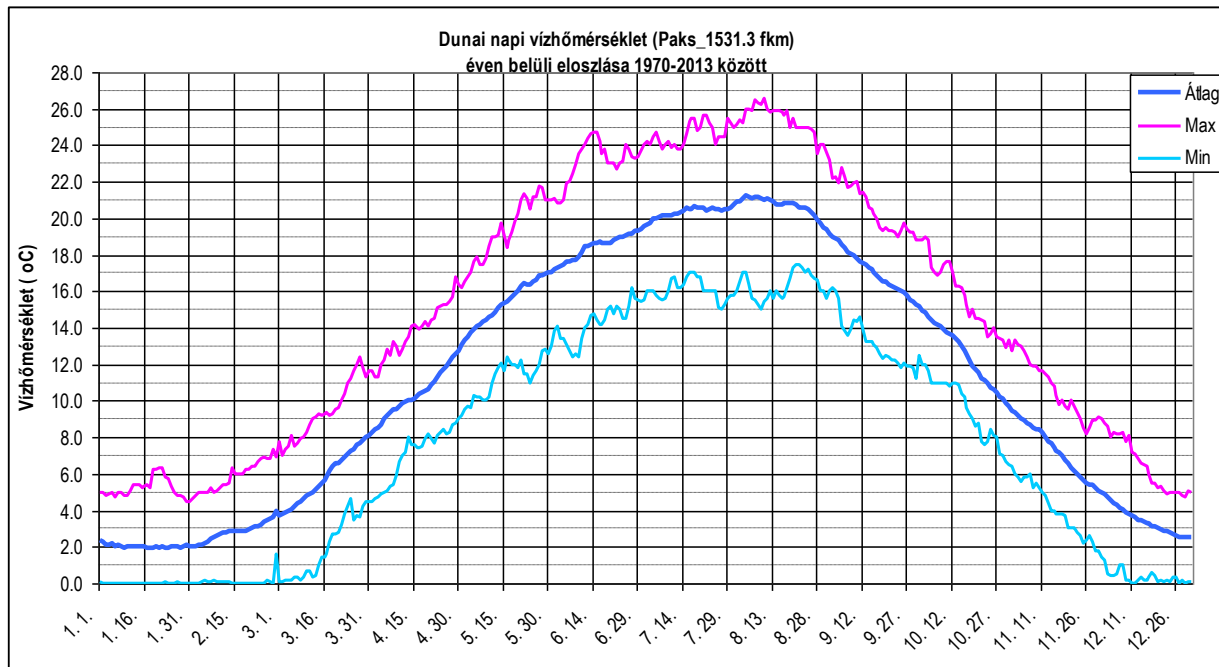
Рисунок 71: Зміни стоку води і її температури у Дунаї (Пакш, Домборі, Байя) в 2012-2013 роках



Верт. вісь – температура води; праворуч у рамці: Середня; Сер._07; Сер._08; Лінійна (сер.)

Напис зверху: Темп. води у Дунаї (Пакш 1531,3 км) по роках, а також середня за липень-серпень і медіанні зміни у часі

Рисунок 72: Аналіз зміни значень середньорічної температури в Дунаї в 1970-2013 роках



Вертикальна вісь: Температура води; У рамці праворуч: Середня; Макс.; Мін.
Напис зверху: Зміни добової температури води у Дунаї (Пакш, 1532,3 км)протягом року – між роками із 1970 по 2013.

Рисунок 73: Аналіз розподілу добової температури в Дунаї (Пакш) в роках з 1970 по 2013.

КЛАСИФІКАЦІЯ ВЕРХНЬОЇ ДІЛЯНКИ ДУНАЮ

Дунафьолдвар:	1560,6 км	стан добрий
Пакш:	1533,5 км	стан добрий

Таблиця 47: Верхня ділянка Дунаю, класифікація щодо фізико-хімічних параметрів згідно VKI (1560.6-1533.5 км ріки)
За класифікацією фізико-хімічних параметрів згідно директиви VKI у проміжку 1560,6-1533,5 км (водойма HURWAEP444) стан Дунаю добрий.

У будь який період року основною складовою біомаси у верхній частині досліджуваної ділянки ріки складають водорості-інфузорії виду Centrales. Концентрація біомаси і хлорофілу у пробах навіть у один і той же період року мають значні розбіжності. Проби 2012 і 2013 років показують, що у той же період у 2012 році наявність біомаси була вищою. У той же час розбіжності у подібних показниках між періодами значно більші за рокові. Це підтверджується і фактом того, що результати аналізів взятих у різні роки підсилюють один одного, і в часі теж дають подібні значення. Періоди з найбільшою біомасою – це березень і серпень, а найнижчі показники біомаси у вересні, жовтні і листопаді.

На основі екологічної оцінки стану проб із верхньої частини можна зробити наступні висновки:

- (1) Між окремими пробами одного й того ж періоду теж можуть бути відхилення з різницею у класі.
- (2) У сегментах, які перевірялись, у будь яку пору року найвищі показники біомаси були на лінії потоку, у той же час розбіжність не мала таких значень, щоб спричинити зміни класу впоперек сегмента.
- (3) Розбіжності у класах між пробами проявлялись навіть у однакові періоди окремих років.
- (4) Значення оцінок добре відображають динаміку біомаси FP за порами року.
- (5) Потужна, п'ятищаблева шкала VKI до незначних змін не чутлива.
- (6) З точки зору дослідження впливів найбільш критичний стан проявляється у літній період. Екологічний стан контрольної ділянки добрий.

На основі результатів аналізів фітобентону можна прийти до висновку, що (1) між пробами, взятими із протилежних берегів у один і той же період теж трапляються розбіжності у класі, (2) у 2013 році у літню пору року один із дунафьолдварських сегментів дав слабкіші результати, аніж сегмент пакшського парому у 2012 році, якщо восени

розбіжностей у класі не помічено, то в той же час дунафьолдварський сегмент у загальному показав дещо кращий стан. (3) Значення проб контролюваної ділянки співзвучні із результатами аналізів, зроблених у 2009-2010 роках. Вищезгадані факти, подібно до записів стосовно фітопланктону, підтверджують, що стабільний результат може дати оцінка, зроблена на базі середнього значення від якомога більшої кількості даних. Потужна, п'ятиступенева шкала VKI до незначних змін не чутлива і у випадку даного таксону. Визначений на основі фітобентону екологічний стан верхньої частини контрольної ділянки помірний.

Під час проведення аналізів у літній і осінній періоди у верхній частині контрольної ділянки Дунаю ми розпізнали 9 видів. Серед знайдених у контрольному сегменті видів немає таких, які були б під охороною. Серед видів декілька вважається чужоземцями (американський ясеневий, ланцетоподібна осіння троянда), масова поява яких вказує на спотворення області. Повзуча селера (*Apium repens*) – вид рослини відзначений в NATURA 2000. Цей різновид на контрольній ділянці не проявився. З точки зору оцінювання результати не дають чіткої картини, бо вздовж потоків (під час взяття наших проб теж) макрофітони з'являються лише у невеликих кількостях і визначений по їхній оцінці екологічний стан не є достовірним. Відповідно до цього число видів рослин і їхня кількість в контрольному сегменті не дають можливості зробити точне оцінювання, оскільки не досягнуте найменше необхідне значення. Тож отримані значення мають лише інформативний характер. Із-за цієї невизначеності в інтересах визначення впливів середовища ми здійснили аналіз даних із використанням більш чутливої шкали по всій контрольній ділянці. Визначений на основі макрофітонів екологічний стан верхньої частини контрольної ділянки помірний.

Значна частина знайдених макробезхребетних таксонів чужоземного походження розповсюджується агресивно і напористо. Серед них можна виділити масового галькового равлика (*Lithoglyphus naticoides*), бродячу черепашку (*Dreissena polymorpha*), азійську черепашку (*Corbicula fluminea*), а серед раків *Dikerogammarus villosus*. В пробах трапляються захищені *Gomphus flavipes* - вид бабок у невеликій кількості осіб. Вид макрозообентонів тупа річкова черепашка (*Unio crassus*) на ділянці HUDD20023 SCI не виявлений. Оцінка екологічного стану, зроблена на основі HMMI (Hungarian Macroinvertebrate Multimetric Index) показала сезонну різницю: наповнення осінніх проб менше, проте це не спричиняє якісної різниці в класах. На базі результатів аналізів можна встановити, що на основі популяцій водяних макроскопних безхребетних у вищій в ділянці ріки екологічний стан помірний.

Під час проведення літніх та осінніх аналізів на ділянці Дунаю в районі Пакшу у 4-х виділених місцях для взяття проб із 28 видів ми визначили 2489 осіб. Серед видів, які взяті у сегменті, чотири: блідоп'ятнистий пісун (*Romanogobio vladykovi*), райдужний горчак (*Rhodeus amarus*), широкий деркун (*Gymnocephalus baloni* і шовковистий окунь (*Gymnocephalus schraetser*) - під захистом, а ще два – під суворим захистом: дунайська мінога (*Eudontomyzon mariae*), угорський streber (*Zingel zingel*). Серед визначених NATURA 2000 видів виявлені *Eudontomyzon mariae*, густера (*Aspius aspius*), *Zingel zingel*, *Gymnocephalus baloni* і *G. schraetser*. На основі цього можна зробити висновок, що характерні різновиди риб, визначені для головного русла у NATURA 2000 виявляються у верхній частині контрольної ділянки ріки. При взятті проб із 28 видів у 24 із них виявлені малюки-нащадки. Це означає, що на ділянці 86% видів у віці продуктивності, що говорить про стабілізацію популяцій. Результат досліджень у верхній ділянці показує, що між кількостями виловлених видів і результатами більш ранніх аналізів є велика схожість. Отримані результати від взятих в літній і осінній періоди проб надають достатньо даних для класифікації з дотриманням директиви VKI. Екологічну оцінку води в ділянці на основі популяцій риб зроблено на базі прийнятої в Угорщині методики EQIHRF. З точки зору результату оцінки вирішальними є результати аналізів, зроблених влітку. На основі популяцій риб екологічний стан верхньої ділянки без впливу викидів теплої води «добрий».

КЛАСИФІКАЦІЯ СЕГМЕНТА БЛИЗЬКОЇ НИЖНЬОЇ ДІЛЯНКИ ДУНАЮ (1534-1516 КМ)

Пакш, канал теплої води	1526.0 км	Стан добрий
Надь шаркантю	1525.3 fkm	Стан добрий
Усод	1524.8 fkm	Стан добрий
Герйен-Фоктьо	1516.0 fkm	Стан добрий

Таблиця 48: Класифікація за VKI сегмента близької нижньої ділянки Дунаю (1526-1516 км ріки) згідно фізико-хімічних параметрів

За класифікацією фізико-хімічних параметрів згідно директиви VKI у проміжку 1534-1516 км (водойма HURWAEP444) стан Дунаю «добрий».

Результати аналізів фітопланктону у верхній і нижній частинах ділянки у більшості своїй показують подібні стани.

- (1) Найбільшу частку складових біомаси фітопланктону на близькому відрізку нижньої ділянки у будь який період мають інфузорії, які належать до виду *Centrales*.
- (2) Значення біомас мають тенденцію залежності від пори року.
- (3) Періоди з найбільшою біомасою – це березень і серпень, а найнижчі показники біомаси у вересні і листопаді.

Екологічний стан близької ділянки нижньої води за оцінкою фітопланктону хороший у березні і в червні, а у вересні і листопаді – відмінний. У серпні екологічний стан помірний. Флуктуації за порами року у близькій ділянці нижньої води у повному синхронізмі із флуктуаціями у верхній частині ділянки. Посезонне (і за весь період) значення станів ідентичне із результатами аналізів у верхній області ділянки. Оцінка екологічного стану близької нижньої частини за фітопланктоном – добре.

Класифікація стану нижньої ділянки за фіобентоном у літній сезон – середній - , а восени – екологічно слабкий стан. При аналізі взятих проб з правої і з лівої сторони від викиду теплої води у кожному окремому випадку ми спостерігали різницю у класі. Значення аналізів проб, взятих із правого берега і які зазнали впливу викидів, тенденційно мали нижчі значення. В той же час подібна картина вимальовується і на верхній ділянці за результатами аналізів проб із сегмента пакшської паромної переправи. Низька класифікація («стан помірний») співзвучна із результатами аналізів, проведених раніше в цей же період. Середнє значення класифікації співпадає із подібним із верхньої частини. З урахуванням даних обох сезонів отримуємо середнє значення, яке відповідає стану «помірний».

Протягом проведення літніх і осінніх аналізів на близькій нижній ділянці у шести пробах ми виявили 51 вид макрофітонів. У контрольному сегменті серед виявлених видів підзахисних не трапилось. Подібно із високою ділянкою спостерігалась масова поява американських ясеневих і ланцетоподібної осінньої троянди що вказує на спотворення простору. Характерного рослинного виду на контрольній ділянці не виявлено. Результат класифікації нижньої близької ділянки співпадає із подібним з верхньої ділянки. Визначений на основі макрофітонів екологічний стан нижньої близької частини контрольної ділянки «помірний».

У 6 місцях взяття проб макробезхребетних виявлено 44 таксонів різних рангів. Подібно до верхньої ділянки значна частина із виявлених таксонів належить до агресивного виду. Серед них у пробі знизу витоку охолоджуючої води праворуч у значній кількості виявлено *Dikerogammarus villosus*. Під витоком на пісчаній галереї велика кількість порожніх черепашок (напр., від *Corbicula fluminea*, *Dreissena polymorpha*, *Sinanodonta woodiana*) - можливо під дією потоків. За зміями в областях з повільною течією із обертанням води відкладаються у значних кількостях панцирі черепашок. У пробах трапляються і бабки *Gomphus flavipes* і равлики *Fagotia acicularis*, які охороняються. В той же час так само, як і у верхній частині, на ділянці не виявлено означеної NATURA 2000 тупої річкової черепашки. Декілька видів (напр., *Lithoglyphus naticoides*, *Corophium curvispinum*) обминали район витоку теплої води. Мультиметричний показник НММІ, подібно до використовуваних у ЄС, в основі своїй чутливий до загальної деградації, тому відображення індивідуального впливу температурного забруднення з використанням лише індексу якості є сумнівним. З цієї причини ми провели екологічну класифікацію частин ділянки із використанням більш чутливої шкали. Значення класифікації відповідає результатам, розрахованим для верхньої частини ділянки. На основі популяцій водяних макроскопних безхребетних екологічний стан близької нижньої частини ділянки, яка знаходиться під впливом гарячої води – «помірний».

У близькій нижній частині ділянки із 33 видів ми визначили 3679 осіб. Видова структура популяцій риб є схожою до подібних, проведених раніше аналізів (Халаші-Ковач 2005, ТОВ «SCIAP Kft» 2010, а також до результатів по верхній ділянці. Серед видів, які взяті у сегменті п'ять охороняється: блідоп'ятнистий пісун (*Romanogobio vladykovi*), райдужний горчак (*Rhodeus amarus*), балканська плітка (*Sabanejewia balcanica*) широкий деркун (*Gymnocephalus baloni* і шовковистий окунь (*Gymnocephalus schraetser*), а два – під суворим захистом: дунайська мінога (*Eudontomyzon mariae*), угорський streber (*Zingel zingel*). Серед визначених NATURA 2000 видів виявлено п'ять: (*Eudontomyzon mariae*, *Aspius aspius*, *Gymnocephalus baloni*, *Gymnocephalus schraetser*, *Zingel zingel*).

На основі аналізу структури видів у взятих пробах видно, що під впливом теплої води дунайська мінога (*Eudontomyzon mariae*), верес (*Lota lota*), бичок-гонщик (*Babka gymntrachelus*) трохи обходять місце викиду, в той час як для густера (*Aspius aspius*), холодника (*Alburnus alburnus*), круглого ляща (*Blicca bjoerkna*), підуста

(*Chondrostoma nasus*), марни (*Babrus barbatus*), срібного карася (*Carassius gibelio*), окуня (*Perca fluviatilis*), бичка-кругляка (*Neogobius melanostomus*) тепла вода є привабливою. Цей результат співзвучний із результатами досліджень 2010 року. Під час взяття проб кількість видів виловлених мальків складала 27 шт., що відповідає 82% від загальної кількості видів. Так само, як і у випадку із верхньою частиною ділянки водойми, ця пропорція є досить високою. На основі літніх результатів при взятті проб вздовж одиначної (100 м) ділянки в правобережній зоні для взяття проб, тобто у місті, яке знаходиться коло витоку теплої води у 2012 році було отримане найвище значення для цієї пропорції. В той же час проби, взяті коло лівого берега, де вплив теплового потоку не відчувається, показали результати, схожі із отриманими на верхній ділянці. Згідно популяцій риб екологічний стан близької нижньої ділянки Дунаю має оцінку «добре».

КЛАСИФІКАЦІЯ СЕГМЕНТА ДАЛЕКОЇ НИЖНЬОЇ ДІЛЯНКИ ДУНАЮ (1506,8-1481,5км)

Сегмент Домборі	1506.8 км	Стан добрий
Шіо південь (Геменц)	1496 км	Стан добрий
Сегмент Байя	1481.5 км	Стан добрий

Таблиця 49: Класифікація за VKI сегмента далекої нижньої ділянки Дунаю (1506,8-1481,5 км ріку) згідно фізико-хімічних параметрів

За класифікацією фізико-хімічних параметрів згідно директиви VKI у проміжку 1506,8-1481,5 км (водойма HURWAEP444) стан Дунаю «добрий».

Результати щодо вмісту фітопланктону мають велику схожість між собою на усіх відрізках контрольної ділянки Дунаю. Результати стосовно фітопланктону мають схожу тенденцію і стан подібні до вищезгаданих відрізків контрольної ділянки. Найбільшу частку складових біомаси фітопланктону мають інфузорії, періоди найвищих показників біомаси березень і серпень, а найнижчі показники спостерігаються у вересні і листопаді. На основі середніх значень в місцях взяття проб екологічний стан нижньої середньо- дистанційної області згідно з оцінкою по фітопланктону у березні і червні – «добрий», а у вересні і листопаді – «відмінний». Найнижчий показник біомаси ми отримали у серпні місяці. У цей період екологічний стан «помірний». Посезонне (і за весь період) значення станів ідентичне із результатами аналізів у верхній і близькій нижній областях ділянки. Класифікація екологічного стану середньо-дистанційної і далекої нижньої частини за фітопланктоном – «добре».

Узагальнивши, можна сказати, що відносно до верхньої області водойми викид теплої води від АЕС Пакш стосовно фітопланктону у нижній області змін у класі не спричиняє.

Обидві частини далекої нижньої ділянки мають приблизно однакові дані із верхньою і близькою нижньою частинами контрольної ділянки щодо результатів аналізів наявності інфузорій, необхідних для визначення екологічного стану. Тенденції значень оцінок теж співпадають з практикою верхніх ділянок. Для обох частин характерним є стан «помірний». Узагальнивши, можна сказати, що відносно до верхньої області водойми викид теплої води від АЕС Пакш стосовно фітопланктону у нижній області змін у класі не спричиняє.

У середньо дистанційній частині водойми ми визначили 31 вид рослинності а у далекій нижній частині – 19 видів. Із тих видів, які були виявлені у сегментах для взяття аналізів, жоден не був під охороною. У той же час спостерігається маса чужоземців, в саме - американський ясеневий, ланцетоподібна осіння троянда. На далекій нижній ділянці характерний для території вид, повзуча селера, не виявлений. Згідно макрофітонів екологічний стан середньо- дистанційної і далекої ділянки Дунаю - «помірний», Класифікація співпадає як із подібною для верхньої, так і для близької нижньої ділянок. Можна встановити, що відносно до верхньої області водойми викид теплої води від АЕС Пакш у нижній області змін у класі не спричиняє.

Протягом взяття літніх і осінніх аналізів на середньо-дистанційній ділянці виявлено всього 42, а на далекій ділянці - 37 макробезхребетних таксонів різних рангів. Як і в попередніх контрольних ділянках, так і тут теж виявлені агресивні таксони, серед яких равликівий вид *Lithoglyphus naticoides*, який трапляється у величезних кількостях. Варто згадати і про шерстистого черв'яка-інфузорію *Hypania invalida* походження ponto-kaspi, і про вид черепашок *Dreissena bugensis*, про яку у нашій країні ще мало відомо. На ділянці виявлено бабку *Gomphus flavipes*, а також равлика *Fagotia acicularis*, які під охороною. Згідно NATURA 2000 характерні для території вид макрзообентон та тупа річкова черепашка (*Unio crassus*) виявлені не були. На основі популяції макробезхребетних стан середньо-

дистанційної нижньої частини ділянки – «помірний». Стан далекої нижньої частини ділянки теж оцінюється як «помірний». Значення класифікації далекої ділянки співпадає із визначеними для верхньої і близької нижньої ланок. Узагальнюючи, можна встановити, що відносно до верхньої області водойми викид теплої води від АЕС Пакш у нижній течії змін у класі не спричиняє.

Під час дослідження популяції риб у середньо-дистанційній ланці ділянки із 34 видів ми ідентифікували 3 367 одиниць, а в далекій нижній ланці із 33 видів ідентифіковано 4151 одиницю. Серед видів на ділянці взяття проб серед виявлених п'ять охороняється - плітка (*Rutilus virgo*), білоплямистий піскун (*Romanogobio vladykovi*), горчак (*Rhodeus amarus*) широкий окунь (*Gymnocephalus baloni*), шовковистий окунь (*Gymnocephalus schraetser*) – а також два суворо охороняється – дунайська мінога (*Eudontomyzon mariae*), угорський streber (*Zingel zingel*). Згідно позначення HUDD 20023 SCI із характерних для даної території видів риб лише на цій ділянці трапилась плітка (*Rutilus virgo*), в той час, як інші характерні види тотожні із представленнями на попередніх ділянках. В середньо-дистанційній частині ділянки були виявлені мальки 27 видів. Це 79% від виявлених видів. З однієї сторони ці пропорції подібні до попередніх частин водойми, а з іншої ми вважаємо їх за високий показник. На базі аналізів можна встановити, що в частині популяції риб між далекою низькою і високою ланками суттєвих розбіжностей немає і вони мають однакову видову організацію. Отже викид теплої води від АЕС Пакш видових змін у популяції риб не вносить. Жоден вид не зникає від впливу викидів, але і нові не з'являються. Два роки підряд у період проведення аналізів виявлене збільшення кількості риби. Це було характерним для всіх сегментів, де відбирались проби.

Результат від взятих проб у обох періодах надав достатньо інформації для здійснення класифікації води відповідно до директиви VKI. Екологічний стан далекої ділянки однаковий із класифікаціями по верхній і близькій нижній ділянці і має значення «добре». Узагальнюючи, можна встановити, що відносно до верхньої області водойми викид теплої води від АЕС Пакш у нижній течії змін у класі не спричиняє.

Подібно до недавніх результатів аналізів ще на базі результатів проведених у 2009-2010 роках аналізів можна було показати той факт, що п'ятиступенева велика система оцінювання VKI неспроможна показати невеликі структурні зміни. Тому ми проводили екологічну оцінку ділянок за більш чутливою шкалою.

ДІЛЯНКА ДУНАЮ ВОДОЙМИ HURWAEP444 - УЗАГАЛЬНЕНО ОЦІНЮВАННЯ ЗА ДИРЕКТИВОЮ VKI ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ

Оцінювання контрольної ділянки Дунаю ми провели з урахуванням основних принципів директив ECOSTAT guidance document no. 13. (ECOSTAT 2005: Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive 2000/60/EC) і вітчизняних директив, визначених в процесі планування господарської діяльності водозбору Угорщини. При класифікації по Дунаю на рівні якості елементів і груп елементів ми керувались принципом «одне погано – все погано». Це означає, що якісний показник визначається елементом із найнижчою якістю. Класифікація за макролітами носить лише інформативний характер.

Ділянки Дунаю	ФІЗИЧНО-ХІМІЧНІ ХАР.-КИ	ФІТОПЛАНКТОН	ФІТОБЕНТОН	МАКРОФІТИ	МАКРО-ЗООБЕНТОН	РИБА
ВЕРХНЯ ТЕЧІЯ	Добрі	Добрий	Помірний	Помірний	Помірний	Добрий
БЛИЗЬКА НИЖНЯ ТЕЧІЯ	Добрі	Добрий	Помірний	Помірний	Помірний	Добрий
ДАЛЕКА НИЖНЯ ТЕЧІЯ	Добрі	Добрий	Помірний	Помірний	Помірний	Добрий
		Добрий	Помірний	Помірний	Помірний	Добрий

Таблиця 50: Класифікація за VKI контрольної ділянки Дунаю (HURWAEP444)

На основі оцінювання екологічний стан водойми ділянки Дунаю Соб-Байя із позначкою HURWAEP444, на основі здійсненої за VKI у 2012-2013 роках комплексної класифікації якості води, є «ПОМІРНИМ».

Результат цього дослідження є у відповідності із класифікаційними значеннями наявних архівних даних. Можна заявити, що викид теплої води від АЕС Пакш у Дунай змін у класі не спричиняє для жодної контрольної групи.

Аналіз даних із використанням більш чутливого структурування вказує на той факт, що викиди мають вплив на структуру спільнот живих істот, тобто класифікація за VKI сама по собі не придатна для точної оцінки впливу електростанції. Тому ми вважаємо за важливе, щоб при подальших дослідженнях планування взяття проб і

класифікація відбувалось за VKI, але сам процес повинен надавати можливість для виконання більш прецизійного екологічного аналізу, що надасть можливість більш точного оцінювання екологічного впливу.

ВПЛИВ НАГРІТОЇ ОХОЛОДЖУВАЛЬНОЇ ВОДИ АЕС ПАКШ НА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ВОДИ У ДОСЛІЖУВАНІЙ ДІЛЯНЦІ ДУНАЮ З ТЕОРЕТИЧНОЇ ТОЧКИ ЗОРУ

На основі результатів досліджень, проведених у 1979-2004 роках на сегментах базової мережі можна встановити, що зміни у якості води для більшості компонентів більш суттєво проявляються у часі, аніж залежно від місяця.

Приймаючи до уваги розташування місць для взяття проб для аналізів вище і нижче по Дунаю від АЕС Пакш, на самих місцях взяття проб і у аналізах із плином часу стан із змінами у якості води сприятливий. У місцях взяття проб нижче по течії від АЕС Пакш (Файс, Байя, Мохач, Герцегсанта) відхилень у порівнянні із верхньою ділянкою (Дунафьодвар) зазвичай не було. Це означає, що АЕС Пакш за результатами аналізів компонентів до сьогодні не відіграла суттєвої ролі у формуванні якісних показників води.

13.2 Вплив будівництва станції Пакш II на флору і фауну Дунаю

У зв'язку із створенням станції Пакш II - будівництво, експлуатація, виведення з експлуатації - у зв'язку із оцінкою впливу на екологічний стан Дунаю ми визначили і оцінили потенційні фактори впливу, очікуваний вплив, характер впливу, постраждалих від впливу. Крім того, ми склали рекомендації щодо вжиття заходів в інтересах збереження екологічного стану поверхневих вод.

На підставі оцінок основного стану встановлено, що навіть потенційний вплив будівництва Пакш II не може поширюватися на водні об'єкти прилеглих водоймищ, і відповідно з цим, у ході оцінки впливу зробили висновки виключно щодо потенційної дії викидів на басейн Дунаю (HURWAEP444).

В частині впливу та територій, підданих впливу, з точки зору відповідних норм законодавства (Постанова уряду № 314/2005 (XII. 25.) розрізняють прямі, опосередковані та транскордонні впливи. В процесі оцінювання впливу характер його визначався з орієнтацією на живі організми (аналізуючи з точки зору водних організмів), їх тривалість, силу і значимість. За аспектом директиви VKI потенційно постраждалою від впливу вважається жива природа. В процесі оцінювання постраждалими від впливу були визначені біологічні елементи, які при оцінюванні стану з точки зору VKI є релевантними. Фізичні і хімічні властивості води або самі води Дунаю не вважаються носіями впливу, але вони забезпечують важливу інформацію для оцінки екологічного стану.

Потенційні фактори впливу при спорудженні станції Пакш II зведені у наступній таблиці.

Потенційні фактори впливу	Будівництво	Експлуатація	Виведення з експлуатації	Аварійний стан
Відведення ґрунтових вод при заглибленні рівня ґрунтових вод	X		X	
Скидання очищених муніципальних стічних вод	X	X	X	
Спорудження рекуператорної енергетичної станції	X			
Пошкодження колишнього бака дизельного палива				X
Відмова роботи очисних споруд муніципальних стічних вод аварійного характеру				X
Водозабір з Дунаю		X		
Виведення в Дунай нагрітої охолоджувальної води		X		
Виведення в Дунай технологічних стічних вод		X		
Виведення в Дунай очищеної дощової води		X		
Пошкодження ємностей для зберігання і роздачі хімікатів, для зберігання дизельного палива				X
Витік відпрацьованої олії та інших рідких відходів				X
Витік неочищених промислових стічних вод				X

Таблиця 51: Потенційні фактори впливу при спорудженні станції Пакш II

Спорудження

Відведення ґрунтових вод при заглибленні рівня ґрунтових вод

Під час будівництва блоків станції Пакш II більшість споруд робиться з використанням опор глибокого закладання, роботи виконуються нижче рівня ґрунтових вод. У цей період необхідне зневоднення котловану. Кількість відведених ґрунтових вод згідно з розрахунками ЗАТ «Isotoptech» становить 13.000 - 18.000 м³/добу (до 0,2 м³/сек.). Відведені ґрунтові води скидають до дренажної системи каналу холодної води, звідки через систему охолодження потрапляє до дренажної системи каналу теплої води і потім у Дунай. Вміст поживних речовин для рослин у відведених ґрунтових водах - особливо азотних сполук - ймовірно буде вищим, ніж у водах Дунаю, у зв'язку з чим фауна каналу холодної води зазнає негативного впливу. Але після п'ятисоткратного розбавлення і перемішування не очікується прямого або опосередкованого впливу з точки зору екології на флору і фауну Дунаю.

Скидання очищених муніципальних стічних вод

Під час будівництва Пакш II і особливо у період початку експлуатації першого блоку і будівництва другого з запланованим терміном у 5 років потрібна велика кількість питної води, а разом з'являються і стічні води. На підставі розрахунків, зроблених ТОВ «VITUKI Hungary», максимальний обсяг стічних вод в цей період становить 614 м³/добу. На території Пакшської АЕС середня кількість комунальних стічних вод в даний час становить 300 м³/добу. Отож стандарт кількості очищених комунальних стічних вод з міркувань безпеки округлюється у бік збільшення до 1000 м³/добу. Очисні споруди Пакшської АЕС загальноокислювальні, з натурально осадовою технологією, номінальна продуктивність 1870 м³/добу. Очищені стічні води через трубопровід попадають безпосередньо до каналу стоків нагрітої води, а звідти в Дунай. На основі виготовленої ТОВ «VITUKI Hungary» дисперсної моделі Дунаю із вкрай низьким скидом 579 м³/с, який має 20 000-річний цикл, зробили висновок, що значення параметрів забруднювачів у точці на 10 метрів нижче від зливу у Дунай, залишаються нижчими за межі використовуваних для аналітичних методів показників, які містять Угорські стандарти. У очищених стічних водах концентрація інших поживних речовин очікувано трохи перевищить Дунайську, тобто відрізняється від типової для природної концентрації Дунаю. У каналі теплої води відбувається приблизно дев'яти тисячократне розбавлення, при змішуванні природний процес очищення зменшить цей ефект ще більше. Через це, неможливо буде виявити прямий чи побічний вплив у викидів очищених стічних вод на екологічну структуру води Дунаю. Зважаючи на обсяг скинутої води, гідрологічного впливу теж буде неможливо виявити.

Спорудження рекуператорної енергетичної станції

Будівництво рекуператорної енергетичної станції пов'язано із будівництвом Пакш II, тому ми включили її до ряду потенційних факторів впливу, але ця інвестиція сама є оцінкою впливу на навколишнє середовище, оскільки ця діяльність потребує дозволів, тому у даному документі відступимо від подальшого оцінювання.

Пошкодження колишнього бака дизельного палива

ЗАТ «Isotoptech Zrt.» досліджувало можливе поширення викиду забруднюючих речовин і його наслідків на території. Висновок цього встановлює, що від площадки до Дунаю забруднюючі компоненти проникнуть десь за 10-20 років. У разі можливих ушкоджень баку палива, що потрапило на поверхню землі локально має бути знешкодженом, щоб розлиті забруднюючі речовини не досягли Дунаю. Отже подібний аварійний випадок відсутніх прямих або побічних впливів на поверхневі води не має

Аварійна зупинка роботи очисних споруд муніципальних стічних вод.

Потенційна аварійна ситуація періоду будівництва та експлуатації - витік неочищених комунальних стічних вод в Дунай внаслідок відмови роботи очисних споруд комунальних стічних вод. Найбільша кількість цих вод очікується у період 5 років будівництва. Моделювання аварійної ситуації зроблене для обсягу стічних вод 1000 м³/день при 579 м³/с, вкрай низькому потоці Дунаю із найвищим за останні два роки показником концентрації відведених сирих стічних вод. У цьому випадку, після змішування в 1500-метровій нижній секції Дунаю всі параметри досягають граничних параметрів для виявлення відповідно до Угорського стандарту.

Зупинка в роботі очисної споруди стічних вод є реальною загрозою Дунаю з точки зору флори і фауни. Викид ~ 1000 м³/день неочищених комунальних стічних вод в канал теплої води а потім в Дунай у порівнянні із нормальною роботою стає причиною більш високих концентрацій поживних і зважених речовин, і спричиняє підвищення каламутності. При дев'ятитисячкратному розбавленні у канал теплої води, і (у випадку критично високої LKV Дунаю) додатковому десятикратному розбавленні, скидання неочищених стічних вод може мати на фауну Дунаю невеликий, сублетальний вплив. Кількість біомаси фітопланктону у шлейфі брудної води збільшиться. Теоретично у шлейфі повинна зрости і кількість риби. В результаті забруднень навколо викиду посеред фітобентону тимчасово можуть з'являтися відносно менш чутливі до органічних навантажень види. Внаслідок розбавлення стоку неочищених стічних вод летальний поріг не буде перевищеним і для гетеротрофних (макрзообентон) організмів. Види гетеротрофних організмів реагуватимуть на зміни навантаження органічної речовини частково униканням, частково модифікуванням, тобто залежно від їх толерантності до рівня кисню. Неочищені стічні води у місті скидання чутливі види риб обминають, в той час як кількість витривалих видів може зрости. Внаслідок значної відмінності між стічними водами і охолоджуючою водою навіть у цьому випадку проявляться лише локальні ефекти. Відповідно до цього: вплив короткостроковий, середньої сили та незначний. І все ж пропонується забезпечити таку буферну ємність у очиснику стічних вод підприємства, яка дозволяла б уникнути прямого викиду. Район прямого впливу на Дунаї не перевищує 500 м. Зростання області опосередкованого впливу не передбачається.

Експлуатація

Водозабір з Дунаю

Водозабір з Дунаю з метою забезпечення охолоджуючої водою відбувається через канал холодної води. Кількість споживання води така ж як і кількість нагрітої води, що повертається через канал теплої води. У теперішньому робочому стані Пакшської АЕС це значення на один блок складає 25 м³/с, а загалом - 100 м³/с. Для новозбудованих блоків: один блок - 66 м³/сек, загалом 132 м³/сек. Найбільша кількість водозабору очікується протягом спільної роботи двох об'єктів у 2030 – 2032 роках. Тоді кількість водозабору становитиме 232 м³/сек. Зміни у течії Дунаю спостерігаються лише на ділянці між каналом холодною води і каналом теплої води. Водозабір у цій ділянці течії істотних впливів не спричиняє навіть у періоди низького стоку води. Виходячи із результатів розрахунків ТОВ «VITUKI Hungary Kft», проведених на базі значень морфологічних змін русла, стосовно фауни прямого чи опосередкованого впливу ми не очікуємо.

Виведення в Дунай підігрітої охолоджуючої води

Системи охолодження запланованих до спорудження нових блоків АЕС можуть бути розділені на три основні частини: (1) конденсатора охолоджуючої води, (2) технологічна охолоджуюча вода, (3) охолоджуюча вода для системи безпеки. З урахуванням теплового навантаження на два блоки конденсатор охолоджуючої води має продуктивність 132 м³/с.

Максимальний об'єм потоку підігрітої води очікується у 2030-2032 роках.

Охолоджуюча вода і інші стічні води через канал теплої води довжиною приблизно 1500 метрів потрапляє в основний потік Дунаю. Цей сток спричиняє зміни у течії Дунаю. В результаті, навколо місця скидання за підсумками дослідження оцінки впливу визначені зміни у видових структурах фітобентону (умовно), гетеротрофних організмів (макрзообентон) і зміни видової структури рибної спільноти і, частково – збільшення значень їхньої абуданції. Цей вплив є довгостроковим, із дією середнього ступеню, але не має великого значення. Район прямих і опосередкованих впливів <250 м. Під час експлуатації з метою захисту рибної спільноти у радіусі 250 м від точки скидання вилов риби потрібно заборонити.

З часу введення в експлуатацію і АЕС Пакш питання теплового стресу заподіяного рециркуляцією охолоджуючої води в Дунай з порядку денного не знімаються. Висновки можуть бути узагальнені таким чином:

- (1) теплове навантаження Дунаю з увагою на річну максимальну температуру води, як правило, 21-24 ° C, а у виняткових випадках доходить навіть до рівня понад 25° C. Температури води у часі має типові піки в період з початку липня до кінця серпня.
- (2) Річний сток води у Дунаї змінюється, але однозначно, що максимуми теплового навантаження настає при низьких рівнях води, така ситуація найчастіше буває в осінній та зимовий періоди.

- (3) особливістю Дунаю, яка знижує ризик теплового стресу є те, що високі температури води бувають майже виключно в липні і серпні, а мале до 1000 м³/значення стоку при низькому рівні води в основному наступає, починаючи з вересня.

Це статистично підтвержене ймовірне становище збуло змінене внаслідок дуже сухого і жаркого літа у період з 1992-2003 рр., коли в липні-серпні температура води сягала 20–26 °С.

В цілому попередні дослідження встановили, що до 2015-го не очікується таких змін у якості води, на які безпосередньо впливає Пакшська АЕС, які були б спричинені стоком використовуваної нею води в Дунай і означали б зміни показників якості води в Дунаї.

Дослідження і прогнозування зв'язку температури води в Дунаї і її хімічних параметрів відносно штатних дат у районах Дунафьолдвар, Фадд і Герцегсанто.

Прогнози очікуваних змін хімічних параметрів води Дунаю, що стосуються значень критичних температур води, відносно штатних дат визначали за допомогою статистичних методів. У рамках замірів на базовій мережі з місячними інтервалами, дослідження на різні компоненти проводились дванадцять разів на рік. Щомісячні аналізи були здатні відстежувати навіть щорічні сезонні зміни. У межах дослідження великої кількості елементів за допомогою дисперсного аналізу лінійної тенденції встановлювалось, чи знаходиться даний елемент в лінійній тенденції з температурними змінами, чи він є від них незалежним. Якщо такий зв'язок існує, то в цьому випадку можна користуватись методом статистичних розрахунків для визначення очікуваних значень температур. Якщо немає кореляційного зв'язку між даним компонентом і температурою води Дунаю, то можна припустити, що наявність і розподіл компонентів, виявлених протягом останніх семи років буде тотожним очікуваному значенню і розподілу у наступному періоді.

Для цього ми визначили коефіцієнт кореляції та параметри компенсаційної лінійної тенденції. Коефіцієнт кореляції параметризував міцність зв'язків, а рівняння балансної лінії для різних температурних сценаріїв дало можливість визначити очікуване значення. У межах статистичного аналізу визначили розсіяння даного елемента під впливом сезонних змін температури, рівня води у Дунаї, потоку води, величини водостоку, а також мінімальні і максимальні значення за контрольний період. Беручи до уваги коефіцієнт кореляції, що представляє кореляційні зв'язки, значення розсіяння, а також на базі наявних мінімальних і максимальних значень визначили очікуване значення майбутнього виявлення даного компонента елемента і інтервал величин.

Сертифікація відповідно до директиви VKI здійснюється однаково на підставі очікуваного значення і розрахованого очікуваного інтервалу.

З метою порівняння на базі даних по якості води в сегменті коло села Фадд ми провели дослідження і розрахунки щодо дозволеного коло села Надьшаркантю максимального 30 °С теплового навантаження.

Узагальнення наслідків викиду нагрітої охолоджуючої води в Дунай

На підставі узагальнення результатів попередніх випробувань відносно якості води в Дунаї, водостоку і температури підвищення теплового навантаження можна здійснити так, щоб це не суперечило обмеженням, пов'язаним із захистом якості води і питанням охорони довкілля. З точки зору теплового навантаження під час роботи, відповідно до обмежень згідно правил і у разі несприятливих ситуацій фізико-хімічні показники якості води в Дунаї відносно до поточної ситуації не зазнають змін, пов'язаних із викидами Пакш II.

В базових пунктах мережі між 2006-2011, а також за результатами проведених на Дунаї в 2012-2013 рр. досліджень якості води, можна сказати, що після реалізації запланованого збільшення потужностей теплове навантаження згідно розрахунків дещо підвищиться.

У зв'язку з підвищенням потужності в майбутньому не очікується докорінної зміни в показниках якості води Дунаю (кислотність, солоність, поживні речовини і кисневий баланс, більш-менш залежних від підвищення температури).

Під впливом теплої охолоджуючої води, що потрапляє в річку з АЕС, прискорюються процеси розпаду органічних речовин у річці, які полягають у споживанні кисню, виведенні кисню, однак, річкові гідравлічні, розбавляючі умови, а також високий вміст розчиненого кисню можуть це компенсувати. Очікується, що ці впливи будуть незначними,

але за критеріями якості води не можуть бути проігноровані, тому ведення подальшого моніторингу рекомендоване.

У процесі оцінки основного стану умовно фітобентону, безсумнівно гетеротрофних організмів (макрозообентон) і щодо риби може бути доведений реальний вплив підігрітої води у правих сегментах на відстані близько 2 км. Це надає можливість відстеження з підвищенням температури $\Delta t = 2,5$ °C щодо цих таксонів. Проте, збільшення температури не викликають ніякого помітного впливу на структури планктонних водоростей спільноти. Результати аналізу навколишнього середовища показують, що показання впливу можна розглядати як довгостроковий ефект. Згідно аналізів доказано, що вплив підігрітої води і за оптимальних умов відбору проб також зміщується по межі виявлення, і екологічні фактори природного розмаїття Дунаю переважають вплив викидів Пакшської атомної електростанції. Сам вплив більш значущий через його довговічність, аніж через його розміри.

Фізичні та хімічні результати основних випробувань у сегментах Дунаю показують, що під впливом підвищення фізичної потужності не очікується в майбутньому змін характерних кислотності, вмісту солей і, насиченості киснем та показників стану поживних речовин, тобто, фундаментальної зміни показників найбільш залежних від підвищення температури.

Викид підігрітої охолоджуючої води має найбільш значущий вплив на навколишній екологічний стан річки Дунай. Цей вплив у період 2030-2032 буде найвагомим. Крім виявлених при оцінюванні основного стану трьох таксонів (фітобентонів, гетеротрофних організмів, риб), певно не варто очікувати у цей період групи організмів-прямих носіїв впливу. Дія теплового стресу довгострокова, і має вагоме значення. Але на підставі результатів екологічної оцінки можна зробити висновок, що ефект теплового стресу (при експлуатації навіть шести блоків) щодо будь-якої групи організмів не спричинить будь якого кваліфікованого за VKI значущого погіршення стану контрольної водойми Дунаю. Вплив від роботи рекуператорної енергетичної станції з точки зору вихідної температури має бути сприятливим. У літні періоди низької води може з'явитись необхідність у завантаженні блока. Згідно виробленої моделі спільного періоду експлуатації, зона прямого впливу викидів буде знаходитися нижче, приблизно в 11 км за течією Дунаю, на відстані 1515,8 км (погонних кілометрів від гирла). На підставі розрахунку моделі тепловий шлейф згідно з ізотермою $\Delta t = 2,5$ °C може досягнути центральної лінії Дунаю, але значно не перейде її.

Опосередкований вплив теплового навантаження відчувається в настанні структурних змін у середовищі споживаючих організмів завдяки розширенню спільноти організмів, частково внаслідок зміни обміну поживних речовин, а частково через конкуренцію внаслідок відносного або абсолютного зростання надлишку інвазивних видів. В результаті попередніх досліджень (Halasi-Kovács 2005, SCIAF 2010) і визначення базового стану, може вважатися встановленим факт, що акваторії, які знаходяться під впливом викидів теплої води, можуть функціонувати як осередки розмноження інвазивних видів, сприяючи їх подальшому розповсюдженню. Стосовно біологічних видів в період спільної експлуатації, визначена територія опосередкованого впливу теплового навантаження з точки зору обміну поживних речовин не відрізнятиметься від території безпосереднього впливу. Зважаючи на розмноження інвазивних видів на організаційному (супраіндивідуальному) рівні не можна трактувати як розширення території впливу, тому тут ми вплив реєструємо, але територію впливу на визначаємо. Таким чином загальна територія впливу дорівнює території безпосереднього впливу.

У період автономної роботи Пакш II (2037-2085) теплове навантаження буде меншим, ніж при початковому базовому стані спільної роботи. Крім того, вплив наявного на цей час теплового стресу теж довгостроковий, середньої сили і є вагомим. На підставі результатів досліджень базового стану можна заявити, що ефект теплового стресу щодо будь-якої групи організмів не буде нанесено будь якого, кваліфікованого директивою VKI, суттєвого погіршення стану водойми Дунаю. Розрахунок, на основі моделі, зробленої ТОВ «VITUKI Hungary Kft», показує, що прямою зоною впливу протягом цього періоду на відстані 1000 м від випуску вниз за течією Дунаю ширина її досягає центральної лінії ріки. Опосередковані впливи, тобто ті, що стосуються екваторії Дунаю, докладно описані у пункті вище.

Виведення в Дунай технологічних стічних вод

При використанні технологічної води утворюються різні радіоактивні і класичні промислові стічні води, кількості яких у період експлуатації становлять 50 м³/год. Із цієї кількості 10 м³/год - радіоактивні та 40 м³/год класичні стічні води. У період експлуатації домішки видаляють за допомогою спеціальних очисних процедур. Таким чином у стічних водах досягається концентрація забруднюючих речовин нижча за граничні значення. Через канал підігрітої води стічні води виводяться до Дунаю. Частина забруднюючих речовин навіть після очищення може бути присутньою у стічних водах у визначеній концентрації. А у каналі підігрітої води одна частина забруднюючих

речовин зазнає додаткового біологічного розпаду, тобто - істотно розведена охолоджуючою водою (1: 0,0001) потрапляє в Дунай.. У процесі оцінки основного стану не було виявлено впливу АЕС Пакш на екологічний стан. Тому під час нормальної роботи, стічні води на водні організми Дунаю очевидного впливу не матимуть. В процесі нормальної експлуатації ми повинні постійно прагнути до підвищення ефективності очищення, тому моніторинг викидів важливо проводити безперервно.

В період спільної експлуатації кількість скинутих технологічних стічних вод становить сса. 90 м³/рік, а показник концентрації в результаті очищення не змінився. На підставі цього висновок щодо періоду експлуатації Пакш II. стосується і терміну спільної роботи обох площадок.

Виведення очищених стічних вод у Дунай

На робочій території дощові води через маслоуловлювачі збираються у півн. (E) і півд. (D) каналах для осадів і вже звідти перекачуються у «E» канал холодної води, і у «D» канал теплої води. За даними дослідження основного стану на виводі теплої води до Дунаю помітного впливу нафтопродуктів не помічено..

Пошкодження ємностей для зберігання і роздачі хімікатів, баків для зберігання дизельного палива, запобігання забруднень відпрацьованим маслом і іншими рідкими відходами

Баки для зберігання та роздачі хімікатів, контейнери для відпрацьованого масла та інших рідких відходів за проектом знаходяться у закритому приміщенні. На відкритій площадці встановлюються танки для зберігання палива для дизель-генератора. Експертиза можливого поширення забруднюючих речовин встановила, що від площадки до Дунаю забруднюючі компоненти проникнуть десь за 10-20 років.. У разі можливого пошкодження баків хімічних відходів, пунктів роздачі, танків зберігання палива дизель-генератора, контейнерів відходів нафтопродуктів та інших рідких відходів і витоку нафти на поверхню землі локально має бути знешкодженним, щоб розлиті забруднюючі речовини не досягли Дунаю. Такий аварійний випадок на поверхневі води не має відчутних прямих або побічних впливів.

Виведення неочищених технологічних стічних вод

Відмова роботи очисника стічної води не є причиною викиду неочищених стічних вод безпосередньо в Дунай чи будь які інші поверхневі води, тому що вони спершу через басейни водосховищ поступають у канал стоку теплої води, а далі і в Дунай. Остаточне очищення проводиться в області водосховищ, порушення яких може стати реальною причиною забруднення поверхневих і ґрунтових вод. Вздовж каналу можна зробити наступні спостереження: забруднені стоки виводяться в Дунай через канал підігрітої води, де зазнає значного розбавлення (1: 0,0003) і вже не спричинить руйнування організмів, навіть у разі неочищених викидів; вплив сублетального ефекту проявляється на рухливих організмах, які тимчасово уникають знаходитись близько від витоку. Але через емісію токсичних речовин, через їх повільний розпад вплив може на водні організми бути і довгостроковим. Ця дія, за оцінками експертів, враховуючи рівень розбавлення в Дунаї, не може перевищувати 50 км.,.

13.3 Оцінка будівництва станції Пакш II за планом управління водним господарством

На підставі плану управління водним господарством басейну Дунаю (VKKI 2010) екологічний стан частини русла Дунаю на території Угорщини посередній, він не досягає рівня доброго стану. Це частково вказує на проблеми із якістю і на більш вагомі морфологічні причини, тому що з огляду на хімічний стан Дунай має добру кваліфікацію. На підставі фітопланктону і фітобентону частини Дунаю біля Дуна Соб-Байа а і південніше - Байя мають класифікацію «добре». На підставі класифікації імакрозообентосу і живих груп організмів риб жоден з водних просторів Дунаю не досягнув стану «добре». Тут насамперед визначальними є захист від повеней, безпека берегів, ознаки морфологічних впливів через стан річного дна, але на основі інших елементів індикатору органічного забруднення кожний сектор отримав хорошу оцінку. Відповідно до іспиту, затвердженому ICPDR, оцінка донних безхребетних, Дунай і більшість його приток показують середньо критичні рівні забруднення. На підставі фактів, викладених у VGT, визначено, що досягнення доброго екологічного стану на угорський ділянці Дунаю можливо тільки спільними діями країн, розташованих вздовж річки басейну. В результаті гідроморфологічних втручань і викидів забруднюючих речовин умови навколишнього середовища можуть бути поліпшені тільки в результаті застосування заходів із значними масштабами і витратами. У екологічних цільових завданнях відзначених у

HURWAEP444, доброго екологічного стану водних об'єктів на ділянці Дунаю Соб-Бая (Szob-Baja) планується досягнути до 2027-го року (VKKI 2010).

В рамках оцінки впливу на навколишнє середовище результати дослідження основного стану, проведені відповідно до директиви VKI, у 2012-му і 2013-му роках показали, що характерне значення тестових елементів (фізичних і хімічних показників води: добре, FP: добре; FB: помірно; MF: помірно; MZB: помірно; риба: добре) були у відповідності з викладеними у VGT значеннями, гірший стан жоден з елементів не показав. В цілому, досліджувана ділянка Дунаю згідно визначення VGT класифікувалась станом «помірний».

Чутливий аналіз показав, що експлуатація АЕС Пакш через теплове навантаження від скинутої теплої води викликає помітний вплив на макрзообентос та екологічну структуру риби, а ще цей вплив виявлявся і на фітобентоні. Вплив проявляється у співтоваристві структурних показників зміни температури $\Delta t=2,5^{\circ}\text{C}$. Зміна температури під час роботи Пакшської АЕС проявляється на 2-кілометровій ділянці правобережного сегменту Дунаю. В результаті проведених досліджень було показано, що рівень вказаного впливу не спричиняє значного погіршення екологічного стану даної ділянки Дунаю.

У період будівництва Пакш II теплове навантаження має на довкілля найбільший вплив. Найзначніше теплове навантаження можливе у 2030-2032 роках. У цей період працювати будуть чотири блоки АЕС Пакш і два блоки Пакш II. Уся зона де вплив теплового навантаження може бути визначеним, - від викиду і вниз по течії на відстані до 11 км. Ця точка знаходиться на віддалі 1515 км від гирла Дунаю. На підставі цього можна встановити, що виявлення забруднень внаслідок теплового навантаження поза кордонами Угорщини не очікується.

На основі пояснювань попередніх розділів прямими носіями впливу стануть групи живих організмів фітобентону, макрзообентону і риби. Носіями непрямого впливу, насамперед, з'являються такі організми - макрзообентон і риби. Проявом найсильнішого непрямого впливу важлива роль теплої води показана у поширенні інвазивних видів. Тепловий стрес, викликаний довгостроковим впливом, сильний і важливий в регіоні. Ґрунтуючись на результатах екологічних досліджень ми можемо зробити висновок, що ефект теплового стресу не викличе нижньо-бар'єрного погіршення щодо будь-якої групи організмів згідно аспектів директиви VKI на ділянці нижньої течії. Отже, для сукупних екологічних умов цей висновок справедливий.

За результатами моделювання роботи Пакш II в автономному режимі (2037-2085) значення теплових навантажень буде нижчим за показники діючої АЕС Пакш. Зона впливу по Дунаю протягнеться від викиду за течією на ~ 1 км. Це також означає, що з 2037-го року можна очікувати сприятливішого за теперішній стан навколишнього середовища за течією нижче викиду.

Висновок за дослідженнями: інвестиція Пакш II не обмежує цільових установок щодо довкілля Дунаю, досягнення доброго екологічного стану водойми Дунаю, і тому причини для зміни часової дати виконання цільових завдань нема.

14 ГЕОЛОГІЧНЕ СЕРЕДОВИЩЕ І ҐРУНТОВІ ВОДИ НА ТЕРИТОРІЇ ПЛОЩАДКИ І НАЙБЛИЖЧОМУ РАЙОНІ

Визначення і характеристика стану геологічного середовища і ґрунтових вод на території Атомної Електростанції «Пакш» поширюється на позначене розширення території і її довкілля (на відстань 3 км, найближча база питної води, Чампа).

Характеристика підземного водного середовища поширюється на ґрунтові води, які знаходяться у межах зони досліджень, на водні ресурси можливих прибережних фільтруючих колодязів і пластових вод. На території АЕС Пакш і її довкіллі горизонтальне поширення дослідної території визначається мережею спостереження за рівнем і якістю ґрунтових вод, яка складається більше ніж з 220 шт. свердловин, а також свердловин водогону Чампа. Дослідження – зважаючи на стан пластових вод – торкнулися геологічного перерізу, який поширюється вертикально вглиб на 210 м. від поверхні.

У зоні досліджень зустрічається два види підземних вод: пластова вода у піщаних пластах «паннон», яка знаходиться глибоко під водотривкими пластами, і міжпластові ґрунтові води плейстоцен-голоценової епохи -над нею.

На площадці знаходяться джерела підземних вод з різною товщиною водоносного шару і різним складом, під якими розміщується насипний матеріал з розливу Дунаю глина, пісок і осад періоду раннього голоцену. Віддаляючись від русла Дунаю, поверхня вкривається плавунами періоду пізнього голоцену. Просочуючись через вказані шари вода опадів вертикально проникає до рівня ґрунтових вод. Низькі заплави покриті мережею річкових вигинів (меандрів). В даний час від повеней територію захищають захисні дамби висотою 96-97 м над рівнем моря, але зміни рівня води у Дунаї – у першу чергу через осадковий матеріал колишніх русел - інтенсивно впливають на формування рівня підземних вод.

Над рівнем алювію верхнього в середнього плейстоцену на висоту 6-8 метрів піднімається тераса пізнього голоцену, що складається з середньозернистого і дрібнозернистого річного піску, розділеного алювіальними шарами дрібного гравію. Цю поверхню покривають плавуні пізнього голоцену. На рівень ґрунтових вод у терасах Дунай впливає мало, або дуже мало.

Долину Дунаю з північного заходу обмежує лесове плато до висоти 160-180 м над рівнем моря. Дощова вода, що випадає на поверхню лесового плато, інфільтрується, збирається над водотривкими пластами у більш пористих рівнях і відводиться до «базис ерозії» (Дунаю). Це живить ґрунтові води долини Дунаю. Водотривку основу шару, що збирає ґрунтові води, утворюють осадкові ряди по всій території, які складаються з шарів різної товщини з піску, глинистого мергелю, мулу, а саме водотривких і водозатримуючих шарів, які чергуються. Коефіцієнт вертикальної гідравлічної провідності верхнього шару товщиною 20-23 м складає 10^{-6} - 10^{-7} м/с. Товщина верхніх паннонійських утворень на території складає коло 500 м. Через параметри тиску води, що зберігається у водозатримуючих шарах, ґрунтові води за природних умов не можуть проникнути до пластових вод.

ґрунтові води на території утворюють цілісну систему, середній рівень ґрунтових вод тягнеться по верхніх дрібних уламкових формаціях нижче рівня землі на глибині 8-10 метрів. Поточний рівень ґрунтових вод здебільшого визначає поточний рівень води в Дунаї.

Під час високої води, при паводку, річка насичує водозатримуючі шари, ґрунтові води, що проникають зверху, зазнають зворотного підпору і рівень ґрунтових вод підвищується. Вплив зміни рівня води у Дунаї – перепад рівнів води перевищує 8,5 м – за даними свердловинного моніторингу підземних вод, найбільшим чином проявляється у смузі шириною 200-500 м, але цей вплив можна спостерігати і на відстані 1500 м від берегової лінії. Вплив є сповільненим, у повній мірі він проявляється тільки під час тривалих повеней, підвищення рівня води зменшується із зростанням відстані. Під час коротких повеней його вплив незначний. Підвищення рівня ґрунтових вод від повені на відстані 100-200 метрів спостерігається приблизно через 2 дні.

Коло каналу холодної води найбільший очікуваний рівень ґрунтових вод складає 94 метри над рівнем моря. На територіях станції, що знаходяться далі від Дунаю, сезонні коливання рівня води складають приблизно 2 м. Швидкість течії ґрунтових вод не є однорідною, вона змінюється залежно від розмірів частинок породи водоносного горизонту.

Щодо хімічного складу ґрунтових вод, вони містять гідрокарбонат кальцію. Вміст у воді усіх розчинених речовин в середньому складає 300-400 мг/л, рН злегка лужний, загальна твердість в середньому складає 15-25 мг/л, концентрація іонів хлориду, здебільшого 20-30 мг/л, вміст сульфат-іонів в середньому 100-150 мг/л. Характеризується більш високим вмістом заліза (0,5-1,0 мг/л) і марганцю (0,3-0,8 мг/л).

14.1 ПЕРЕВАЖНІ ТЕНДЕНЦІЇ ТЕЧІЇ ҐРУНТОВИХ ВОД НА ТЕРИТОРІЇ ПЛОЩАДКИ

ґрунтові води

Ми провели комплексні модельні випробування течії ґрунтових і пластових вод у недалекому довіллі АЕС Пакш, а також аналіз пов'язаного з нею поширення найбільш мобільного радіоактивного ізотопу тритію (^3H). Зважаючи на те, що станція знаходиться на березі Дунаю, основним чинником формування течії ґрунтових і пластових вод у її оточенні є сам Дунай і тісно пов'язаний з ним канал холодної води. Крім цих основних чинників великий вплив має озеро Кондор і лесове плато, що знаходиться на заході. Сукупний вплив цих чинників визначає умови течії підземних вод у заданий період у районі площадки.

Для району характерні нижченаведені середні значення швидкості:

- На північній стороні головного корпусу і поблизу каналу холодної води головним чином формуються значно більші швидкості ґрунтових вод, ніж на південній. Різниця може складати навіть 1-2 порядки.
- На південно-східній стороні зустрічаються два протилежних потоки. Через це на північ від свердловини 05 формується область, яка рухається повільно.
- Коло ряду свердловин Т (на схід від ряду свердловин О) формується потік з боку озера Кондор.

На підставі порівняння найбільших швидкостей можна констатувати, що найменша швидкість формується під час середнього рівня води у Дунаю $V_{\min} = 7,7 \cdot 10^{-6}$ м/с. Найбільші швидкості відносяться до періоду найменшого рівня води у Дунаї $V_{\max} = 1,6 \cdot 10^{-5}$ м/с. Вищезазначені швидкості характерні уздовж Дунаю і каналу холодної води, безпосередньо поблизу головного корпусу течія підземних вод повільніша. Коло каналу холодної води це переміщення складає 0,66 – 1,38 м за добу. Різниця між швидкостями, визначеними уздовж каналу холодної води і головним корпусом може складати навіть більше одного порядку. Відстань, яка пройдена за добу, розрахована в залежності від місця і часу, коливається між 0,028 і 0,53 м. У ненасиченій зоні ми спостерігали також і вертикальні коливальні переміщення. Їх швидкість на порядок менша ніж швидкість, що склалася у насиченій зоні.

Для оцінки взаємного впливу підземних і поверхневих вод для площадки і найближчого оточення ми створили гідрологічну модель, яка застосовує умови, які формуються у разі екстремального рівня води у Дунаї. Екстремальні значення ми вибирали з ряду даних пакшської водомірної рейки і гідростанції, яка знаходиться коло каналу холодної води, накопичених за тринадцять років (2000-2013). Найнижчий рівень води був 03.12.2011 р. коло пакшської водомірної рейки - рівень становив 84,81 м над рівнем моря, а коло каналу холодної води - 84,3 м над рівнем моря. Найвищий рівень води був 11.06.2013 р. Коло пакшської водомірної рейки рівень становив 94,29 м над рівнем моря, а коло каналу холодної води 94,01 м над рівнем моря.

У випадку екстремально низького рівня води у Дунаї процеси протікають відповідно для цього рівня води, а саме - від Рибних ставків іде східний потік у напрямку Дунаю, а в напрямку каналу холодної води спостерігається північно-західний потік. З території діючої станції спостерігається північно-східний потік, а з території станції, яка проектується - східний потік, в той час, коли з боку західного лесового плато ґрунтові води течуть у східному напрямку до каналу холодної води. Це означає, що при низькому рівні води у Дунаї Рибні ставки перетворюються на джерела а Дунай та канал холодної води стає поглиначем.

У випадку екстремально високого рівня води у Дунаю процеси так само протікають відповідно для цього рівня води, але зворотний процес набагато потужніший. На Дунаї коло південної частини площадки спостерігається підпір у напрямку Рибних ставків. У східній частині каналу холодної води спостерігається підпір у південно-східному напрямку, також до Рибних ставків. На південь від каналу холодної води коло обвідного каналу зустрічаються потоки, які прямують на захід і на схід (з боку західного лесового плато). На західній стороні каналу холодної води (територія розширення) спостерігається північно-західний потік, який під час зустрічі з південно-східним потоком з боку західного лесового плато вщухає. У цьому випадку Дунай і канал холодної води поводяться як джерела, а Рибні ставки і обвідний канал – як поглинач.

Райони в моделі швидкості ми зв'язали з такими місцями, для яких ми припустили, що це місце, наприклад, площа під блоками, ділянка технологічних систем, трубопроводу може служити джерелом витоку тритію. Під час підрахунку передбачуваної лінзи тритію ми припустили, що у вибраних місцях, через попадання тритію у ґрунт може скластися концентрація, яка вища від характерної для ненавантаженої території. Модель обчислює поширення кількості тритію, яку ми внесли як вихідну умову припущення відповідно до даних вимірів. Задану в якості початкової умови лінзу тритію ми одержали з моделювання „steady state” для вирішення рівнянь, що відповідають усталеному у часі стану, що передує розрахункам у перехідному стані. У випадку розрахунків, пов'язаних з тритієм, у першу чергу ми концентрували увагу на район поблизу головного корпусу. Час доступу між головним корпусом і найближчих свердловин з водомірною рейкою складає 1-6 місяців, в той час коли між головним корпусом і Дунаєм 12-20 років, в залежності від рівня води у Дунаї. Ці дані ми підтвердили, крім модельних розрахунків, розрахунками з допомогою високочутливих до тритію $^3\text{H}/^3\text{He}$ і розчиненого ізотопу гелію приладів.

Пластова вода

Навколо Пакшу пористі галереї верхньої паннонії зберігають пластову воду. Середня кількість пластових вод складає 1,0-1,5 л/с/км². Глибина свердловин до водоносних горизонтів верхньої паннонії коливається між 60 і 229 м. Статичні рівні води – під час їх створення – завжди були вищими за даний рельєф місцевості, таким чином, ми могли говорити про свердловини з позитивним тиском. Рівень тиску коливався між +0,1 і +0,67 м. Питома

водоносність коливалася між значеннями 5,2-87,7 л/хв./м, температура артезіанської води коливалася між 14 і 23 °С, в залежності від глибини пластів.

На підставі вищенаведеного мілководні пластові води осадових пластів формують декілька незалежних одне від одного гідравлічних систем. На підставі умов тиску комунікації можливі тільки з боку пластової води в напрямку ґрунтових вод.

Якість пластових вод залежить, у першу чергу, від складу водоносних пластів. Зазвичай зустрічається гідрокарбонатна кальцієво-магнієва вода, рН води лужний. Загальний вміст розчинених речовин зазвичай нижчий від 1000 мг/л. Вода з глибших шарів, як правило, містить більше розчинених солей. Вміст іонів хлориду (10-190 мг/л) залежно від збільшення глибини збільшується. Води практично не містять сульфатів. Через значний вміст заліза і марганцю, води необхідно обробляти.

Водні ресурси Чампа пусти забезпечують Пакшську Атомну електростанцію питною водою. За станом на сьогодні до системи водовидобутку і моніторингу входить 4 працюючі свердловини і 3 резервні. Загальна потужність чотирьох працюючих свердловин становить коло 800 м³/день, що на підставі попередніх розрахунків у період будівництва станції Пакш II., складатиме прибіл. 1400-1500 м³/день. Зростання буде приблизно 650 м³/день. За останні 10 років (період між 2004 і 2013 роками) тенденція рівня видобутку свідчить про його зменшення, внаслідок чого і статичний і продуктивний рівень води підвищилися. Ми встановили напрями потоків, які сформувалися коло діючих свердловин, треки яких утворилися за 50 років і депресивні вирви, які склалися під впливом збільшеного видобутку. На підставі гідрологічної моделі водних ресурсів, виключена можливість того, що ґрунтові води з-під Пакшської атомної електростанції потраплять до водних ресурсів Чампа пусти, оскільки це є зона апвелінгу, таким чином, тиск із зростанням глибини зростає. Наявність у пластових водах компонентів «свіжої» (поверхневої) води ми виключили контрольними лабораторними вимірюваннями високої точності (у свердловинах пластових вод, що знаходяться як на території Чампи, так і на території станції).

14.2 Вплив будівництва і експлуатації станції Пакш II. на геологічне середовище і ґрунтові води

На етапі проектування стосовно геологічного середовища не потрібно розраховувати на великі об'єми роботи і пов'язані з цим впливи. Очікується тільки вирубка дерев і незначні земляні роботи, пов'язані з перенесенням комунікацій. На території будівництва і на площадці знаходиться декілька свердловин спостереження за станом ґрунтових вод, про перенесення/закриття яких треба буде подбати.

Ґрунт, який викопується під час будівництва фундаменту, взагалі класифікується як відходи, але може бути розміщеним на території. Для обробки гумусного шару заздалегідь необхідно розробити план його використання. Вибірково знятий верхній шар гумусу може бути складений і використаний пізніше для озеленення. Інша можливість його використання – це перевезення на територію з схожими показниками для збільшення шару родючого ґрунту. Вплив підготовчої роботи нейтральний. Під час будівництва вплив виробки гумусу ґрунту є одноразовим, обмеженим у часі. Закладений гумусний ґрунт буде використаний і вплив буде більшим.

Під час викопування ям для будівництва фундаменту, схилів, доріг, на передній план виходить також розпорошування ґрунту. Цей процес проявляється до глибини 20 см від поверхні. Ґрунти, які відкриваються під час риття котлованів, мають середній стандартний розмір часток 0,1 – 0,3 мм, тому вони здатні розпилюватися. Розпилювання ґрунту особливо проявляється у сухий, спекотний літній сезон. У зимній сезон, коли температура нижча і більша відносна вологість повітря, це явище не має значення. Розпилювання ґрунту, з точки зору якості повітря не є сприятливим, особливо у безпосередньому районі місця, де проводяться земельні роботи, і залежить від розмірів котловану. Явище розпилювання є сезонним, пов'язане тільки з відкритими котлованами, несприятливий вплив можна полегшити поливанням, і якщо посипати дорогу гравієм.

Стабільності котлованів для фундаментів – над рівнем ґрунтових вод – найбільше загрожують опади. Піщані ґрунти дуже чутливі до ерозії, тому відповідний стан котлованів може бути забезпечено тільки професійно здійсненим відведенням опадів (за допомогою траншей, ям, стабілізації ґрунту, шпунтів).

На території будівництва через вагу споруджень, слід очікувати навантаження на пласти. Результатом збільшеного навантаження на пласти є поступове ущільнення ґрунту. Об'єм піщаних відкладень з рівномірним розміром часток, уже після відкладення може зменшуватися навіть на 20 % через простий перерозподіл часток. Найбільше стискаються пелітні відкладення з найдрібнішими частками, до складу яких входять органічні речовини, а

найменше стискаються крупнозернисті уламкові відкладення (гравій з піском). Всі ці утворення зустрічаються на території будівництва, але найбільше навантаження від споруд насамперед, може стосуватися піщаних відкладень. Вплив фундаментів на підґрунтя можна вважати нейтральним, більше того, окремі геофізичні властивості (наприклад, щільність, провідність води) покращуються. У той же час, одночасно з ущільненням, нерівномірне осідання ґрунту може бути шкідливими для конструкцій будівель.

Відведення води з котлованів для фундаментів під час будівництва станції буде впливати на рівень ґрунтових вод, під час відведення буде видалена велика кількість води, яка потрапить у Дунай. На основі технічного проекту глибокі фундаменти будівлі, які згідно проекту мають блочну конструкцію, у моделі враховані таким чином, що після завершення будівництва будуть мати вигляд неактивного осередку (який будуть обходити потоки ґрунтових вод). На підставі технічних даних глибина фундаменту вищезгаданих будівель передбачається 16 - 20 м. Під час наших досліджень ми (консервативно) приймали до уваги загальну глибину 20 м. Будівництво фундаменту під нові блоки, напевно, не буде проводитися одночасно, тому і їх вплив у моделі досліджувався окремо (спочатку 1 блок станції Пакш II, потім 2 блок).

Котлован, який в моделі фігурує як неактивний осередок, ми оточили дренажною мережею. Кількість води, яка протікає через дренажну мережу дорівнює кількості води, яка відводиться. На практиці, очевидно, буде потреба розмістити захисну, або шпунтову стіну по периметру котловану, яка матиме значення у запобіганні поверненню води і забезпечуватиме фізичну стабілізацію схилу. У моделі навколо котловану ми передбачили стіну, глибина якої на декілька метрів перевищує 20 метрову глибину котловану.

Середнє значення коливання рівня води, визначене по показниках у свердловинах спостереження, які розміщені на всій території площадки, складає дещо більше трьох метрів на рік. А визначене по показниках у моніторингових свердловинах, які знаходяться у північній частині будівельної площадки, середнє значення коливання рівня води складає трохи більше чотирьох метрів. Для обмеження району впливу, відведення води з котловану ми визначили середнім значенням коливанням рівня ґрунтових вод за показниками всіх моніторингових свердловин на площадці (~3,12 м = 3 м).

У безпосередній близькості від північної сторони існуючої станції значення інфільтрації складає 3-3,5 м. Це з великою ймовірністю не може спричинити статичних проблем коло північної сторони головного корпусу, бо під вагою будівлі ґрунт протягом багатьох років консолідувався, і на нього до тепер так само впливає коливання води у Дунаї. У процесі водовідведення з котловану другого блоку спостерігається не таке велике зменшення рівня води, бо площа основи споруд другого блоку менша. Територія впливу не досягає граничної лінії існуючих блоків, таким чином жодних впливів на території існуючих блоків не очікується. У той же час, у процесі будівництва фундаменту першого блоку, необхідно взяти до уваги вплив відведення води з другого блоку.

«Депресивна» воронка, яка створюється завдяки відведенню води з котлованів, «притягує на себе» навколишню воду, з якою просочується також і наймобільніший забруднювач тритій. Тритій у базовому стані «хвоста» рухається у напрямку каналу холодної води, північному – північно-східному напрямку. Під впливом водовідведення «хвіст» починає рухатися у північному напрямку.

За допомогою гідрологічної моделі можна зробити 2 такі однозначні висновки: водовідведення має обмежений вплив (територія впливу діаметром кілька десятків метрів); будь-який забруднювач, який може потрапити до ґрунтових вод, може дістатися сусідніх держав тільки опосередкованим шляхом (ґрунтові води → Дунай). При нормальному режимі експлуатації станції потрапляння у ґрунтові води будь-якого забруднювача заборонено. Взагалі, можна сказати, що навіть у випадку аварії, кількість забруднювачів, яка може потрапити у ґрунтові води є незначною часткою від планових рідких викидів, таким чином це не спричиняє транскордонного впливу, а також, в межах допустимої похибки, не змінює впливу від домінуючого атмосферного поширення.

Русла потоків, демонстрація часу доступу демонструється за допомогою зміненої (доповненої розміщенням нових блоків, розширенням каналів теплої і холодної води, розміщенням інших будівель, які змінюють існуючі умови течії ґрунтових вод) гідрологічної моделі при різних, характерних рівнях води у Дунаю - низькому, середньому і великому. Робота моделі показує перманентний стан; це означає що рівень води у Дунаю постійний у весь період. Самостійна експлуатація станції Пакш II. продовжуватиметься з 2037 до 2090 року. Ймовірно, між окремими робочими періодами буде дублювання. Вплив станції Пакш II. на напрям і швидкість течії спостерігається тільки під спорудами з глибоким фундаментом і у їх найближчому районі. По боках споруд потік міняє напрям, але переважаючим буде напрям в сторону каналу холодної води. У просторі під спорудами швидкість потоку зростає, бо вода може протікати між шарами з більшим вмістом глини і між фундаментами. Напрямки при низькому рівні води у Дунаї не відрізняються від згаданих напрямків, змінюються тільки швидкості; під час низького рівня води

найбільші швидкості будуть у напрямку каналу холодної води. Ми підкреслюємо, що перманентна робота моделі і песимістичні оцінки розраховані на 53 роки. Такого не може бути, щоб найменший і найбільший рівень води у Дунаї тривав більше ніж півроку, бо сток і рівень води у річці змінюються постійно.

На підставі розрахованих потоків і передбачуваного місця розташування технологічних систем, ми запропонували місця для розміщення мережі свердловин системи моніторингу підземних вод. Свердловини системи моніторингу необхідно розмістити таким чином, щоб вони могли надійно, у найкоротший час, значно раніше, ніж забруднення дійде Дунаю, виявляти неконтрольований витік у ґрунтові води, або у ненасичену зону. Під час розміщення свердловин ми виходили із того, щоб вплив двох станцій був однозначно роздільним, а також те, що першочерговим шаром, якого це стосується була зона ґрунтових вод над першим водо затримуючим шаром. Мережу свердловин ми розділили на дві групи: які мають бути негайно реалізовані, і свердловини, які розташовані поблизу будівель блоків, які рекомендовано зробити після закінчення робіт з фундаментом і упорядкування площадки. Стосовно свердловин пластової води необхідно мати на увазі, що відмова бурового обладнання, або різке зниження рівня пластових вод, навіть якщо вони трапляться одночасно, можуть спричинити міграцію випадкових забруднень у водні ресурси. Зважаючи на те, що ні на етапі будівництва ні у більш пізні часи, під час експлуатації, ці свердловини суттєвої додаткової інформації дати не зможуть, свердловини пластової води рекомендуємо будувати тільки в обмежених кількостях.

Зважаючи на те, що при експлуатації у штатному режимі викиди радіонуклідів з двох нових блоків, а також з чотирьох існуючих, далеко не збільшують валову альфа-активність води в Дунаї (концентрацію активності на 0,1 Бк/дм³, а валову бета-активність на 1 Бк/дм³), єдиним ізотопом, що може бути зареєстрованим, є ізоотп тритію. Два блоки у випадку низького рівня води в змозі підняти концентрацію активності тритію у воді в Дунаї до рівня 0,96 Бк/дм³, в той час як спільно діючі чотири старих і два нових блоки до 2.14 Бк/дм³. Для порівняння концентрація активності тритію у опадах складає 0,5-2 Бк/дм³, а межа у питній воді становить 100 Бк / дм³, таким чином, немає ніякого істотного впливу ні на Дунай, ні на водні ресурси, для яких вода Дунаю частково фільтрується.

14.3 ПОЗАШТАТНІ СИТУАЦІЇ, АВАРІЇ

Зважаючи на те, що жоден із сценаріїв не передбачає можливості потрапляння забруднюючих речовин у ґрунтові води, забруднення ґрунтових вод можливе тільки опосередковано; через атмосферні опади, або вимивання на поверхню → потім розповсюдження у ненасиченій зоні до досягнення насиченої зони. Цей процес не матиме впливу на ґрунтові води через високу сорбційну здатність ґрунту, а також час доступу до 10 років). У той же час після можливого досягнення насиченої зони, через особливості умов потоку підземних вод (і переміщення ними матеріалів), остаточною одержувачем буде Дунай, але, зважаючи на те, що час доступу між площадкою і Дунаєм, навіть тритію, що пересувається ґрунтовими водами становить 12-20 років, буде достатньо часу для вжиття заходів щодо можливих випадків, щоб попередити потрапляння забруднених вод до Дунаю. Таким чином і цей випадок не матиме впливу на прибережні водні ресурси.

На проектній території нових блоків потенційним джерелом забруднень найімовірніше можуть стати хімічні речовини, які зберігаються, масло у трансформаторах або зберігання палива. Поширення забруднюючих нафтопродуктів визначається, в основному 4 процесами: адвекція транспортом, дисперсія, сорбція та біологічний розпад. У той час, коли у діапазоні витоку після завершення інфільтрації залишиться тільки те масло (відносно невелика кількість), що адсорбується на частинках ґрунту, вміст олії, у капілярній зоні кількість вільної оливи збільшується і її рух обмежується дією капілярних сил. У той час як у нещільній смугі витік оливи здійснюється відносно швидко, у капілярній смугі і після декількох місяців, і навіть років залишається велика кількість масел. Максимальна швидкість розповсюдження лінзи оливи у типовому геологічному середовищі може бути у діапазоні коло 10⁻⁸ м/с. Виробнича площадка знаходиться на відстані 1000 метрів від берега, таким чином мігруюча лінза оливи може досягти Дунаю через 3000 років. Зважаючи на те, що нафтопродукти слабо розчиняються у воді (20-80 мг/л), ґрунтові води, як транспортний засіб не будуть визначальним фактором; незважаючи на це, вони також можуть досягти Дунаю через 12-20 років. Біологічний напіврозпад нафтопродуктів знаходиться у діапазоні 1-2 роки (при достатній кількості кисню), таким чином, є достатньо часу для того, щоб знешкодити лінзу оливи до того, як вона досягне Дунаю.

У великій кількості використовуються (зберігаються) такі хімічні речовини: борна кислота (у твердій формі і переважно у контейнерах), гідразин, аміак, гідроксид натрію, гідроксид калію, соляна кислота і азотна кислота. Станції з видачі хімічних речовин будуть обладнані таким чином, щоб не було можливості їх витоку. Для того, щоб

хімічні речовини не могли потрапити у навколишнє середовище, у зв'язку з аварійними ситуаціями будуть створені відповідні басейни, таким чином, можна уникнути можливості проникнення у ґрунт і ґрунтові води.

15 ГЕОЛОГІЧНЕ СЕРЕДОВИЩЕ, ПОВЕРХНІ ВОДИ У ДОЛИНІ ДУНАЮ

Відповідно до пункту 2. с) Додатку 2 до Урядової постанови 219/2004. (VII.21.) про захист поверхневих вод прилягаюча до території Пакшської атомної електростанції місцевість з точки зору стану поверхневих вод вважається чутливою територією. Але зважаючи на гідрогеологічні умови долини Дунаю, вплив Пакшу II на поверхневі води за межами території об'єкту може розповсюджуватися лише опосередковано, через річку Дунай.

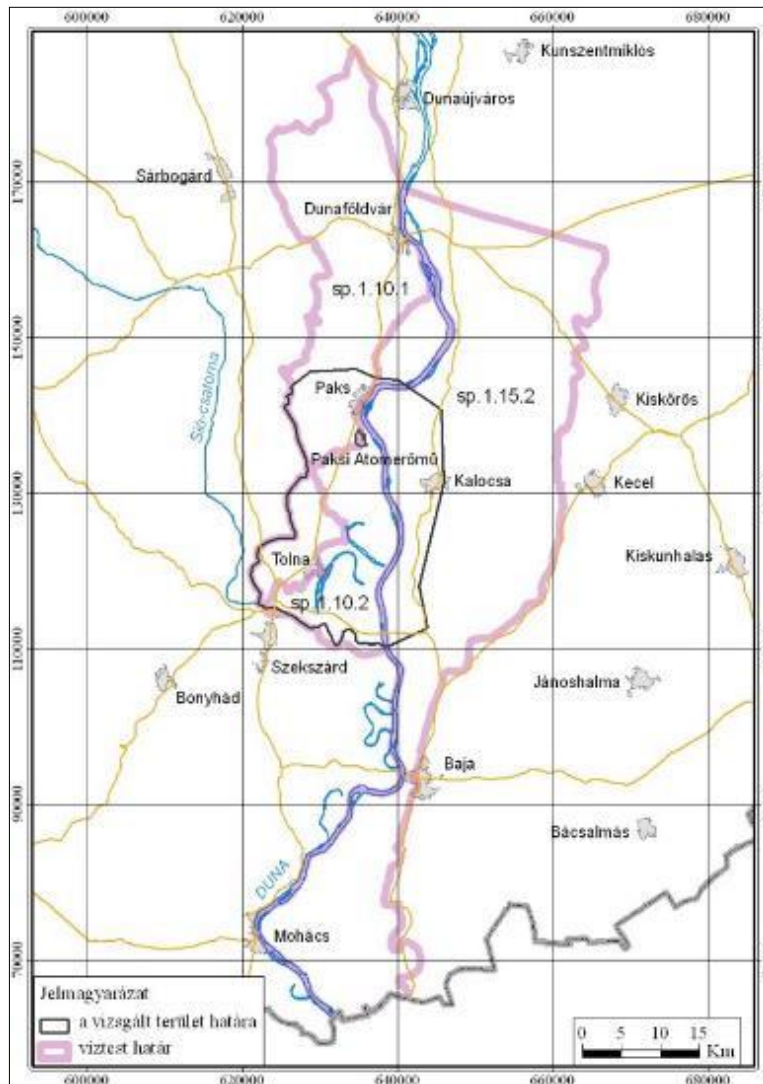
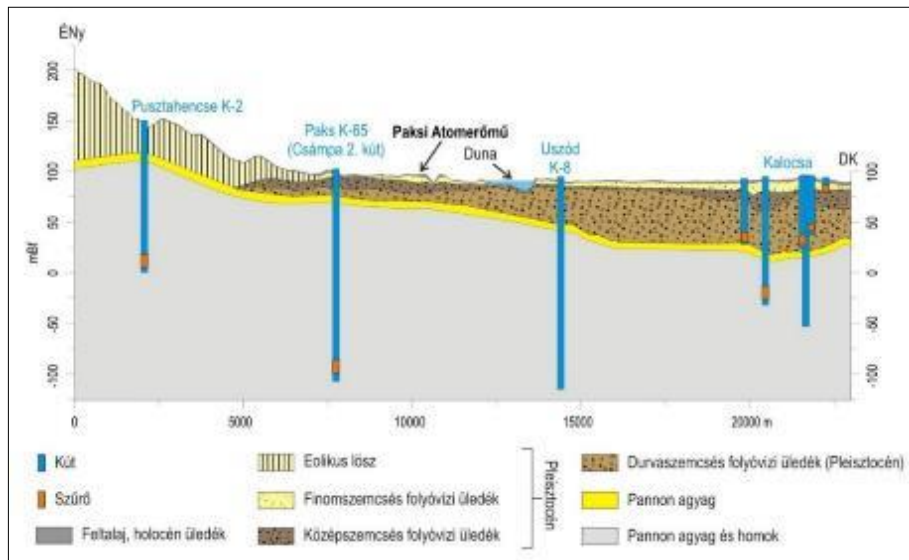


Рисунок 74: Взаємозв'язок між обстежуваною територією та прилеглими водними об'єктами

Jelmagyarázat	Умовні позначення:
a vizsgált terület határa	граніця контрольного району
víztest határ	граніця водойми

Зв'язок між річкою Дунай та системою ґрунтових вод є широкоаспектним: Дунай, в залежності від водного режиму, у різний спосіб та ступені впливає на ґрунтові води.

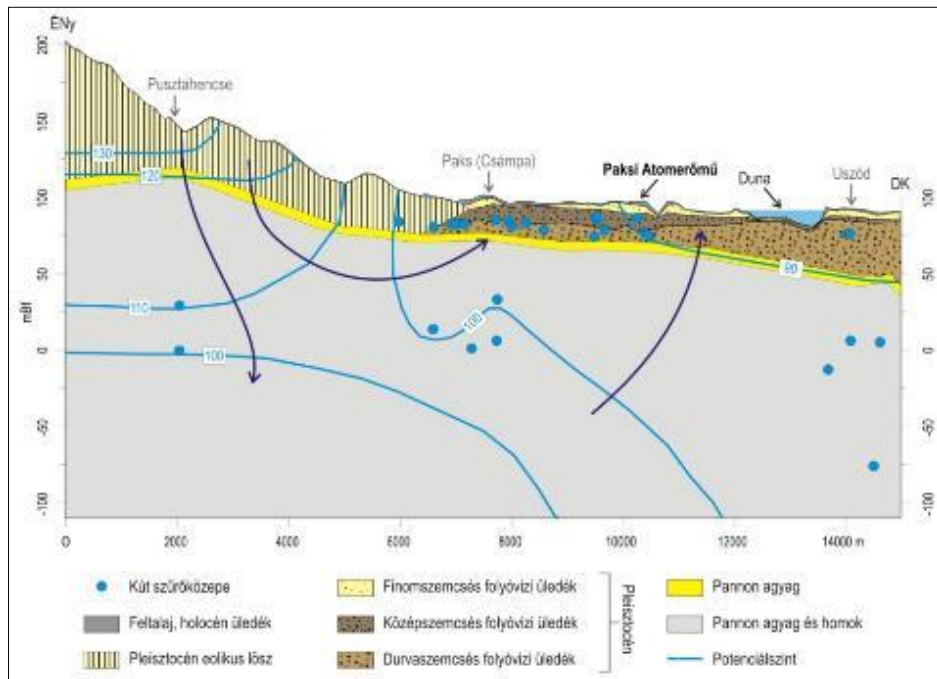
У долині Дунаю ґрунтові води утримуються у ділювії, кам'янистих, піщаних алювіальних дунайських нанесеннях голоценового періоду. Загальний напрямок потоку ґрунтових вод прямує за схилом пагорбів; на правому березі Дунаю - з північного заходу на південний схід, а на лівому березі течія проходить зі сходу на захід. Найвищі рівні ґрунтових вод знаходяться на лесовому плато на захід від Пакшу. Гідравлічний градієнт від Мезьофьолда у сторону Дуная суттєво знижується..



ÉNy	північний захід
DK	південний схід
Kút	Колодязь
Szűrő	Фільтр
Feltalaj, holocén üledék	Верхній ґрунт, осад голоцен
Eolikus lösz	еолійський лес
Finomszemcsés folyóvízi üledék	осад річкового мілкого піску
Középszemcsés folyóvízi üledék	осад річкового піску із крупнішим зерном
Durvaszemcsés folyóvízi üledék	річковий крупнозернистий осад
Pannon agyag	матеріал паннон
Pannon agyag és homok	матеріал паннон з піском

Рисунок 75: Гідрогеологічний зріз обстежуваної території у напрямку з північного заходу на південний схід.

В умовах природного потенціалу Дунай служить відведенням для ґрунтових вод, що надходять з тильної сторони. Дунай своїми надзвичайно швидкими – на відміну від змін рівня ґрунтових вод - змінами рівня води регулює рівень прибережних ґрунтових вод. Розповсюдження тиску при звичайних обставинах просочування лише іноді приводить до реального відтоку у пласти, в яких утримуються ґрунтові води. Як правило, хвиля тиску від Дунаю, швидше запруджує ґрунтові води, аніж затискає назад їх у пласт утримання.



ÉNy	північний захід
DK	південний схід
Kút szűrőközepe	Колодязь, середина фільтра
Feltalaj, holocén üledék	Верхній ґрунт, осад голоцен
Pleistocén eolikus lösz	Плейстоцен еолійський лес
Finomszemcsés folyóvízi üledék	осад річкового мілкового піску
Középszemcsés folyóvízi üledék	осад річкового піску із середнім зерном
Durvaszemcsés folyóvízi üledék	річковий крупнозернистий осад
Pannon agyag	матеріал паннон
Pannon agyag és homok	матеріал паннон з піском
Potenciálszint	потенціальний рівень

Рисунок 76.: Зріз потенціалу через Пакшську атомну електростанцію.

Виходячи з аналізу часових рядів рівня води, які вимірюються на даній території моніторинговими системами Пакшської АЕС та дирекціями водного господарства, гідродинамічний вплив Дунаю у випадку найбільших паводків на правому березі простягається приблизно на 1000 метрів, а на лівому березі – до 1200 метрів.

Однак зона гідрогеологічного впливу Дунаю не співпадає з зоною розповсюдження забруднюючих речовин, які походять звідти. Впродовж більшого періоду року з тильної сторони в сторону Дунаю просочуються ґрунтові води і Дунай відкачує сховище ґрунтових вод. У звичайних умовах вода з Дунаю лише при стрімких повенях просочується у нанесення, в яких утримуються ґрунтові води. Вода рухається у тильну сторону лише до тих пір, поки рівень води Дунаю підтримує цю систему зворотного потоку.

На тих ділянках, де вздовж берега функціонує ряд робочих колодязів, в результаті їхньої роботи потік зі сторони Дунаю стає постійним. На обстежуваній території є лише одна діюча водна база з прибережною системою фільтрації і знаходиться вона на лівому березі Дунаю. Це водогін Фоктьо-Боракі (Калоча-Боракі), який забезпечує водопостачання міста Калоча. Поки що принциповий дозвіл на спорудження – тобто є зарезервованою водною базою - має перспективна водна база Герйен-Північ, де планується спорудження гідроелектростанції для забезпечення водопостачанням м. Сексард.

Завдяки своїй геологічній структурі розташована нижче Пакшської АЕС ділянка Дунаю має великі запаси води прибережної фільтрації хорошої якості. Відповідно, держава розглядає цю воду як потенційно придатний до видобутку водний ресурс. З метою довгострокового захисту водних ресурсів були визначені так звані перспективні бази води, території захисту яких були визначені Постановою уряду 123/1997 (VII.18.). Згідно нормативних актів водна база вважається особливо чутливою територією. На перспективних водних базах з прибережною системою фільтрації, розташованих на обстежуваній ділянці частка дунайської води у загальному об'ємі потенційно доступної води оцінюється приблизно у 50%.

Зона гідродинамічного впливу Дунаю не співпадає із територією впливу на поверхневі води Пакшу II. Результати моделювання води на території місцезнаходження та поверхні Дунаю показують, що ні в процесі експлуатації, ні у разі виникнення перебоїв функціонування через Дунай не будуть розповсюджуватися такі забруднюючі речовини, які слід було б враховувати при дослідженні опосередкованих впливів.

Опосередкований вплив Пакшу II. на ґрунтові води долини Дунаю проявляється через термічний вплив Дунаю.

На температуру прибережних ґрунтових вод впливають сезонні зміни вод Дунаю. Метод та величина теплопередачі формуються в результаті поточного гідрологічного та температурного стану вод, що течуть у річці та протікають під поверхнею місцевості. Природне становище буде змінюватися під впливом викликаного Пакшом II. теплового навантаження. Зміни у часі та просторі, які настануть у майбутньому у поверхневих водах досліджували шляхом числового гідродинамічного та термотранспортного моделювання.

На відміну від поверхневих вод, законодавчими нормами не передбачена верхня межа температури ґрунтових вод, при досягненні якої тіло ґрунтових вод класифікується як незадовільне, тому вплив Пакшу II. будемо визначати на основі спричиненої зміни температур (ΔT). За базовий візьмемо стан, який був до експлуатації Пакшу II (2014 рік). Результати впливу досліджувалися станом на 2032 рік – спільна експлуатація Пакшської АЕС та Пакшу II - , та на 2085 рік, на період самостійної роботи Пакшу II. (після зупинки першого блоку). Температурні параметри Дунаю на ці періоди були отримані шляхом моделювання поверхневих вод Дунаю.

У процесі дослідження впливів, з огляду на консервативне оцінювання, тобто прагнучи більшої безпечності, ми розглядали крайні гідравлічні ситуації (тривалий маловодний період влітку та проходження повені, що наступила після маловоддя).

Як висновок, можемо стверджувати, що опосередкований вплив Пакшу II навіть за консервативної оцінки не спричинить постійного, тривалого підвищення температури води у системі ґрунтових вод. Підвищення температури ґрунтових вод на декілька градусів Цельсія можливе лише у літній період, в умовах гідравлічного маловоддя. За результатами гідродинамічного моделювання у період максимального навантаження, під час спільної експлуатації Пакшської АЕС та Пакшу II (2032 рік) поблизу місця надходження теплої води, у близьких до поверхні пластах, які піддаються найбільшому впливу течією живої води Дунаю, навіть у найгіршому випадку прогнозується підвищення температури ґрунтових вод всього на 2,8 °C. В той же час на межі досліджуваної території, вздовж лінії каналу Шіо вірогідне підвищення температури складає лише декілька десятих градусів Цельсія.

У випадку самостійної експлуатації Пакшу II (2086 рік) ці показники падають до значень, близьких до базових. Підвищення температури вздовж лінії каналу Шіо вже не спостерігається.

В особливо важливих, з огляду на водо-видобувні бази, піщано-кам'янистих пластах підвищення температури по суті залишається у межах ледь відчутного 1 °C.

Згідно наявних на сьогоднішній день знань підвищення температури ґрунтових вод на декілька градусів Цельсія не спричиняє змін у якісному стані водних тіл. Не наносить шкоди ні природним системам, ні у пластах, вироблених гідротехнічними устаткуваннями. Шкідливого впливу на функціонування гідротехнічного устаткування немає.

16 ШУМ ТА ВІБРАЦІЯ

16.1 ВИМІРЮВАННЯ ШУМОВОГО ТА ВІБРАЦІЙНОГО НАВАНТАЖЕННЯ У БАЗОВОМУ СТАНІ

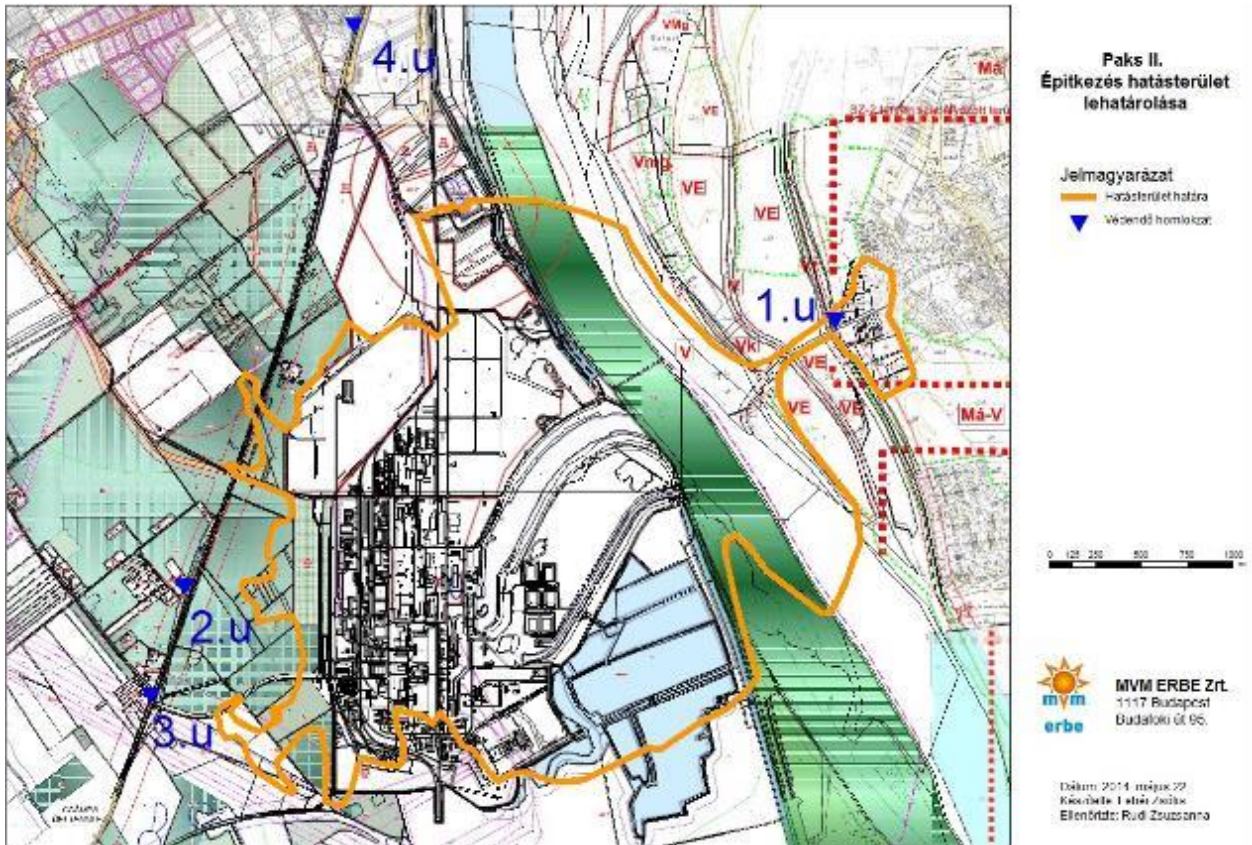
Про досліджені в районі електростанції транспортні шумові навантаження у загальному можна сказати, що транспортний шум від розташованих вздовж населених пунктів завантажених доріг дуже суттєвий, шумовий стан навколишнього середовища у зоні транспортних шляхів однозначно визначається щільністю та розподіленням транспорту. Величина шумового навантаження населених пунктів з транспортною інфраструктурою, або які знаходяться неподалік від доріг з інтенсивним рухом в багатьох випадках перевищує передбачені для даної місцевості граничні значення. Найбільш інтенсивний рух спостерігається у періоди з 5-ої до 8-9-ої години ранку та з 15-ої до 18-ої години. Між цими періодами у більшості точок вимірювання рух сповільнюється, а в нічний час в основному зупиняється. Таким чином шумові навантаження та порушення граничних значень також можна прив'язувати до цих пікових періодів. У районі житлових будинків на березі Дунаю, розташованих далеко від завантажених ділянок шляхів, базове шумове навантаження усюди є нижчим від встановленого граничного рівня.

У зв'язку з запланованим спорудженням об'єкту проводились вимірювання вібрації. Для всіх точок вимірювання вібрації можна стверджувати, що вібрація, спричинена джерелом вібрації, та індукована розташованими в зоні очікуваного впливу Пакш II джерелами автодорожня та залізнична вібрації викликали збільшення вібраційного навантаження. В результаті аналізу отриманих у процесі вібраційного дослідження базового стану всіх показників можна стверджувати, що вібраційне навантаження на період вимірювання/прогнозування в усіх трьох ортогональних напрямках менше від граничного значення вібраційного навантаження, і що максимальна величина вібраційного навантаження в усіх трьох ортогональних напрямках менша від порогового значення вібраційного дослідження.

16.2 Вплив та зона впливу спорудження Пакшу II.

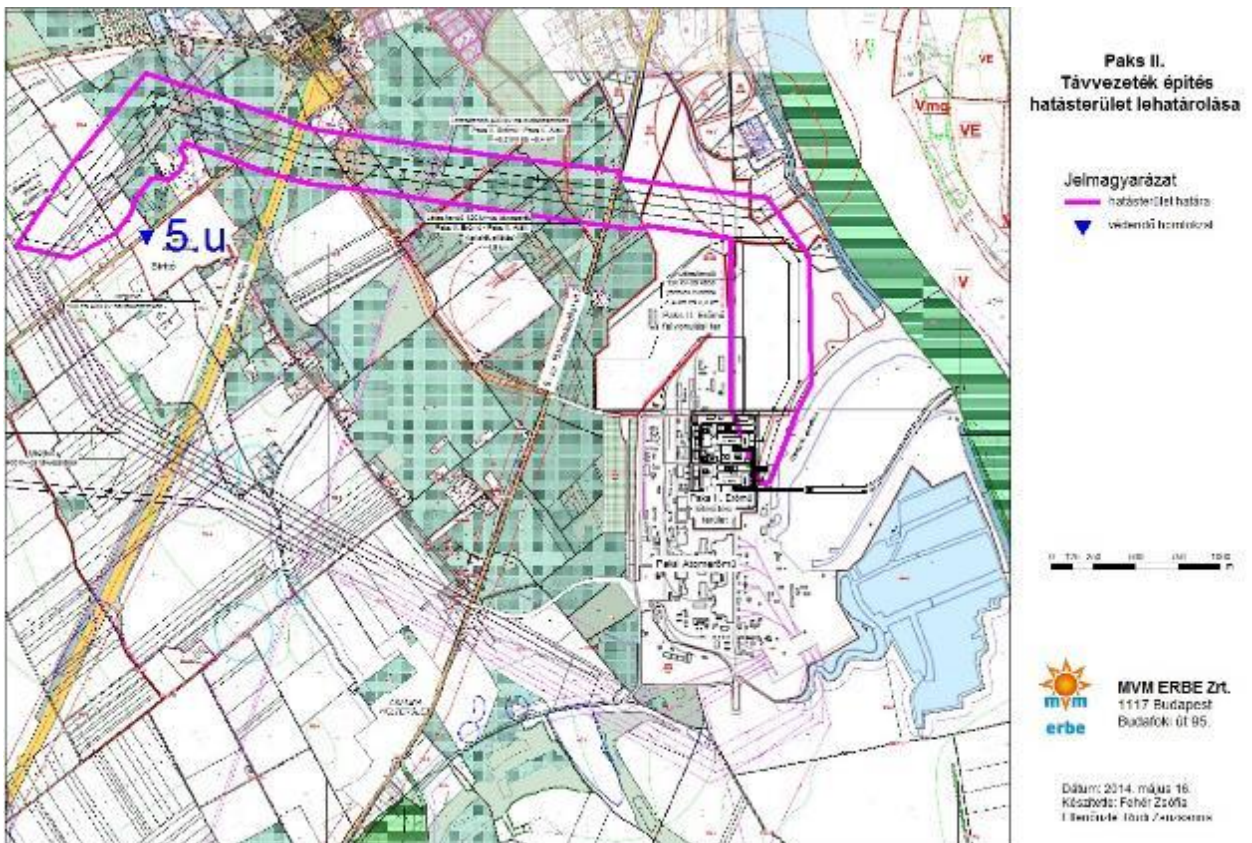
Стосовно територій та споруд, які підлягають захисту, граничні показники шумового навантаження можуть бути витримані у кожній фазі будівельних робіт на території підприємства та вздовж ліній електропередач. У пунктах, які підлягають захисту вздовж автодороги М6, граничні показники шумового навантаження можуть бути витримані як виходячи з базового навантаження, так із урахуванням 0,6-0,8 dB додаткового транспортного шумового навантаження, пов'язаного із спорудженням Пакш II. У пунктах, що підлягають захисту вздовж автодороги 6 результати обчислень (а також і вимірювання базового стану) у теперішньому базовому стані свідчать про перевищення граничних показників. Викликане спорудженням Пакш 2. зростання транспортного руху очікувано підвищить значення базових показників на 0,8-2,1 dB. Якщо в період будівельних робіт через території, що підлягають захисту, буде проходити 1 товарний поїзд, то граничні показники можуть бути витриманими.

Зона загального впливу ведення будівництва на території об'єкту охоплює територію Пакшської АЕС, ненаселені прилягаючі території, річку Дунай та розташовані на західній околиці с. Дунасантбенедек житлові будинки (мал. 77). Зона загального впливу спорудження ліній електропередач пролягає на господарській території на відстані приблизно 70 метрів від ліній, у 100-150 метровій зоні, яка не підлягає захисту та на 120-130 метрів у сторону Біріто (мал. 78). Зміна шумового навантаження від дорожнього транспорту в період демонтажу та будівництва становитиме від 0,6 до 2,1 dB, а значить на період демонтажних та будівельних робіт передбачена постановою зона впливу стосовно дорожнього транспорту як джерела опосередкованого впливу не підлягає визначенню. Теоретична межа зони впливу ні для одного з досліджуваних населених пунктів не досягає території або споруди, які підлягають захисту, а значить для періодичних та прив'язаних винятково до фундаментних робіт перевезення на воді – які є неінтенсивними: курсує 1 буксир з 6-ма баржами – не існує зони впливу. Для території або фасадів, які підлягають захисту зони впливу, викликані залізничними перевезеннями – проїздом 1 вантажного потягу в день – не існує. У зв'язку зі спорудженням Пакшу II шумове навантаження поза державними кордонами не вважається ймовірним..



Paks II Építkezés hatásterület lehatárolása	Пакш II Окреслена зона впливу будівництва.
Jelmagyarázat	Легенда
Hatásterület határa	Межа зони впливу
Védendő homlokzat	Фасад, який треба захистити.

Рисунок 77.: Загальна зона впливу ведення будівництва на території підприємства.



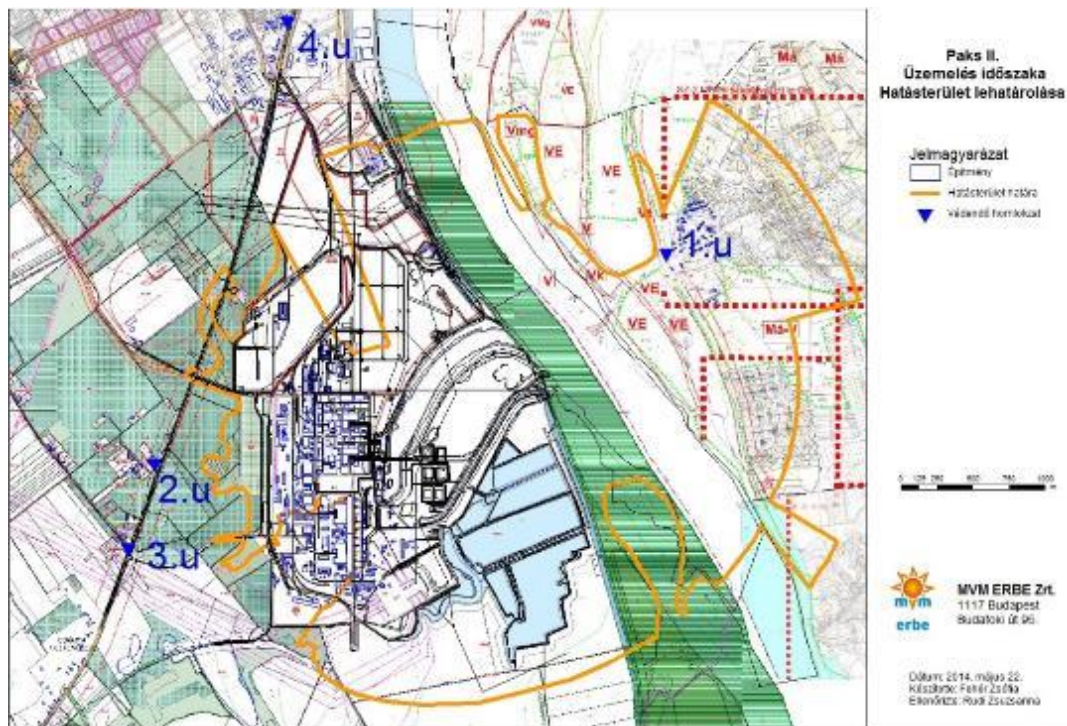
Paks II Távfvezeték építés hatásterület lehatárolása	Пакш II Окреслена зона впливу спорудження ліній електропередач.
--	---

Jelmagyarázat	Легенда
Hatásterület határa	Межа зони впливу
Védendő homlokzat	Фасад, який треба захистити.

Рисунок 78. Загальна зона впливу спорудження лінії електропередач

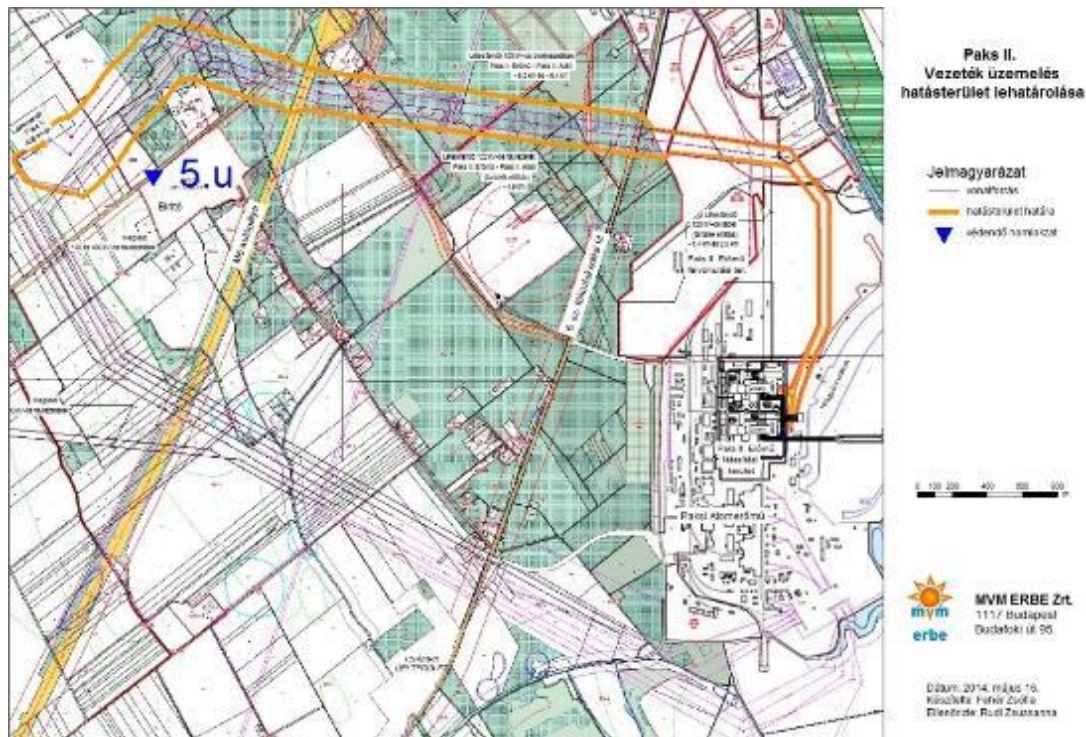
16.3 ВПЛИВ ТА ЗОНА ВПЛИВУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПАКШУ II.

Виробництво шуму електростанцією – при умові здійснення заходів зі зниження шуму - у населеній місцевості залишатиметься у межах чинних для даної місцевості граничних показників шумового навантаження. Очікуване шумове навантаження від роботи лінії електропередач вздовж фасадів, які підлягають захисту є мінімальним. Під час експлуатації Пакшу II викликане супутнім транспортом зростання руху відчутну зміну шумового навантаження не спричиняє.



Paks II. Üzemelés időszaka Hatásterület lehatárolása	Пакш II. Період експлуатації. Окреслена зона впливу.
Jelmagyarázat	Легенда
Hatásterület határa	Межа зони впливу
Védendő homlokzat	Фасад, який треба захистити.

Рисунок 79. Зона впливу експлуатації АЕС.



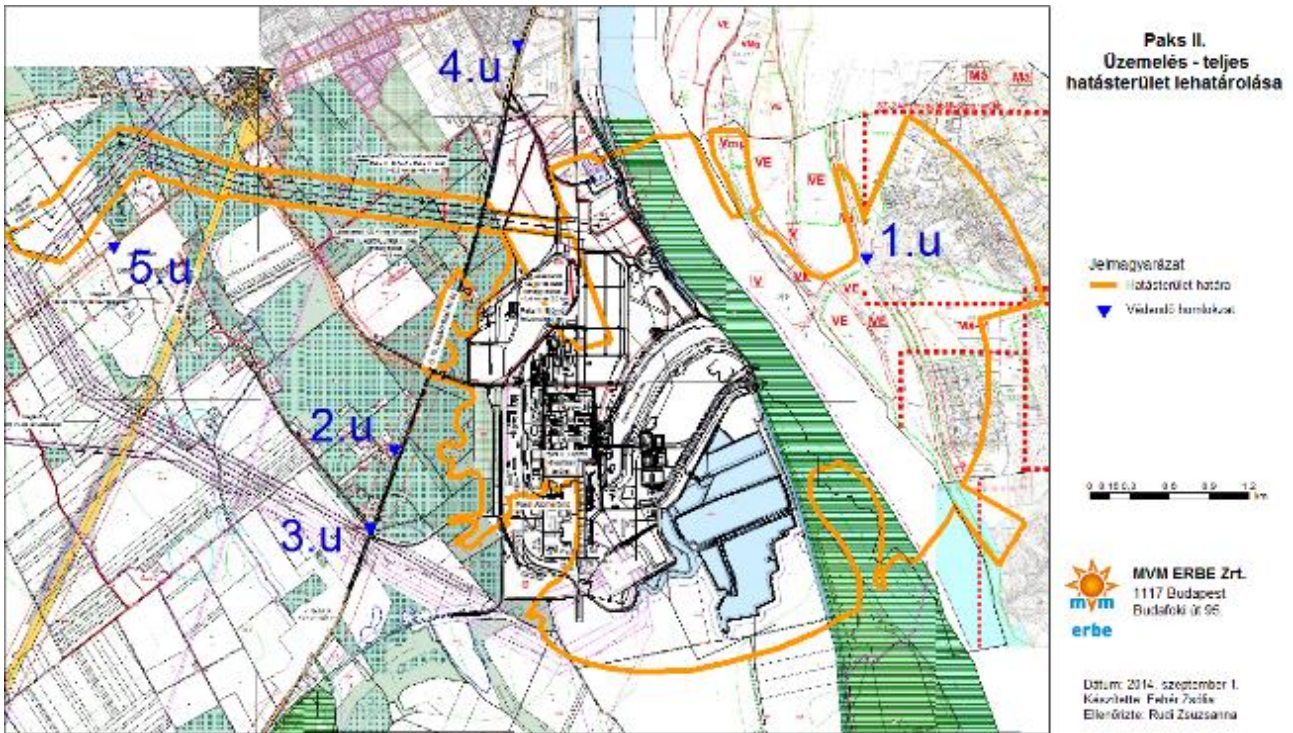
Paks II. Vezeték üzemelés hatásterület lehatárolása	Пакш II. Період експлуатації лінії електропередачі. Окреслена зона впливу.
Jelmagyarázat	Легенда
Hatásterület határa	Межа зони впливу
Védendő homlokzat	Фасад, який треба захистити.

Рисунок 80: Зона впливу функціонування лінії електропередач.

Зона впливу функціонування Пакш II. (без лінії електропередач) охоплює територію Пакшської АЕС, ненаселені прилягаючі території, річку Дунай, деяку нерухомість села Дунасантбенедек та частково північно-західний сектор села Усод (мал. 79). Зоною впливу функціонування ліній електропередач на господарських землях - це розташована безпосередньо під проводами територія, на територіях, які не підлягають захисту вона розташована у межах 40-70 метрів від проводів, а в напрямку Біріто – максимум 80 метрів (мал. 80). Зона впливу для супутнього транспортного шумового навантаження, яке виникає як опосередкований вплив під час експлуатації об'єкту, не підлягає визначенню. Спричинене експлуатацією Пакш II. шумове навантаження за межами державних кордонів не вважається ймовірним.

16.4 ЗАГАЛЬНА ЗОНА ВПЛИВУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПАКШУ II

Загальною зоною впливу функціонування є об'єднана територія безпосередньої та опосередкованої зон впливу, що і зображено на мал. 81.

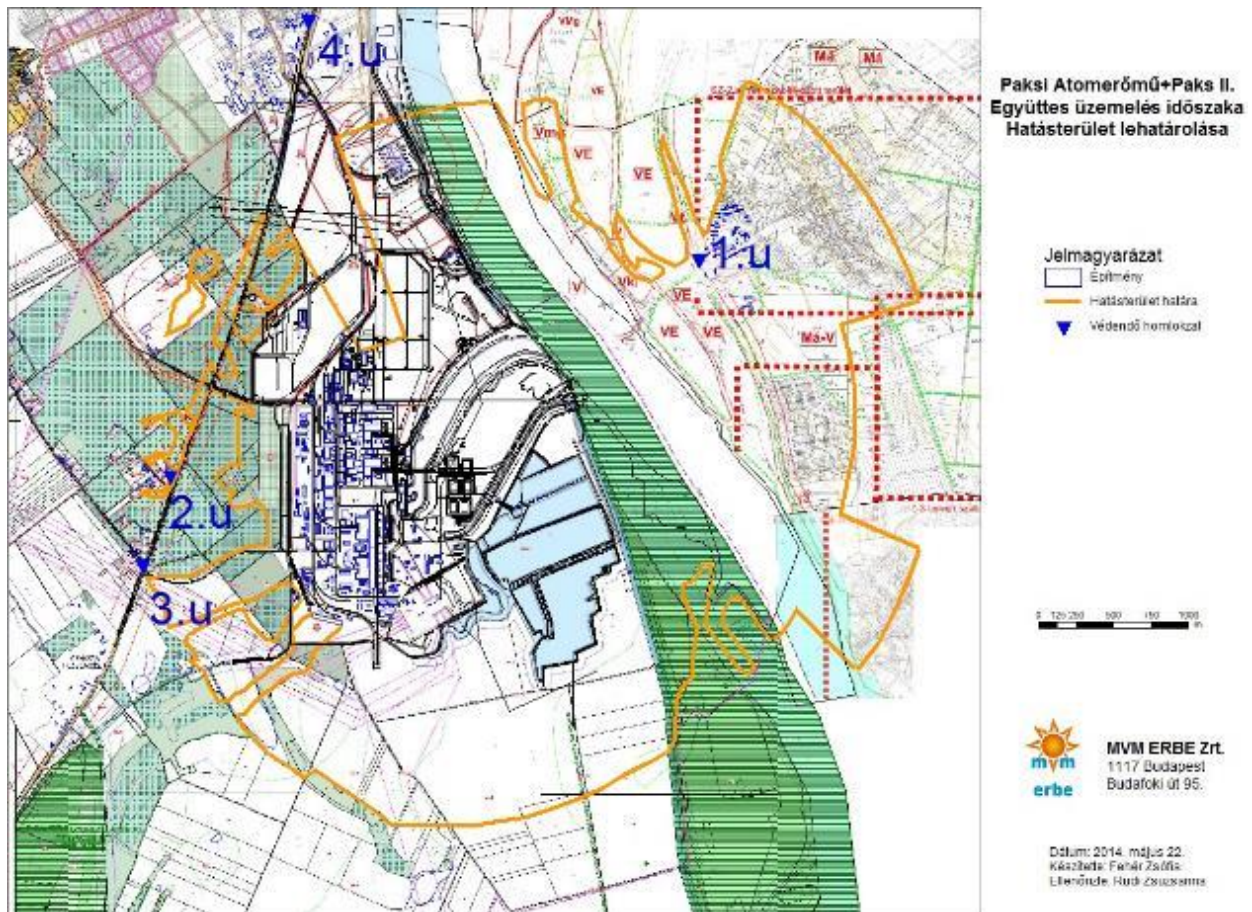


Paks II. Üzemelés – teljes hatásterület lehatárolása	Пакш II. Функціонування Окреслена уся зона впливу.
Jelmagyarázat	Легенда
Hatásterület határa	Межа зони впливу
Védendő homlokzat	Фасад, який треба захистити.

Рисунок 81: Загальна зона впливу функціонування.

16.4.1 Вплив та зона впливу спільного функціонування ПАКШУ II та АЕС ПАКШ.

Очікуване шумове навантаження спричинене спільним функціонуванням Пакшу II та Пакшської АЕС – при умові здійснення заходів із зниження шуму - на фасадах, які підлягають захисту, залишатиметься в межах чинних для даної місцевості граничних показників шумового навантаження. Зона впливу спільного функціонування Пакшу II та Пакшської АЕС (без ліній електропередач) охоплює територію Пакшської АЕС, ненаселені прилягаючі території, річку Дунай та деяку нерухомість сіл Дунасентбенедек та Усод (мал. 82).



Paksi Atomerőmű+Paks II. Együttes üzemelés időszaka. Hatásterület lehatárolása.	АЕС Пакш+Пакш II. Період спільної експлуатації. Окреслена зона впливу.
Jelmagyarázat	Легенда
Építmény	Споруда
Hatásterület határa	Межа зони впливу
Védendő homlokzat	Фасад, який треба захистити.

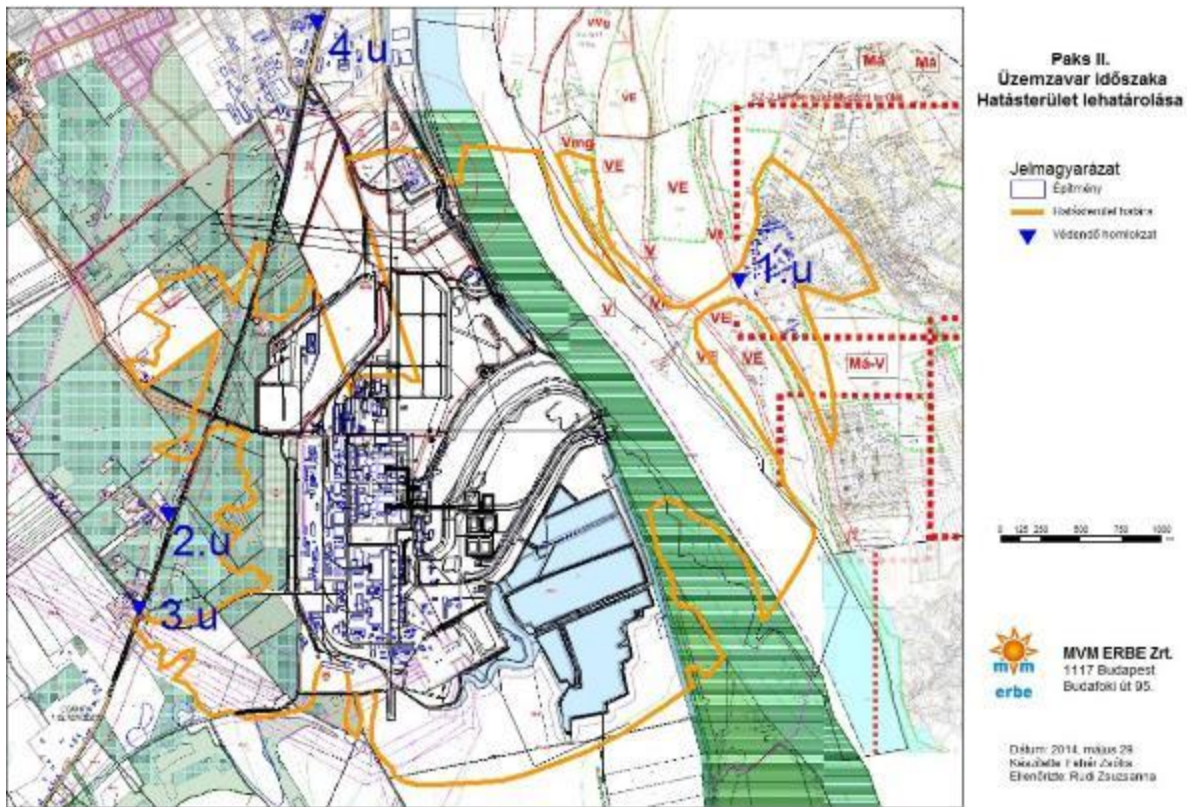
Рисунок 82: Спільна зона впливу Пакиської АЕС та Пакшу 2.

У порівнянні з персоналом діючої електростанції персонал майбутньої АЕС є меншим, тому прогнозовано і пов'язане з його функціонуванням транспортне шумове навантаження буде меншим, очікується незначне пошкваллення руху, і викликані зміни у зоні впливу не підлягатимуть виявленню. Спричинене як самостійною, так і спільною з Пакиською АЕС експлуатацією Пакш II розповсюдження шумового навантаження за межами державних кордонів не вважається ймовірним.

16.4.2 ВПЛИВ ТА ЗОНА ВПЛИВУ АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ

З точки зору вироблення функціонального шуму значне відхилення від нормального функціонування відбувається у дуже рідких випадках проектних перебоїв функціонування. Ця ситуація характеризується відключенням зовнішнього електропостачання. В таких випадках запуск дизельних генераторів забезпечує електропостачання споживачів, необхідних для безпечної зупинки виробництва.

Вироблення шуму електростанцією під час перебоїв функціонування у населеній місцевості залишатиметься в межах чинних для даної місцевості граничних показників шумового навантаження. Зона впливу аварійних ситуацій Пакшу II охоплює територію Пакиської АЕС, ненаселені прилягаючі території, річку Дунай та деяку нерухомість села Дунасантбенедек (мал. 83).



Paks II. Üzemzavar időszaka. Hatásterület lehatárolása.	Пакш II. Аварійний період. Окреслена зона впливу.
Jelmagyarázat	Легенда
Építmény	Споруда
Hatásterület határa	Межа зони впливу
Védendő homlokzat	Фасад, який треба захистити.

Рисунок 83: Зона впливу перебоїв функціонування Пакшу II.

16.5 ВПЛИВ ТА ЗОНА ВПЛИВУ ЗАХОДІВ ПО ПРИПИНЕННЮ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Під час здійснення по припиненню експлуатації на території електростанції для територій та споруд, які підлягають захисту відповідні граничні показники шумового навантаження можуть бути витриманими. Безпосередня зона впливу періоду припинення розповсюджується на територію Пакшської АЕС, ненаселені прилягаючі території, річку Дунай та на житлові будинки, розташовані на західній околиці села Дунасентбенедек. Зона впливу зростання шумового навантаження, викликаного дорожнім рухом, не підлягає визначенню.

17 ПОВІТРЯ

17.1 ПЕРЕВІРКА БАЗОВОГО СТАНУ

У 2012-2013 рр. з метою характеристики основного стану території в околицях об'єкту було проведено вимірювання параметрів базового стану. На основі цих вимірювань було визначено стан забруднення повітря на цій території, і виходячи з одержаних результатів, – можливі навантаження території.

Вимірювання для визначення базового стану забруднення повітря проводилися у наступних точках:

- ❖ на базовому пункті в одній точці (1. LMr – територія, призначена для розширення електростанції)
- ❖ біля північної під'їзної дороги в одній точці (2. LMr – біля північної під'їзної дороги)

- ❖ біля південної під'їзної дороги в одній точці (3. LMr – біля північної під'їзної дороги, Метеорологічна станція)
- ❖ у населеному пункті Пакш – Чампо (Paks-Csámpa), в житлових будинках поблизу 6-ї головної дороги в одній точці (4. LMr – Чампа, вулиця Кіш)
- ❖ на лівому березі Дунаю в одній точці (5. LMr – Дунасентбенедек /Dunaszentbenedek/, 2/3 Будинок наглядача греблі /Gátórház)
- ❖ у м. Пакш, у районі вул. Колешді (Kölesdi) в одній точці (6. LMr – база OVIT, вул. Пішти Данко №1 /Dankó Pista u. 1./)

При виборі місця точок вимірювань насамперед бралось до уваги їх якнайближче розміщення до місць, зафіксованих у технічному додатку до договору; другою умовою була можливість забезпечення джерел живлення і безпеки зберігання необхідного для проведення вимірювань обладнання.

Розташування точок вимірювання

Місця розташування вищевказаних точок вимірювань можна ідентифікувати на поданому нижче знімку Google Earth.



Рисунок 84: Розташування точок вимірювання забруднення повітря

За даними вимірювань, у період з 24 січня 2012 р. до 28 березня 2013 р. концентрація NO_2 , NO_x , SO_2 , CO , PM_{10} , TSPM, осідаючого порошу, O_3 були низькими, перехід за граничний рівень PM_{10} залишався у дозволених межах.

На основі результатів вимірювань можна стверджувати, що якість повітря навколишнього середовища з точки зору забруднення SO_2 , CO – відмінна, а у випадку NO_2 , PM_{10} , O_3 – добра.

Оцінивши результати вимірювань, ми визначили міру навантаження повітря в даній місцевості відповідно до пункту 40. §2 постанови Уряду №306/2010. (XII. 23.) «Про захист повітря».

Рівень навантаження повітря визначається різницею між допустимою величиною забруднення і наявним базовим навантаженням повітря, як вказано нижче:

Забруднюючий елемент/речовина	Базове/наявне навантаження	Допустима межа забруднення на годину	Навантаження
		($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
Двоокис сірки (SO_2)	2	250	248
Двоокис азоту (NO_2)	24	100	76
Окиси азоту (NO_x)	30	100	70
Окис вуглецю (CO)	525	10 000	9 475
Летючий порошок (PM_{10})	27	50	23
Летючий порошок TSPM	35	200	165

Таблиця 52.: Загальні дані проведених у 2012 р. вимірювань базового стану повітря

17.2 БЕЗПОСЕРЕДНИЙ ВПЛИВ ПОБУДОВИ І РОБОТИ ПАКШ ІІ НА ДОВКІЛЛЯ

Для оцінки міри розсіювання нерадіоактивних шкідливих елементів у повітрі в процесі побудови і експлуатації електростанції Пакш ІІ., а також для прогнозування очікуваної якості повітря і визначення територій, що піддадуться цим впливам, було використано модель типу Гауса.

Для консервативної оцінки використовувалися характерні для даної місцевості метеорологічні дані з урахуванням середніх або найбільш типових їх величин.

Була проведена річна симуляція з використанням щогодинних випусків метеорологічної таблиці дійсних даних. Для симуляції метеорологічних умов у заданих точках були частково використані дані 120-метрової метеорологічної вежі, розташованої на території атомної електростанції м. Пакш. З цієї вежі ми одержували дані про напрям і силу вітру. Необхідні для симуляції інші дані (які на основі даних вимірювальної вежі не були для нас доступними) були визначені за допомогою вихідних даних загальнодоступної (<http://www.emc.ncer.noaa.gov/GFS/doc.php>) числової моделі прогнозів GFS (Global Forecasting System). Вихідні дані моделі GFS доступні в просторовій $0,5 \times 0,5$ градусній і що 3-годинній часовій розбивці.

Для симуляції було обрано метеорологічні дані за 2011 р., бо в цьому році часто були погодні умови, несприятливі для розсіювання і розрідження шкідливих речовин у повітрі (наприклад, довготривала т. зв. «холодна повітряна подушка» в листопаді 2011 р.), тому ці дані набагато перевищують можливу реальну ситуацію.

Для моделювання у нашому розпорядженні були дані про викиди речовин під час будівельних робіт з місцевих (розташованих в точках або на території об'єкта) джерел, а також дані про викиди речовин, пов'язані з постачанням. Крім цього, була врахована/врахована кількість переміщеного ґрунту під час розрівнювання місцевості і закладання фундаменту.

На період роботи об'єкту враховувалися викиди з джерел у заданих точках і при постачаннях.

Симуляцію на розповсюдження було виконано для окису вуглецю (CO), окисів азоту (NO_x), а також для вуглеводнів (C_xH_y) і летючого порошку (PM_{10}).

У процесі модельованої симуляції було визначено зони концентрації, що виникли внаслідок викидів, перевищення граничних допустимих величин викидів і зони їх впливу в різний час і при різних величинах викидів.

При перевірці застосовувалися граничні величини згідно з постановою Міністерства регіонального розвитку №4/2011. (I.14.) «Про граничні величини рівня навантаження повітря і граничні величини викидів шкідливих речовин нерухожими точковими джерелами забруднення повітря». Частково відповідні дані застосовувалися з консервативним підходом. Так, у випадку окисів азоту (NO_x) ми припускали всю їх кількість як NO_2 , для якого у постанові була визначена гранична величина. У випадку вуглеводнів (C_xH_y) ми припускали, що вони складаються виключно з бензолу, оскільки у постанові гранична величина подана лише для нього.

При визначенні зони дії забруднювачів повітря ми керувалися урядовою постановою №306/2010. (XII.23.) «Про захист повітря».

17.3 БЕЗПОСЕРЕДНІЙ ВПЛИВ ПРОЕКТУ НА СЕРЕДОВИЩЕ І ЗОНА ЙОГО ДІЇ

Виконання проекту

Виконання проекту можна розбити на чотири періоди, а саме: демонтаж, облаштування місцевості, закладання фундаменту і побудова конструкції.

При розрахунках з базою дійсних метеорологічних даних зона дії забруднень у кожній робочій фазі і у випадку кожного забруднюючого елементу залишалася в радіусі 500 м від джерела забруднення.

При розрахунках з базою консервативних метеорологічних даних зона дії в кожній робочій фазі і у випадку кожного забруднюючого елементу залишалася в радіусі 1000 м від джерела забруднення.

При забрудненні, викликаному засобами сполучення, зона дії у випадку NO_x поширена у радіусі до 100 м від дороги, у випадку інших забруднюючих елементів зону дії визначити неможливо (незначна). Середньорічна величина рівня забруднення повітря у випадку СО не перевищує 0,1%, а у випадку NO_x (NO_2) і C_xH_y (бензолу) - 10% від граничного.

При надзвичайно несприятливих погодних умовах у період виконання проекту рівень забруднення повітря може бути вищим за дозволений органами охорони здоров'я. Схожі несприятливі умови можуть найчастіше трапитися взимку. У такий період роботи можна припинити або їх можна припинити на основі прогнозу погоди. Однак слід зазначити, що при таких несприятливих погодних умовах («холодна подушка») рівень забруднення повітря, як показує досвід, перевищує дозволену органами охорони здоров'я величину по всій країні.

Застосування принципу моніторингу на стадії виконання проекту

Найближчі житлові будинки від території побудови Пакшу II розташовані: в Чампі – на відстані 1 330 м, в Пакші – за 2 960 м, в Дунасентбенедеку – за 2 590 м. Через такі великі відстані у цих досліджуваних точках нема потреби створювати станції стеження за станом забруднення повітря.

Але, враховуючи розміри і 10-річну тривалість цього капітального будівництва, доцільно проводити спостереження за станом забруднення повітря у районі найближчих до будівництва житлових об'єктів для забезпечення максимальної безпеки населення.

Пропонуються такі точки проведення вимірювань:

- У населеному пункті Пакш-Чампа в районі житлових будинків біля 6-ї головної дороги в одній точці
- На лівому березі Дунаю в одній точці
- у м. Пакш в районі вулиці Колешді в одній точці

Пропонований режим перевірки рівня забруднення повітря:

Двоокис азоту (NO_2), окиси азоту (NO_x), окис вуглецю (СО) – безперервне вимірювання інтегрованої на одну годину середнього часу концентрації за допомогою аналізатора, вмонтованого у мобільну вимірювальну станцію.

Тривалість вимірювання у кожній точці: 14 днів, двічі кожної пори року, всього по 8 разів кожного року (8 x 14 днів).

Фракція летючого порошу нижче $10 \mu\text{m}$ (PM_{10}), весь летючий порошок (TSPM) – вимірювання забруднення із застосуванням 24-годинного періоду експозиції і використанням необхідних активних вимірювальних пристроїв. Тривалість вимірювання у кожній точці: 14 днів, двічі кожної пори року, всього по 8 разів кожного року (8 x 14 днів).

Озон (O_3) – безперервне вимірювання інтегрованої на одну годину середнього часу концентрації за допомогою аналізатора, вмонтованого у мобільну вимірювальну станцію.

Тривалість вимірювання у кожній точці: 14 днів, двічі кожної пори року, всього по 8 разів кожного року (8 x 14 днів).

Осідаючий порошок – вимірювання забруднення за допомогою пасивних вимірювальних пристроїв.

Тривалість вимірювання у кожній точці: 30 днів, кожної пори року 1 раз, всього по 4 рази кожного року (4 x 30 днів)

Паралельно з вимірюваннями забруднення повітря рекомендуємо також реєструвати годинні інтегровані величини метеорологічних характеристик (температури і вологості повітря, швидкість і напрям вітру). Вимірювання проводяться акредитованою лабораторією з використанням вимірювальних пристроїв дозволеного типу.

Вимірювання доцільно розпочати за рік перед початком робіт з виконання проекту, з метою фіксування основного стану забруднення повітря на даній території. Програми вимірювань рекомендується дотримуватися і після початку робіт, забезпечивши тим самим документальну реєстрацію актуального стану забруднення.

Експлуатація

На період експлуатації ми брали до уваги викиди поданих точок джерел і постачання. У випадку аварії забезпечення кожного блоку електроенергією здійснюється з допомогою 4-х дизельних генераторів, потужність кожного становить $\sim 7,5 \text{ MW}_e$; енергія введеного палива становить $18,75 \text{ MW}_{th}$ на одиницю. Кожен із генераторів здатний постачати достатню кількість електроенергії у випадку можливої катастрофи. В умовах нормальної експлуатації дизельні генератори працюють лише у тестовому або пробному режимі. Джерела забруднення, пов'язані з цією точкою – комини генераторів. На основі даних про тривалість випуску і кількість випущених речовин їх перехід за дозволені межі у випадку жодного зі шкідливих елементів не очікується.

	CO	NO _x	C _x H _y
макс. концентрація. ($\mu\text{g}/\text{m}^3$):	107,2	15,3	3,8
перевищення дозволеної величини	немає	немає	немає
зона дії	немає		

Таблиця 53: Вплив пробної роботи дизельних генераторів

При вивченні впливу постачань на чистоту повітря в період експлуатації об'єкта, було виявлено, що розрахунки і з реальними, і з консервативними метеорологічними даними перевищень допустимих величин забруднення не показали, концентрація шкідливих речовин у повітрі дуже низька.

Вплив одночасної експлуатації електростанції Пақш II. і Атомної електростанції м. Пақш на довкілля

Основні дані, одержані при вимірюванні забруднення повітря у 2012-2013 рр., включають також і вплив випуску нерадіоактивних забруднень Атомної електростанції м. Пақш. Якщо до них додамо результати, одержані при моделюванні впливів самостійної експлуатації електростанції Пақш II, то одержимо їх спільну дію на довкілля.

Забруднюючий елемент	Основне навантаження повітря	макс. щогодинна концентрація вихідних речовин дизельних генераторів Пақш II.	Спільна робота Пақш і Пақш II	Допустима величина шкідливих речовин на годину
			($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
окси азоту (NO _x)	30	15	45	100
окис вуглецю (CO)	525	107	632	10 000

Таблиця 54.: Вплив одночасної експлуатації електростанції Пақш II. і Атомної електростанції м. Пақш на якість повітря

Результати свідчать, що ні окрема експлуатація Пақш II, ні спільна експлуатація Пақш II. і Атомної електростанції м. Пақш з точки зору нерадіоактивного забруднення повітря не має суттєвого впливу на вже наявний стан якості повітря, і його можна оцінити у населених пунктах як терпимо нейтральний.

17.4 РЕЗЮМЕ

Детальні результати моделювання показують, що здійснення проекту має вплив на зовнішнє середовище лише в зоні об'єкту і його безпосередній близькості, навіть при консервативних метеорологічних умовах.

Ні реалізація проекту Пакш II і його експлуатація, ні спільна експлуатація Пакш II і Атомної електростанції м. Пакш приводу припускати забруднення повітря нерадіоактивними шкідливими елементами за межами країни не дає.

18 ЖИВА ПРИРОДА - ЕКОСИСТЕМА

18.1 РОСЛИННІСТЬ У РАЙОНІ АЕС І ХАРАКТЕРИСТИКА ФЛОРИ

З точки зору структури довкілля 3-х кілометрова зона АЕС Пакш є досить гетерогенною. Значну долю тут складають насадження листяних і хвойних лісів, а також сільськогосподарські угіддя. Велику територію займають площі водойм і щодалі – то під більшою загрозою трави на піщаному ґрунті; поруч із цим досить значна доля забудованих територій. У загальному характерна деградація території, а на пісках зменшуються і зникають ділянки із степовою рослинністю. Суттєві наявність чужої для даного краю рослинності і значне розповсюдження агресивних видів. Цінною і неподільною природною зоною у районі є Дунай, його берег, а також листяний ліс Дунасентдьюрді.

Зрівнюючи групові частки екологічних показників можна встановити, що за останніх більше як 10 років значних змін у характері місцевої флори не було. У зоні переважають види рудеральних груп, але пропорція стійких до стресу теж значна. Усе це підтверджує, що територія перебуває під сильною антропогенною дією.

На території запланованого будівництва електростанції зустрічаються характерні сухі і напівсухі трави. Майже усі без винятку трави скошені, з різновидами бур'янів, і хоча вони частково займають піщану територію - видів пісколюбних трав серед них немає. Нерідко трапляються і свіжі порушення у популяціях.



Рисунок 85: Деградована трава посеред кам'янистих плям - слідів будівництва

На території будівництва найхарактерніші рослинні поєднання - це сухі і напівсухі трави, піскові степно-лугові трави, аборигенні породи нехарактерних (із м'яким стовбуром) або піонерних лісів і трави піщаного степу. У районі каналів холодної і теплої води на непокритих ділянках зустрічаються низько підстрижена, або на вторинних поверхнях – суха трава, а також зарослі молодою травою ділянки. Острів між каналами заріс заплавною вербою.

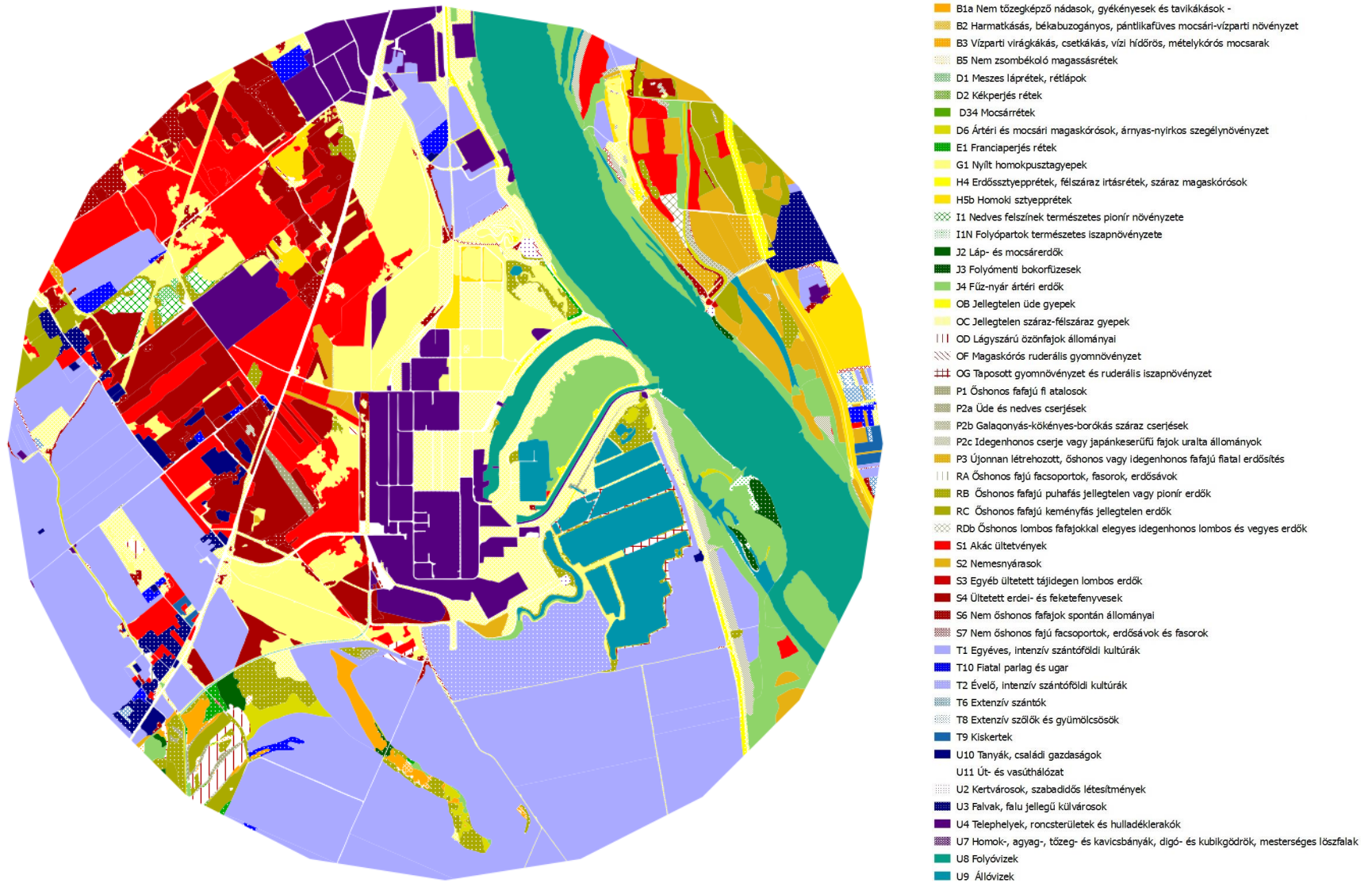


Рисунок 86.: Карта рослинності У 3-кілометровій зоні АЕС Пакш

B1a Nem tőzegképző nádasok gyékényesek és tavikákások	Не торфоутворюючі очерета, рогази, осітняги
B2 Harmatkásás, békabuzogányos, pántlikafüves mocsári vízparti növények	Болотно-прибережні рослини, їжача голівка, лепешняк, фалярис
B3 Vízparti virágkákás, cetkákás, vízi hidőrös, mételykoros mocsarak	Болотні очерета, сусаки, ситняг голчастий, частуха подорожникова, омег
B5 nem zsombékoló magassárrétek	Високий річковий очерет
D1 Meszes láprétek, rétlápok	Біла осока
D2 Kékperjés rétek	Голуболиста осока
D34 Mocsárrétek	Болотна осока
D6 Ártéri és mocsári magaskórósok, árnyas-nyirkos szegélynövények	Заплавна і болотна стеблиста приводна рослинність
E1 Franciaperjes rétek	Осока пірова
G1 Nyílt homokpusztagyeppek	Степові трави
H4 Erdősztyepprétek, félszáraz írtásrétek, száraz magaskórósok	Лісостепова осока, напівсуха трава
H5b Homoki sztyepprétek	Піщана степова осока
I1 Nedves felszínek természetes pionír növényzete	Піонерна рослинність на мокрих поверхнях
I1N Folyópartok természetes iszapnövényzete	Рослинність річкового прибережного мулу
J2 Láp- és mocsárerdők	Ліси на болотах
J3 Folyómenti bokorfűzek	Річкові кущові лози
J4 Fűz-nyár ártéri erdők	Повеневі верболозні ліси
OB Jellegtelen úde gyeppek	Нехарактерні свіжі газони
OC Jellegtelen száraz-félszáraz gyeppek	Нехарактерні зелені газони
OD Lágyszárú özönfajok állományai	Трав'янисті інвазивні види
OF Magaskórós ruderalis gyomnövényzet	Бур'ян високий
OG Taposott gyomnövényzet és ruderalis iszapnövényzet	Затоптаний бур'ян та рудеральні рослини намулу
P1 Őshonos fafajú fiatalosok	Аборигенний деревоподібний молодняк
P2a Úde és nedves cserjések	Зелені і мокрі чагарникові
P2b Galagonyás-kökényes-borókás száraz cserjések	Гльодові, тернові та ялівцеві сухі чагарники
P2c Idegenhonos cserje vagy japánkeserűfű fajok uralta állományok	Чужоземні чагарники або види японської гіркої трави
P3 Újonnan létrehozott, őshonos vagy idegenhonos fafajú fiatal erdőszítés	Насаджені аборигенні або ж чужоземні молоді ліси
RA Őshonos fajú facsoportok, fasorok, erdőszávok	Аборигенні групи дерев, лісосмуги і ряди дерев
RB Őshonos fafajú puhafás jellegtelen vagy pionír erdők	Аборигенні види із м'якою деревиною нехаракт. або піонерні ліси
RC Őshonos fafajú keményfás jellegtelen erdők	Аборигенні види із твердою деревиною нехаракт. ліси
RDb Őshonos lombos fafajokkal elegyes idegenhonos lombos és vegyes erdők	Аборигенні листяні змішані із чужоземними листяними ліси
S1 Akácültetvények	Насадження акації
S2 Nemesnyárasok	Благородні тополі
S3 Egyébb ültetett tájidegen lombos erdők	Інші насаджені листяні породи із інших регіонів
S4 Ültetett erdei- és feketefenyvesek	Насаджені сосни та ялини
S6 Nem őshonos fafajok spontán állományai	Спонтанні гайки не аборигенних видів
S7 Nem őshonos fajú facsoportok, erdőszávok és fasorok	Гайки, лісосмуги, ряди дерев не аборигенних видів
T1 Egyéves , intenzív szántóföldi kultúrák	Однорічні інтенсивні культури на орних землях
T10 Fiatal parlag és ugar	Молодий пар і цілина
T2 Élvelő, intenzív szántóföldi kultúrák	Багаторічні культури на орних землях
T6 Extenzív szántók	Екстенсивні угіддя
T8 Extenzív szőlők és gyümölcsösök	Екстенсивні виноградники і фруктові сади
T9 Kiskertek	Невеликі приватні ділянки
U10 Tanyák, családi gazdaságok	Хутори, сімейні господарства
U11 Út- és vasúthálózat	Мережа доріг і залізниць
U2 Kertvárosok, szabadidős létesítmények	Дачні поселення
U3 Falvak, falú jellegű külvárosok	Села, приміські сільські зони

U4 Telephelyek, roncsterületek és hulladéklerakók	Промислові території, зруйновані території, звалища
U7 Homok-, agyag-, tőzeg- és kavicsbányák, dígó- és kubikgödörök, mesterséges löszfalak	Піщані, глиняні, торф'яні і гравійні кар'єри, копанки, штучний лес
U8 Folyóvizek	Текучі води
U9 Állóvizek	Стоячі води

18.2 ТЕРИТОРІЇ «NATURA 2000» У 10-КІЛОМЕТРОВІЙ ЗОНІ АЕС

У 10-кілометровій зоні АЕС ПАКШ знаходяться наступні території « NATURA 2000»:

Толнайський Дунай (HUDD20023): Пеша територія 10-кілометрової зони

Листяний ліс Дунасентдьорді (HUDD20072): 328,03 га

Пакшський строкатий шафран (HUDD20071): 91,16 га

Тенгеліцькі луки (HUDD20070): 466,35 га

Пакшське суркове поле (HUDD20069): 352,14 га

Середньо-польові лесові газони (HUDD20020): Декілька 10-гектарних південно-східних територій, які входять у 10-кілометрову зону

До Пакш II прилягає одна із територій Natura 2000, а саме - Толнайський Дунай. Прямо коло рекуператорної енергостанції і енергоруїнуючої установки, які знаходяться у стадії проектування, у вузькій прибережній смузі під значним впливом течії знаходиться листяний гай, а по стороні дамби - вторинний деградований газон, який з точки зору природоохорони цінності не має. Таких видів рослин, які б охоронялись законом, або були б характерними, на території Natura 2000 немає. Корона вербового лісу у паводковій зоні сформована із чорної тополі та верби. На рівні чагарників у масовій кількості сиза ожина і чагарникова акація. На ділянці забудови на рівні трави коло всезаповнюючої високої золотистої лози майже винятково домінують нітрофреквентні види.



Рисунок 87: Вербовий гай на заплавної ділянці острова між каналами

18.3 Вплив Пакш II на рослинний світ

18.3.1 Вплив будівництва і зона його дії

Порушення рослинності

Під час проведення робіт на площадці нехарактерні сухі та напівсухі трави зникнуть. Ці місця забур'янені, деградовані і порушені, їхній природний стан має найнижчу 1-у категорію. Проведений біомоніторинг не виявив видів, які б охоронялися. Під прямим впливом будівництва знаходяться також складські площі, площі для відходів та металолому, на яких природних об'єктів не виявлено.

Використання площі між каналами холодної і теплої води і створення на березі Дунаю рекуператорної енергостанції і енергорушної установки вимагає часткової вирубки дерев у заплавної зоні вербового гаю. Оскільки його рослинність має хороші природні дані щодо динамічності росту та регенерації, прогноз щодо існування гаю позитивний.

Прокладка пов'язаного із будівництвом трубопроводу порушить існування багатьох популяцій рослинності, однорічних, інтенсивних сільськогосподарських культур, нехарактерних сухих та напівсухих трав, спонтанних груп не аборигенних видів, насаджень акації, насаджень сосон і ялинок, забур'янених, деградованих піщаних газонів. Визначення місць для опор проводилось із урахуванням природних особливостей, тому їх встановлення не стане причиною знищення цінних популяцій рослинності.

Завдання шкоди живій природі

Із-за ущільнення ґрунтів площадка забудови Пакш II і траса прокладки трубопроводу стануть для живих організмів непривабливими; під час будівельних робіт рослинність затоптується і частково пошкоджується. Ущільнений ґрунт стає менш водопроникним, рослинність важче переборює сухі періоди.



Рисунок 88: Газон із адіантумом на внутрішній території АЕС Пакш

Основні місця впливу на природу

Робоча площадка: нехарактерні сухі та напівсухі газони, трави піщаних степів, піщані степові лани, нехарактерні аборигенні деревовидні із м'якою деревиною або піонерні ліси, спонтанні порослі не аборигенних видів дерев, лани із дикою травою (пирієм).

Траса ЛЕП: однорічні, інтенсивні сільськогосподарські культури, спонтанні порослі не аборигенних видів дерев, насадження акації, насажені сосни і ялини, відкриті газони піщаних степів, аборигенні деревовидні із

м'якою деревиною або піонерні ліси, групи насаджених не аборигенних видів дерев, лісосмуги і ряди дерев, піщані степові лани, мережа доріг і залізниць.

З огляду на захист природи більш цікаві території - газони піщаних степів і піщані степові лани. Ступені деградування цих трав різняться, що визначає їхню здатність до відновлення. Більш природні ділянки відновлюються краще, особливо, якщо поруч є джерело пропагулу, або гайок (із деревами-аборигенами). Газони із ознаками деградації відновлюються важко, або дуже важко. Стримуючими факторами є затоптування і розповсюдження агресивних видів.

Вплив на рослини, які охороняються

Види рослин відкритих газонів піщаних степів і піщаних степових ланів, які знаходяться під потенціальним впливом:

На території електростанції: степовий адеантум (*Stipa pennata*), піщаний адеантум (*Stipa borysthenica*), піщана імола (*Centaurea arenaria*), дрібна гвоздика-пінка (*Silene borysthenica*).

По трасі трубопроводу: піщана імола (*Centaurea arenaria*), блискучий клоповник (*Corispermum nitidum*), степовий адеантум (*Stipa pennata*), піщаний адеантум (*Stipa borysthenica*), пізня гвоздика (*Dianthus serotinus*), дрібна гвоздика-пінка (*Silene borysthenica*).



Рисунок 89: Пізня гвоздика (*Dianthus serotinus*)

Території, популяції рослин (у тому числі і тих, що охороняються) яких зазнають прямого впливу будівництва: робоча площадка для розгортання і проведення будівництва, територія усіх прилеглих територій (також острів і берег Дунаю) і робоча смуга по трасі трубопроводу. Території, рослинність яких зазнає опосередкованого впливу процесів: робоча площадка для розгортання і проведення будівництва, територія усіх прилеглих територій (також острів і берег Дунаю), кількасот метровий сектор району АЕС Пакш (максимальна відстань 500 м, а у західному і південному напрямку – 300 м), а також робоча смуга вздовж траси трубопроводу і його довкілля на 100 метровій відстані від неї. У ботанічному аспекті за межами Угорщини спорудження Пакш II ніякого впливу не спричиняє.

18.3.2 Вплив РОБОТИ АЕС І ЗОНА ЦЬОГО ВПЛИВУ

У період експлуатації у прилеглий до щільно забудованої території паркової зоні напевно будуть розведені газони, а також ділянки зникаючих трав. Після закінчення будівництва на обгородженій відновленій території робочої площадки у майбутньому на доглянутих (з увагою на збереження характерного довкілля) ділянках рослинність може розвиватись безперешкодно; тут свій порятунок знайдуть і рослини, які знаходяться під охороною. У період експлуатації трубопроводу в його безпечній зоні діють деякі обмеження щодо оброблення угідь. Вплив на прибережну рослинність від змін рівня води і значень температури внаслідок роботи АЕС не відслідковується. Опосередкованим впливом від випадання забруднювачів повітря у ботанічному аспекті можна знехтувати.

Прямий вплив експлуатації на популяції рослин і ті їхні види, які охороняються, розповсюджується на всю територію Пакш II (включаючи і робочу площадку), на смугу безпеки трубопроводу, на район енергоруївної установки і рекуператорної енергостанції. Територія розповсюдження опосередкованого впливу експлуатації на популяції рослин і ті їхні види, які охороняються практично та ж, що й для прямого впливу, тільки ще із зоною потенціального впливу забруднень повітря. У ботанічному аспекті за межами Угорщини експлуатація Пакш II ніякого впливу не спричинить.

18.3.2.1 Вплив та зона впливу збоїв у роботі і від нещасних випадків

Локально виникаючі на площадці збоїв у роботі та нещасні випадки не порушують цінні території (у частині охорони природи), покриті рослинністю. При аваріях без радіоактивних викидів, але пов'язаних із пожежею, можливе спричинення ушкодження і знищення рослинності відповідно до дії на прилеглі території. Аварії, які завдають шкоди водам і водним системам, які пов'язані із Дунаєм, можуть зашкодити і береговій рослинності вздовж Дунаю. У ботанічному аспекті за межами Угорщини аварії без радіоактивних викидів ніякого впливу не спричинять.

18.3.3 Вплив та зона впливу припинення роботи станції

Потрібно розраховувати на негативний вплив припинення роботи станції на живі істоти і на рослинність, яка у період експлуатації відновилась, адже демонтажні роботи пов'язані із великою кількістю пилу, який осяде на рослини, а токсичні забруднюючі матеріали робочих машин потрапляють у повітря. Демонтування є потенціальним джерелом шкоди живим організмам шляхом розмноження агресивних видів. Об'єм робіт з рекультивації визначає ступінь нового за хвату території живим світом. У загальному територія АЕС досить мала для того, щоб спричинити суттєві зміни у довкіллі при припиненні її роботи. Територія у районі трубопроводу зазнала значних змін: вона забур'янилась і дала змогу для вторгнення агресивних видів, які найбільш небезпечні для аборигенної піщаної рослинності. У разі припинення роботи електростанції дія описаних вище негативних впливів припиняється.

18.4 Вплив АЕС «Пакш-II» на тваринний світ

18.4.1 Вплив і зона впливу створення АЕС «Пакш-II»

Створення АЕС «Пакш-II» матиме значний безпосередній вплив на фауну. На досліджуваній ділянці Дунаю проживають макроскопічні види безхребетних, 37% яких – інвазивного типу. Серед видів, що стоять під охороною, 3 види прісноводних равликів, 4 види молюсків, 2 види бабок і 1 вид одноденок захищені. Особливо важливим для європейського Співтовариства видом, що підлягає захисту на території всієї країни, є перлівниця товста (*Unio crassus*), який одночасно є визначальним видом для програми по захисту природи «Tolnai-Duna Natura 2000». Присутність цього виду на згаданій вище території багаторазово доведена, але про величину і динаміку його популяції ми знаємо дуже мало. Тому у майбутньому було би важливо шляхом цілеспрямованого моніторингу спостерігати за формуванням популяції товстої перлівниці на згаданій ділянці. Індикаторним видом нижньої течії більших річок і визначальним видом програми «Натура 2000» є дідок жовтоногий (*Gomphus flavipes*). У всіх країнах Європи цей вид поступово витісняється, в той час як на досліджуваній території живе його стабільна популяція. Серед одноденок тут можна побачити одноденку-красуню (*Ephoron virgo*), яка теж є захищеним видом.

Роботи, спрямовані на розширення холодно- і тепловодного каналів, у багатьох аспектах будуть впливати на якість води, а тим самим і на життя вищезгаданих видів, але цей вплив буде лише тимчасовим. Під час розбудови холодно- і тепловодного каналів риби напевно відпливуть, але після закінчення робіт повернуться знову. Новий тепловодний канал може забезпечити для риб кращі і різноманітніші умови життя.

Перед початком робіт рекомендується провести ретельне дослідження фауни на тій ділянці берегу Дунаю, яка потрапить у зону технічних робіт, а також в процесі проходження цих робіт виконувати моніторинг на цій ділянці. (Зазначимо, що тепловодний канал у новому місці приведе до спустошення меншої території проживання водних і земноводних видів, ніж проєктований раніше на Усодських островах).

Створення АЕС «Пакш-II» через забудування її території буде впливати на групи комах, що живуть у тісному зв'язку з рослинністю, на прямокрилих, на окремі види метеликів і наземних членистоногих. Серед прямокрилих, на яких вплив може бути особливо сильним, є захищені види акрида угорська (*Acrida ungarica*), пустельний прус

(*Calliptamus barbarus*), а також надзвичайно рідкісний на території всієї країни вид - мала трав'янка (*Omocestus minutus*). Треба зазначити, що два захищені види сарнових не належать на території всієї країни до видів під загрозою. Наприклад, на Альфельді вони зустрічаються дуже часто. Щодо метеликів, то на будівельній території, виділений під розширення холодно- і тепловодного каналів, різноманітність їх видів була дуже бідна вже і перед початком будівельних робіт. З видів, що перебувають під охороною, тут можна знайти лише кілька представників метелика - червінця непарного (*Lycaena dispar*), але з цілковитою певністю можна сказати, що на чисельність цього виду роботи впливати не будуть. Тому, з точки зору метеликів, на будівельній території вживати особливих заходів не потрібно. Популяції захищених видів, що є на острові (строкатець саффо (*Neptis sappho*), сонцевик павиче око (*Nymphalis io*), щербатка С-біле (*N. c-album*), сонцевик адмірал (*Vanessa atalanta*), стрічкарка блакитна (*Catocala fraxini*), а також популяція особливо захищеної переливниці метис (*Apatura metis*) під загрозою не перебувають. Після закінчення заворушень на території вони швидко повернуться з околиць. Під час видалення ґрунту на територіях треба розраховувати на посилений рух, втоптування і пошкодження тваринного світу поверхневих шарів ґрунту і наземної фауни. На території зустрічаються два захищені види: жужелиця зерниста (*Carabus granulatus*) на острові і тарантулоподібний павук (*Geolycosa vultuosa*) на території для розгортання будівництва. Жоден з них не є рідкісним, і умови, придатні для їх проживання, є на території всієї країни. Зменшення кількості комах шкідливо впливає на базу живлення кажанів.

Якщо на території будівництва поряд з порушеними життєвими зонами місцями збережеться рослинність, то на цих острівцях зелені групи видів у більшій або меншій мірі переживуть період будівництва; а також на місцях з видаленою рослинністю рослини-піонери, що витримують збурення ґрунту, можуть дати тимчасове пристановище для виживання частини видів, хоча в таких випадках на цей процес негативно впливає розповсюдження в таких місцях інвазивних бур'янів. Якщо територія для розгортання будівництва охоплює всю зону життя тутешніх видів, в такому випадку найбільш імовірно, що їх визначені і оцінені за розміром популяції залишаться і надалі жити на подібних за життєвими умовами сусідніх територіях.

Під час встановлення опор електричної мережі, на великій території рослинність буде винищена. Вирубання дерев і видалення родючого шару ґрунту також буде мати великий вплив на рослинність. Вздовж траси створюваної блокової (високовольтної) лінії на пошкоджених піщаних трав'янистих острівцях можуть зустрічатися захищені види: акрида угорська (*Acrida ungarica*), пустельний прус (*Calliptamus barbarus*) і рідкісна на території всієї країни мала трав'янка (*Omocestus minutus*). Під час будівництва їх місця проживання зникнуть, як і місця проживання звичних тут метеликів: поліксена (*Zerynthia polyxena*), сонцевик павиче око (*Nymphalis io*), щербатка С-біле (*N. c-album*), сонцевик адмірал (*Vanessa atalanta*), підсрібник пандора (*Argynnis pandora*), ведмедиця чотирикрапкова (*Euplagia quadripunctaria*), каптурниця піщана (*Cucullia balsamitae*), а також каптурниця срібна (*Cucullia argentea*.)



Рисунок 90. Смугастиї медвелепке (*Euplagia quadripunctaria*)

При визначенні місць встановлення опор електромережі звертали увагу на розміщення цінніших острівців дерену на піщанику, і таким чином шкода, вчинена постановкою опор, у випадку прямокрилих, метеликів і поверхневих членистоногих була мінімізована. Необхідно наголосити, що під опорами електромережі високої напруги у майбутньому, при відповідній обробці ґрунту, на довгий час можуть утворитися ділянки піщаникового типу з придатними, або навіть дуже цінними умовами для життя тваринного світу. Роботи по трасі лінії спричинюють розширення території дернини за рахунок винищення невластивих для вітчизняної флори видів. В зв'язку з цим можна очікувати, що повернену на місце надзвичайно бідних на види насаджень акації і ялини дерен знову заселять захищені види прямокрилих і метеликів.

На території АЕС «Пакш» зустрічаємо відносно багато видів земноводних, плазунів і птахів. Причиною цього є те, що на деякій частині території (наприклад, на майданчику для розгортання і на острові) з часу побудови електростанції особливих змін не було. Для земноводних і плазунів земляні роботи несприятливі, особливо якщо вони проводяться у час їх сплячки, з листопада до березня. Якщо роботи впорядкування території в час активності тварин, то частина їх може втекти з території і перебратися до її межі, де можливо знайдуться умови, сприятливі для їх виживання. Машина можуть переїхати тварин. У темряві земноводні переміщуються на теплий бетон, де небезпека наїзду на них підвищена, адже роботи на території електростанції тривають і вночі.

Будівництво АЕС «Пакш-II» буде мати вплив на місця гніздування, виводження і живлення проживаючих на території видів птахів. На будівничих і підхідних територіях, а також на острові, тепер живиться багато видів птахів європейського значення (наприклад: лелека чорний (*Ciconia nigra*), щеврик польовий (*Anthus campestris*), дрімлюга (*Caprimulgus europaeus*) і можливо гніздує чорний дятел (*Dryocopus martius*), жулан (*Lanius collurio*)).



Рисунок 91: Звичайна кам'янка (*Oenanthe oenanthe*), що живиться на території проекту

Збільшення шуму буде мати вплив на наступні види птахів, що виводяться і живляться на цій території: лунь очеретяний (*Circus aeruginosus*), чорний дятел (*Dryocopus martius*), дятел середній (*Dendrocopos medius*), жайворонок лісовий (*Lullula arborea*), мухоловка білошня (*Ficedula albicollis*), дрімлюга (*Caprimulgus europaeus*), жулан (*Lanius collurio*), лелека чорний (*Ciconia nigra*), щеврик польовий (*Anthus campestris*), орлан-білохвіст (*Haliaeetus albicilla*). Всі відходи, що утворюються в процесі будівництва, можуть бути джерелом небезпеки для видів птахів, що живляться і виводяться на території, і можуть привести навіть до їх загибелі (водні птахи і птахи більшого розміру можуть заплутатися в матеріалах упаковок, дрібні відходи можуть потрапити у систему їх живлення і т.д.)

Будівництво проекрованої блокової (високовольтної) лінії буде мати вплив і на ті види птахів, що виводяться і живляться на території під цоколями і трасою лінії електропередачі, а також в ближчому і дальшому її оточенні, особливо на: соколоподібні (*Falconiformes*), горобцеподібні (*Passeriformes*), куроподібні (*Galliformes*) та совоподібні (*Strigiformes*).

Побудова електричних систем буде безпосередньо впливати на наступні групи видів птахів європейського значення: шуліка рудий (*Milvus milvus*), шуліка чорний (*Milvus migrans*), лунь очеретяний (*Circus aeruginosus*). Крім цього, треба враховувати також і вплив на курганцеві миші.

Непотрібно розраховувати на те, що у випадку водної фауни і метеликів непрямі впливи будуть значні і відокремлені від природних флуктуацій. Зі зміною структури рослинності може з'явитися менш цінна прямокрила фауна і цей процес може поширитися також на незайняті будівництвом території. Пов'язана зі зміною рослинності зміна складу популяції членистоногих може бути несприятливою для земноводних і плазунів, так як через це може зменшитися їх база живлення. Серед наземних видів членистоногих можуть з'явитися і поширитися інвазивні і синантропні (прив'язані до людей) види. А зменшення чисельності відокремлених популяцій може призвести до їх зникнення або генетичної модифікації. Відокремлення (фрагментація) популяцій потенційно загрожує земноводним і плазунам, а також до певної міри, хоч і в більших просторових масштабах, видам менших птахів, територіально прив'язаних птахів, і птахів, що гніздяться на території. Фрагментація життєвого простору буде безпосередньо впливати найбільшою мірою на наступні види птахів європейського значення, які гніздяться на даній території: дятел чорний (*Dryocopus martius*), жайворонок лісовий (*Lullula arborea*), мухоловка білошня (*Ficedula albicollis*), щеврик польовий (*Anthus campestris*), жулан (*Lanius collurio*), дрімлюга (*Caprimulgus europaeus*), деркач (*Crex crex*).

Через шум, порох і забруднення повітря більшість видів земноводних і плазунів неодмінно будуть шукати притулку в місцевостях, далеких від будівельної території. Летюча пилука, осідаючи на листі рослин, буде безпосередньо впливати на їх розвиток, а побічно – на птахів, що тут живуть і живляться. Зростання рівня шуму небезпечно для жаб, бо порушує орієнтацію самиць, які вирушають на поклик самців, що впливає також і на успішне їх розмноження. Цінні види птахів, що намагаються уникати шуму (лелека чорний (*Ciconia nigra*), щеврик польовий (*Anthus campestris*), орлан-білохвіст (*Haliaeetus albicilla*) дрімлюга (*Caprimulgus europaeus*), можуть переселитися з їх теперішніх місць перебування, а на їх місце прибудуть інші, більш терпимі до шуму і менш цінні види. Під впливом високовольтних ліній можуть виникати вади в ембріональному розвитку земноводних. Штучне нічне освітлення впливає на орієнтацію, стратегію пошуку корму, розмноження, а також на ріст і розвиток жаб, тритонів і саламандр.

Згадані вище прямі і непрямі впливи будуть відчуватися на всій території АЕС «Пакш» і АЕС «Пакш-II», зокрема, вздовж траси високовольтної лінії і в її 100-200 м-ому оточенні, а також вздовж маршрутів постачання, в руслі Дунаю нижче точок випусків і у житті присутньої у цих місцях фауни.

Ми припускаємо, що будівельні роботи в процесі створення комплексу не будуть впливати на фауну за кордоном. Не передбачається така дія і у випадку роботи АЕС «Пакш», АЕС «Пакш-II» або їх одночасної роботи у нормальному режимі.

Попередні дослідження показують, що роботи, які стосуються русла Дунаю, будуть мати вплив на важливу водну макробезхребетну фауну. Їх врахування, а також виконання необхідних фауністичних інвентаризацій посилено рекомендується провести ще перед початком будівництва. Конкретні пропозиції з метою захисту зовнішнього середовища можна виробити в залежності від результатів інвентаризацій..



Рисунок 92: Черепашки молюсків і слимаків на березі Дунаю біля м. Пакш

Взагалом, можна сказати, що в процесі проведення зв'язаних з руслом Дунаю робіт, треба намагатися якомога менше і на якнайменшій території проводити роботи, які заважають проходженню у руслі природних процесів і модифікують його береги. Щодо риб, під час будівництва АЕС «Пакш-II» не має потреби вводити додаткові заходи охорони оточуючого середовища, так як більшість риб може відплисти під час прибережних екскаваторних та інших робіт.

З метою збереження цінних видів прямокрилих необхідно підтримувати, а також і покращувати сприятливі умови для існування їх популяцій на життєдайних острівцях, що залишилися на будівельній території і в її околицях. Перш за все, це означає покращити стан наявних в піщаниках навколо АЕС «Пакш» життєдайних острівців, зупинити звуження їх територій, по можливості спробувати їх розширити, а також зупинити розповсюдження росту акації і сірійського ваточника.

Шкідливий вплив будівництва високовольтних ліній на птахів можна зменшити відповідною ізоляцією опор і дротів, бо внаслідок цього кількість ударів від електричного струму серед птахів зменшиться. Відновлення життєвих місць оригінальної рослинності піщаників і зв'язаної з нею фауни – реконструкційне завдання, що потребує застосування комплексних заходів охорони зовнішнього середовища. Вважаємо за доцільне збір насіння притаманних для округи рослин і його розсіювання, допомагаючи таким чином реабілітації природних умов. Ці заходи також прискорять повернення на територію цінних захищених видів комах. Число і розповсюдження місць, придатних для живлення і гніздування птахів, можна збільшувати шляхом рекультивації.

З призначеної під будівництво території необхідно зібрати якомога більше представників земноводних, плазунів і кажанів, і переселити їх на близькі, але спокійніші території. Оскільки всі види плазунів і земноводних захищені, треба планувати земні роботи не на період їхньої сплячки, а на час від весни до осені, коли вже активні тварини матимуть можливість покинути територію будівництва. Роботи, якщо це можливо, потрібно проводити в напрямку

від середини території до її країв, щоб не утворювалися застійні води, зменшення шуму необхідне, насамперед, навесні, в час розмноження птахів і земноводних. У випадку птахів графік робіт частково протилежний, ніж у випадку земноводних і плазунів. З точки зору птахів, роботи краще проводити з осені до весни, в той час як для земноводних і плазунів більш сприятливим є проведення робіт з весни до осені. Цю проблему неможливо розв'язати спеціальними чи екологічними методами, або методом оцінки ризику. Вона належить до ситуацій сфери управління ризиком..



Рисунок 93.: Багатий світ птаства в околицях електростанції

Негативну дію особливо небезпечних для птахів відходів (споживання або механічні пошкодження) можна зменшити шляхом їх належного зберігання.

Для всіх видів тварин дуже важливо, щоб у процесі будівництва збереглося якнайбільше зелених територій. По можливості потрібно уникати розділення і фрагментації життєвих територій. Треба створити можливості для зв'язку між окремими життєвими територіями (екологічні коридори). Зі сторони Дунаю, біля дамби, потрібно відділити незайману частину території з метою забезпечення можливості для виживання рослинам і тваринам, що особливо важливо для збереження захищених видів.

Особливо важливим є постійний моніторинг біологічних процесів на території. Проведені дотепер дослідження дають змогу коректно зафіксувати вихідну ситуацію (base-line), на базі якої можна розбудувати систему моніторингу. За допомогою моніторингу є можливість вчасно помічати і коригувати виникаючі у майбутньому можливі проблеми.

18.4.2 Вплив і зона впливу експлуатації

Серед факторів, які під час нормальної роботи найбільше впливають на проживаючих у прибережних зонах Дунаю макроскопічних безхребетних, найважливішим є, насамперед, вплив випущеної у Дунай нагрітої охолоджувальної води. Досвід АЕС «Пакш» показує, що граничні величини температури води не були перевищені навіть в умовах високих температур зовнішнього середовища (повітря) і одночасного низького рівня води. **Вплив конуса виносу тепла** проявляється на всій ділянці ріки, що лежить вниз по течії від електростанції (**первинне вилловлювання риби**, процеси розкладу, вміст кисню у воді), але прогнозовані в граничній смузі вздовж правого берега ріки вищі температури води, без сумніву, будуть значно впливати на угруповання макроскопічних безхребетних, що проживають у правобережній смузі. Через ненадійність температурних моделей, прогнозовані значення температури води Дунаю, безперечно, заслуговують на увагу, але їхній вплив на проживаючі у прибережній зоні угруповання безхребетних можна оцінити лише у загальному. Важче передбачити вплив вищої, ніж тепер, температури води, який, очевидно, буде дуже важко відокремити від впливу підвищення температури води за рахунок зміни кліматичних умов. Але в той час, як вплив першої температури проявляється локально, лише вниз по течії, у смузі на відстані приблизно 1000м від точок випуску до середини Дунаю, вплив другої пошириться на все русло ріки, змінивши у непередбаченій наперед мірі структуру її живосвіту і характер протікаючих у ній групувальних процесів. У випадку бабок можна передбачити, що їхні личинки з'являться на дальших відрізках ріки, де підвищення температури води вже не має впливу.



Рисунок 94: Дідок жовтоногий (*Gomphus flavipes*)

Під час оцінки впливу роботи АЕС «Пақш-ІІ» на риб, треба звернути особливу увагу на два фактори. Перший - що з випуском води зростає загальна маса води у руслі, що призводить до гідрологічних і морфологічних його змін, а через це змінюються умови використання рибами їхнього життєвого простору. Другий – це зростання температури води, що може вплинути як на динаміку розвитку популяції риб, так і на процеси обміну речовин в них. Передбачувані гідрологічні і морфологічні зміни у руслі ми не вважаємо шкідливими для риб. Поява ще одного випуску може викликати урізноманітнення життєвих умов, що може призвести, як показує приклад вже діючого випуску, навіть до збільшення локальної кількості риби. Робота АЕС «Пақш-ІІ» може впливати на локальний просторовий розподіл риби, але, за нашими припущеннями, на динаміку рибної популяції Дунаю, в цілому, значно впливати не буде.

Після закінчення будівництва АЕС «Пақш-ІІ» буде проведений благоустрій території. Це означає, що на території поступово знову утворюються незаймані сухогазові життєві простори. На цих територіях з часом знову зможуть поселитися раніше заселяючі їх угруповання прямокрилих і наземних членистоногих, зі збережених на території будівництва зелених островців. Таким чином, тут знову можуть з'явитися цінні угруповання, які продовжуватимуть своє існування і під час роботи електростанції.

Ми не очікуємо повернення захищених видів метеликів ні на ці, ні на розташовані під високовольтними лініями відкриті дерни. Для цього потрібне довготривале - протягом десятків років - незмінне природне середовище. На острові не передбачаються значні зміни у статусі присутньої тут популяції захищених метеликів. Нормальний режим роботи не впливає на життєву сферу поля ховрахів в місцевості Пақш і болотистих лісів в районі Дунасендърдь, а також на види метеликів, що живуть у цих місцевостях.

За нашими прогнозами, на життя земноводних і плазунів робота АЕС «Пақш-ІІ» безпосереднього шкідливого впливу не матиме. Ми очікуємо повернення певних видів. Це важливий фактор, враховуючи те, що всі види земноводних і плазунів захищені.



Рисунок 95: Зелена ящірка (*Lacerta viridis*) добре переносить людські втручання

У випадку птахів ми очікуємо, що ситуація повернеться до стану, подібного до теперішнього. Через відносний спокій оточення, багато захищених і особливо захищених видів знайдуть тут притулок з належними для їхнього життя умовами (в першу чергу з точки зору живлення). Збільшена кількість високовольтних ліній і утримуючих їх опор під

час роботи вважаються постійним джерелом небезпеки, але для хижих птахів можуть бути і корисними, бо опори водночас можуть служити за присіди.

Окрім спричиненого роботою АЕС «Пакш-II» підвищення температури води Дунаю і викликаного цим навантаження на живі організми, треба враховувати і зміни температури під впливом глобального нагрівання землі; в майбутньому необхідно спостерігати за обома цими процесами і моделювати їх спільний вплив на зовнішнє середовище. Проведені дотепер дослідження наводять на думку, що глобальні зміни викличуть пониження здатності теперішніх живих водних структур пристосовуватися до зовнішніх умов. Треба взяти до уваги, що наші знання про вплив зміни температури на макробезхребетні види дуже поодинокі. На основі відомої на даний момент інформації, назагал можна сказати, що підвищення температури води найбільшою мірою впливатиме на ті види, які в певні періоди свого розвитку або і на протязі всього життя прив'язані до певних місць (сесильні), люблять воду низької температури і переносять зміни температури води лише у вузьких межах. Подібний вплив очікується на нерухливі, менш мобільні види (наприклад, на моллюсків). Під найменшим впливом будуть рухливі види, що здатні витримувати зміни температури води у широких межах. Під впливом зміни клімату і вводу теплої води у русло ми прогнозуємо збільшення кількості вже тепер присутніх у Дунаї тепловодних інвазивних видів, що просуваються з півдня, верх проти течії, а також збільшення чисельності їх популяцій. В загальному, може зрости продуктивність всієї системи (бактерії, водорості, і т.д.), а це через ланцюг живлення і обмін речовин буде мати вплив на діяльність усієї системи.

Під час нормальної роботи електростанції незначно підвищений рівень шуму і осадження випущених у повітря забруднюючих елементів на фауну метеликів помітного впливу мати не будуть. Присутність людей, непокоєння і збільшення руху на територіях, безпосередньо не зв'язаних із здійсненням проекту, сприяє появі і розвитку на них наземних, прив'язаних антропогенних впливів видів тварин. Випущені в повітря шкідливі елементи можуть накопичуватися в організмах малорухливих наземних видів, що проживають вздовж магістралей сполучення. Під час роботи АЕС «Пакш-II» зросте пасажирський і вантажний дорожній рух, а разом з цим шум, пилюка і забруднення повітря. Більшість видів земноводних і плазунів уникають таких територій. Траси виходячих з базового пункту АЕС «Пакш-II» високовольтних ліній з часом можуть дати місце для поселення різних видів ящірок.

Вплив роботи АЕС «Пакш-II» на макроскопічних безхребетних (включаючи і окремо досліджуваних бабок) у невеликій мірі очікується в точці входу холодноводного і виходу тепловодного каналу, а також у пролягаючих нижче від них ділянках русла Дунаю. Випуск нагрітої охолоджувальної води за припущеннями може впливати на структуру рибної популяції лише в незначній мірі і локально (на протязі приблизно 1 км-ра).

При нормальній роботі зона безпосереднього впливу на прямокрилих комах, метеликів, надземних членистоногих і птахів охоплює всю територію електростанції, разом з підходами, а також запобіжну зону високовольтних ліній. Для земноводних і плазунів цією територією є в першу чергу територія самої АЕС «Пакш-II».

Вплив на фауну за кордоном не очікується.

18.4.2.1 Вплив і зони впливу під час аварій і нещасних випадків

Типи аварій можуть бути дуже різними, тому і вплив їх на фауну дуже різноманітний. Неможливо розглянути всі випадки, тому ми розглядали лише найбільш імовірні. При аварії підвищення температури води у водних екологічних системах викличе зменшення чисельності прив'язаних до місця популяцій і переселення більш мобільних. Це може п до зменшення і навіть зникнення популяцій захищених видів (топра перлівниця товста (*Unio crassus*), дідок жовтоногий (*Gomphus flavipes*), одноденка-красуня (*Ephoron virgo*). Оскільки на більшій частині території переважають сухі життєві місця, тому зростає загроза пожеж. Якщо в районі електростанції виникне пожежа, то проживаючі в її околицях популяції наземних тварин можуть бути пошкоджені, а на території електростанції і зовсім знищені. Це особливо характерно для хвойних насаджень, які тягнуться вздовж трас високовольтних ліній. У випадку високовольтних ліній електричні іскри теж є джерелом пожежної небезпеки. Більшість потрапляючих в атмосферу під час горіння газоподібних хімічних сполук (наприклад, при горінні ізоляції) – отруйні, але отруйними можуть бути також і осідаючі (наприклад, з попелом) залишки. Похідні нафти, потрапивши в землю, спричинюють удушення проживаючих там тварин. Відпрацьована вода, що містить шкідливі хімікалії, залежно від їх складу може викликати смерть або зниження життєздатності. Всі ці впливи будуть залежати від актуальних концентрацій шкідливих речовин.

18.4.3 Вплив і зона впливу ліквідації електростанції

На випадок ліквідації АЕС «Пақш-ІІ» ми можемо зробити лише дуже грубі екологічні наближення. В даний момент доступна інформація щодо такого випадку дуже бідна. Вплив ліквідації істотно залежить від застосовуваної в такому випадку технології.

Найбільший вплив на середовище буде мати повний розбір електростанції і зв'язаних з нею об'єктів (високовольтних ліній і т.д.). В цьому випадку потрібно розраховувати на впливи, які за розмірами і характером подібні до впливів під час періоду будівництва. Якщо технологія ліквідації потребує більшої території для розгортання, то розташовані на цих робочих територіях життєві зони очевидно будуть пошкоджені. Якщо їх потрібно відновити після закінчення робіт у початковому або близькому до початкового стані, то заподіяну шкоду можна усунути в процесі реабілітаційних робіт методами, застосовуваними для подібних цілей після закінчення будівництва. Технологічна основа таких робіт на даний момент невідома, тому реальної оцінки на такий випадок дати неможливо.

19 НЕРАДІОАКТИВНІ ВІДХОДИ

19.1 Види і кількість відходів

Відходи, що утворюються в ході реалізації проекту, експлуатації і припинення роботи АЕС Пақш ІІ – на різних стадіях її існування у різних пропорціях – можна поділити на такі групи:

- будівельно-розбірні (інертні) відходи
- нешкідливі промислові відходи
- шкідливі відходи
- комунальні відходи.

Виконання проекту АЕС Пақш ІІ.

У процесі зведення об'єкта (будівництво блоків атомної електростанції, створення системи водного охолодження конденсатора і ділянки електромережі, що відноситься до об'єкта) утворюються в основному будівельно-розбірні (інертні) відходи. Строки їх утворення припадають на перші 5 років створення блоків.

Найбільшу частину інертних відходів складає викопана під фундамент земля, порівняно з нею в невеликій кількості утворюються відходи допоміжних конструкцій і матеріалів.

Робочі процеси при створенні АЕС Пақш ІІ.	Кількість	
	[м ³]	[т]
Будівництво блоків атомної електростанції	820 000	1 476 000
Створення системи водного охолодження конденсатора	570 000	1 026 000
Електромережа		
ділянка в межах об'єкта	150	270
ділянка за межами об'єкта	650	1170
всього:	1 390 800*	2 503 440*

Примітка:

* Кількість викопаної землі включає і ту землю, яка в процесі будівництва використовується для заповнення

Таблиця 55.: Оцінка кількості землі, що утвориться в процесі побудови електростанції Пақш ІІ.

Робота АЕС Пақш ІІ

У процесі роботи електростанції утворюється менше нерадіоактивних відходів, ніж під час її будівництва. Відходи, що утворюються в процесі роботи, показані у таблиці, наведеній нижче. Крім цього, іноді можуть утворюватися відходи у процесі ремонтних робіт і переробок, але через незапрограмованість такої діяльності оцінка кількості відходів для таких випадків проведена не була.

Відходи, що утворюються у процесі роботи АЕС Пахс II.	Кількість [т/рік]
нешкідливі відходи	800
шкідливі відходи	100

Таблиця 56.: Оцінка відходів, що утворюються при роботі електростанції АЕС Пахс II.

Спільна робота АЕС Пахс II і АЕС Пахс

При роботі двох електростанцій кількість відходів збільшується. Інтенсивність цих сумарних відходів з роками буде змінюватися – з одного боку, через річні коливання утворення відходів; з іншого – через пуск в дію блоків АЕС Пахс II і зупинку блоків АЕС Пахс у різний час, а також через різну тривалість цих робіт. Найбільш інтенсивним періодом з точки зору утворення відходів будуть 2030-2032 рр., коли працюватимуть усі блоки обох електростанцій; оцінка кількості відходів на цей період подана в таблиці 57.

	Нешкідливі відходи [т/рік]	Шкідливі відходи [т/рік]
АЕС Пахс	1434	276
АЕС Пахс II	800	100
Всього:	~2240	~380

Таблиця 57.: Оцінка кількості відходів при спільній роботі АЕС Пахс і Пахс II

Припинення роботи АЕС Пахс II

У період припинення роботи атомної електростанції в основному будуть утворюватися відходи демонтажу – припускаємо, у великій кількості. Ми розраховуємо, що при розборі будівель утвориться приблизно 400 000–500 000 т неактивних бетонних відходів.

19.2 ЗБІР, ЗБЕРІГАННЯ, ВИКОРИСТАННЯ І ЗНЕШКОДЖЕННЯ ВІДХОДІВ

Збір відходів на об'єкті на всіх стадіях існування АЕС Пахс II повинен здійснюватися з дотриманням правил захисту внутрішнього середовища. Треба намагатися якнайбільшою мірою організувати роздільний збір відходів, окремо за їх видами. На робочих місцях потрібно дбати про необхідну кількість тари відповідної якості. Необхідно виділити місця для збору, а також для зберігання промислових і шкідливих відходів, на основі відповідних урядових постанов. Важливо переробляти і використовувати якнайбільше відходів, щоб якнайменшу їх частину треба було знешкоджувати, поміщаючи їх на складах.

У процесі будівництва АЕС Пахс II частина викопаної землі знову потрапить у землю.

Земля, що залишилася, може бути використана/розміщена наступними способами:

- для внутрішнього упорядкування території,
- для зовнішнього упорядкування території,
- вивіз на склад, звідки пізніше її можна використати для упорядкування території.

Якщо викопана земля не буде відразу вивезена (з метою її подальшого використання), то на території потрібно виділити місце для її зберігання.

Вивіз відходів з метою їх подальшого використання або знешкодження може відбуватися із використанням наступних типів закладів:

- роздільно зібрані комунальні, промислові і розбірно-будівельні відходи – Організації використання відходів, переробні (утилізаційні) заводи,
- змішані комунальні відходи – місце складу комунальних відходів м. Пахс,
- розбірно-будівельні відходи – на території об'єкту або за його межами, на складі для інертних або можливо і комунальних відходів, заводи з переробки будівельних відходів,

- термічне використання шкідливих відходів – деструктори шкідливих відходів,
- знешкодження шкідливих відходів шляхом зберігання – сховище шкідливих відходів.

Вивіз, переробку чи знешкодження відходів різних типів у кожному випадку може проводити лише організація, що має на це відповідний до чинного законодавства дозвіл.

19.3 Впливи і зони впливу

19.3.1 БЕЗПОСЕРЕДНІ ВПЛИВИ

На всіх стадіях роботи АЕС Пакш II безпосередній вплив відходів на середовище на території об'єкту і у пункті зберігання відходів виявляється при їх зборі і зберіганні, а також при переміщенні відходів, коли вони можуть розсипатися чи вилитися. Це може вплинути на поверхневий шар ґрунту, викликаючи зміни в його стані, але на поверхневі і ґрунтові води впливу не має.

Безпосередній вплив спільної роботи АЕС Пакш II і АЕС Пакш на зовнішнє середовище з точки зору утворення нерадіоактивних відходів буде помірним.

Вплив зведення АЕС Пакш II більш інтенсивний через утворювані в процесі будівництва відходи – в першу чергу через велику кількість землі, а також тому, що цей вплив для кожного блоку триває по 5 років; Але безпосередній вплив і в цьому випадку з точки зору утворення нерадіоактивних відходів залишається терпимим.

19.3.2 НЕПРЯМІ ВПЛИВИ

У кожен період роботи АЕС Пакш II непрямыми впливами вважаються перевезення відходів з території об'єкту на місце переробки чи утилізації – таким чином, фактор впливу буде проявлятися на ділянці транспортування відходів і в її околицях (ділянка дороги від північного входу на АЕС до складу комунальних відходів м. Пакш, а також відповідні ділянки дороги №6 і траси М6). Транспортування відходів може викликати зміни в стані ґрунтів, внаслідок можливого розсипання відходів і засмічення доріг; також поблизу доріг можуть бути зміни в якості повітря; крім цього, одна з складових збільшення шуму спричинена пов'язаною з роботою АЕС транспортною діяльністю.

Непрямий вплив від утворення нерадіоактивних відходів у всіх фазах роботи АЕС Пакш II на шляхах транспортування відходів залишається у смузі 50-100 м.

19.3.3 Впливи за межами кордону країни

Впливи нерадіоактивних відходів, що утворюються протягом роботи АЕС Пакш II, залишаться локальними, розповсюдження їх за межі держави не очікується.

20 Розміщення радіоактивних відходів і відпрацьованих касет, поводження з ними.

Збирання, перевезення, зберігання радіоактивних відходів, поводження з ними, а також обробка, тимчасове зберігання і захоронення відпрацьованих тепловиділяючих збірок складаються, без винятку, з таких технологічних етапів, під час яких найважливішим є захист складових довкілля від можливого радіоактивного опромінення, людей, які знаходяться на виробничій території і поза нею, а також мінімізація можливих впливів.

За діючими законодавчими нормами, відпрацьовані тепловиділяючі збірки (касети) відокремлюються від радіоактивних відходів тому, що перші вміщують такі матеріали, які розщеплюються і придатні для утилізації або для виробництва нового ядерного палива. Через це поводження з відпрацьованими тепловиділяючими збірками відрізняється від поводження з радіоактивними відходами в традиційному розумінні.

20.1 Визначення радіоактивних відходів

Радіоактивні відходи, в принципі, визначаються за ч. 15 ст. 2 ЗпАЕ: «радіоактивні відходи - це радіоактивні речовини, які надалі вже не будуть використовуватись, і з якими, внаслідок їхніх радіаційних властивостей, не можна поводитися, як зі звичайними відходами».

Вони можуть бути поділені на категорії, групи за різними ознаками, на підставі яких може продовжуватись збирання та подальша переробка. Такими ознаками для категоризації можуть бути, зокрема, місце утворення відходів, агрегатний стан або концентрація активності.

За місцем утворення розрізняємо відходи, які утворюються в результаті технічного обслуговування при нормальному режимі роботи, насамперед, під час робіт по прибиранню та знезараженню; відходи, які утворюються в результаті заміни деталей, обладнання з наведеною радіоактивністю, а також плановане або незаплановане витікання теплоносія первинного контуру.

На основі агрегатного стану радіоактивні відходи поділяються на тверді та рідкі. Збирати тверді радіоактивні відходи, через те, що вони можуть бути точно окреслені, значно простіше, ніж збирати рідкі відходи. Збирання рідких відходів, як правило, вимагає спеціальні технологічні рішення уже безпосередньо в місцях їх утворення.

Оскільки з території об'єкту дозволяється вивозити тільки тверді відходи, то необхідно застосувати подальші технологічні рішення для переведення їх у твердий стан.

Класифікація за концентрацією активності у випадку радіоактивних відходів означає, що збирати, обробляти, зберігати та перевозити їх дозволяється за наявності біологічного та фізичного захисту, який відповідає величині концентрації активності, характерної для тих, чи інших відходів та/або пакунків відходів. Підставою для класифікації є так званий «індекс активності відходів», що дорівнює сумі часток, утворених в результаті ділення концентрації активності кожного радіоактивного ізотопу (AK_i) на його концентрацію активності звільнення ($MEAK_i$). Для зберігання **низькоактивних відходів немає потреби** в радіаційному екрані, достатньо відокремити їх на визначеній для цієї цілі території з обмеженим доступом. Засоби зберігання **середньоактивних відходів** проектується на основі міркувань щодо забезпечення захисту від радіації, але, на відміну від високоактивних відходів, у цьому випадку **не треба рахуватися з теплом, яке вони виділяють**. Низько- і середньоактивні відходи варто розрізняти також за періодом напіврозпаду ізотопів, які містяться в них: період напіврозпаду істотних ізотопів короткоіснуючих відходів не перевищує 30 років.

20.2 ХАРАКТЕРИСТИКИ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ТЕПЛОВИДІЛЯЮЧИХ ЗБІРОК (ПАЛИВНИХ КАСЕТ)

В частині 14 ст. 2 ЗпАЕ визначається наступне: «відпрацьоване паливо - це ядерне паливо, опромінене в активній зоні реактора та остаточно видалене з неї, яке через його придатність до подальшої переробки не належить до радіоактивних відходів, але якщо все ж належить, то треба подбати про його остаточне захоронення».

Стан палива, яке використовують в атомних електростанціях, характеризується глибиною вигорання, яка показує, що скільки енергії отримано з палива, яке містить одиничну масу урану (або урану з плутонієм), протягом його перебування в реакторі.

З точки зору переробки або остаточного захоронення, істотними є наступні параметри: маса відпрацьованих твелів, рівень активності, кількість тепла, що виділяється внаслідок радіоактивного розпаду та радіотоксичність, тобто здатність завдати біологічної шкоди.

Через ланцюгову реакцію, яка відбувається в тепловиділяючих збірках, в них спостерігається значний рівень радіаційної активності та пов'язане з цим виділення тепла. **Виділення тепла** відпрацьованими твелями зменшується паралельно зі зменшенням їхньої активності. Після десяти років зберігання у басейні витримки, кількість тепла, яке виділяється відпрацьованою касетою, складає лише десятитисячну частину тієї потужності, яка вироблялася нею в реакторі в нормальному режимі роботи, та одну п'ятисоту частину того залишкового тепла, яке залишалося в касеті одразу після зупинки реактора.

Радіотоксичність відпрацьованого палива показує потенційну здатність радіоактивних ізотопів, які містяться в ньому, спричинювати патологічні зміни у випадку потрапляння їх до організму людини. Спочатку радіотоксичність відпрацьованого палива більше ніж у десять тисяч разів перевищує радіотоксичність природного урану,

використаного для його виробництва. Характерний для природного урану рівень радіотоксичності відпрацьоване паливо досягає більш ніж за сто тисяч років.

Потужність блоків атомної електростанції та тип палива мають принципове значення щодо кількості відпрацьованого палива, яке утворюється протягом роботи реактора. Як правило, чим більшою є потужність блока АЕС, тим більшою є кількість відпрацьованого палива.

При переробці відпрацьованого палива та виробництві палива, як побічний продукт, переважно утворюються високоактивні радіоактивні відходи, яких далі вже не можна утилізувати.

Якщо припустити, що паливом є UO_2 , а строк експлуатації становить 60 років, то, за даними постачальника, утвориться приблизно 3 135 шт. відпрацьованих касет, з яких відпрацьоване паливо становитиме 1674 т для кожного блока. (Таблиця 58.)

Реактор	Теплова потужність (МВт)	Вигорання касети (МВт-діб/кгU)	Коефіцієнт використання (%)	Маса відпрацьованого палива (Т)
ВВЕР-1200	3 200	47,5	90	1 674

Таблиця 58.: Кількість відпрацьованого палива у кожному блоці за повний строк експлуатації

Тимчасове зберігання відпрацьованого палива перед подальшою переробкою почнеться після того, як його виймуть з басейну витримки, через декілька років після запуску нових блоків. Після зберігання у басейні витримки теж треба подбати про відведення залишкового тепла, але для цього достатньо буде, наприклад, відвести тепло повітрям, природною тягою.

20.3 ЗАГАЛЬНІ ПРАВИЛА ЩОДО РАДІОАКТИВНИХ ВІДХОДІВ

Неминучими побічними продуктами ядерної енергетики є радіоактивні відходи, в зв'язку з якими треба вирішити питання щодо поводження з ними, тимчасового зберігання та їхнього захоронення. За радіоактивні відходи вважаються усі матеріальні об'єкти, субстанції, які утворюються під час якоїсь планомірної ядерної діяльності, але для подальшого використання цих об'єктів немає можливості або в ньому не має потреби, однак концентрація радіоактивних ізотопів у них перевищує граничні значення, встановлені для безпечного викиду або розміщення (депонування) їх у навколишнє середовище.

Збирання, реєстрація, обробка, класифікація, пакування, перевезення, тимчасове зберігання та захоронення радіоактивних відходів здійснюється відповідно до численних і детальних вказівок, наведених в Постанові Уряду № 118/2011. (VII. 11.) «Про вимоги щодо безпеки ядерних об'єктів та пов'язану з цим діяльність офіційних органів», та до інших вітчизняних законодавчих норм і міжнародних рекомендацій.

З точки зору виробника відходів, якщо глянути на цикл життя радіоактивних відходів, то головними складовими стратегії поводження з радіоактивними відходами є можливості для (якісного та кількісного) планування, утворення (та селективного збору), обробки, кондиціонування, внутрішнього складування, перевезення та розміщення. Найважливішими кроками між етапами утворення та обробки / кондиціонування є якнайточніша ідентифікація відходів, класифікація та маркування пакунків відходів для того, щоб забезпечити простежуваність відходів. На можливі технології обробки та переробки впливають умови прийому-передачі відходів в сховищах та можливості для їхнього розміщення.

20.3.1 НИЗЬКО- ТА СЕРЕДНЬОАКТИВНІ ТВЕРДІ РАДІОАКТИВНІ ВІДХОДИ

Тверді відходи, які утворюються в контрольованій зоні нової атомної електростанції, **збирають селективно** уже безпосередньо в місці утворення. **Сортування** відходів здійснюється за їхніми радіологічними параметрами, з врахуванням методів подальшої обробки.

Після **радіологічної класифікації** потенційно неактивні відходи **звільняються** від контролю і надалі обробляються, як звичайні відходи.

Ті низькоактивні відходи, в яких, на підставі **радіологічної класифікації**, вміст ізотопів в осяжному майбутньому знизиться до рівня звільнення, відправляються на **відокремлене тимчасове зберігання**, метою якого є звільнення відходів після розпаду радіоактивних ізотопів.

Відходи, які можна ущільнити, **компактуються**, зменшуючи таким чином об'єм відходів, які будуть захоронені. Після **тимчасового зберігання** компактовані відходи, в разі необхідності, **кондиціонують**, щоб сформувати з них пакунки відходів, які можна помістити в Національному сховищі радіоактивних відходів (НСРВ). Кондиціоновані відходи надходять для захоронення до НСРВ.

20.3.2 Високоактивні тверді відходи

Високоактивні тверді відходи, які утворюються в результаті робіт по технічному обслуговуванню, надходять для **упакування**. **Об'єм** високоактивних твердих відходів теж **буде зменшено**, якщо їхні властивості дозволятимуть таке робити.

Пакунки високоактивних відходів **тимчасово зберігатимуться** в спеціально для цього побудованому сховищі аж до декомісії блоків або ж до введення в дію сховища високоактивних відходів.

Після тимчасового зберігання високоактивні відходи будуть **захоронені** в створеному в Угорщині геологічному сховищі.

20.3.3 Рідкі радіоактивні відходи

Під час зливів, деаерації або запланованої фільтрації, субстанції з вмістом борної кислоти збирають окремо, обробляють їх і після цього знову подають для використання. Таким чином, **в стічні води потрапляє тільки мінімальна кількість борної кислоти**, що призводить до подальшого зменшення об'єму рідких радіоактивних відходів.

Розчини, призначені для відновлення, розрихлення іонообмінної смоли системи очищення парогенераторів від мулу, води спеціальної пральні та води з душових роздягальні первинного контуру, залежно від рівня їхньої радіоактивності, без обробки або після очистки селективними сорбентами **випускаються** з контрольованої зони.

Радіоактивні стічні води після **зменшення об'єму кондиціонуються** (шляхом ствердіння) таким способом, щоб кінцевий продукт відповідав критеріям захоронення.

Конденсат, який утворюється в результаті зменшення об'єму стічних вод, знову подається для використання або скидається у навколишнє середовище, як надбалансова вода.

Кондиціоновані відходи надходять для **захоронення** до НСРВ.

20.4 Загальні правила щодо тепловиділяючих збірок (КАСЕТ)

До цього кола питань належать повний контроль над свіжими тепловиділяючими збірками, які прибувають до АЕС, та над видаленими з реактора відпрацьованими тепловиділяючими збірками, а також технологічні кроки, які необхідні для їхньої обробки.

Крім фізичного захисту, свіже паливо не потребує іншої додаткової, особливої (протирадіаційної) обробки і не стосується радіаційної гігієни.

Поводження з відпрацьованими тепловиділяючими збірками є значно складнішим завданням і відповідні законодавчі норми та міжнародні рекомендації вимагають наявності суворо злагодженої системи для вирішення складних питань, пов'язаних з технологією та захистом від опромінення.

Відпрацьовані тепловиділяючі збірки після видалення з реактора поміщають **у басейн витримки**, для того щоб **зменшити в них залишкове тепло** до такого рівня, коли твели вже придатні для сухого тимчасового зберігання.

Після перебування у басейні витримки відпрацьовані твели переводяться на тимчасове зберігання. Для цього сьогодні є дві можливості:

- відпрацьовані тепловиділяючі збірки відвозяться на територію Російської Федерації, з метою тимчасового технологічного зберігання або для технологічного зберігання та переробки. Відпрацьовані тепловиділяючі збірки, або у випадку переробки - ядерні відходи, зберігаються на території Російської Федерації протягом такого ж часу, який встановлюється згідно з частині 1

статті 7 Угодою (договором) для обробки ядерних відходів (20 років), після чого їх відвозять назад до Угорщини;

- тимчасове зберігання відпрацьованих тепловиділяючих збірок на території Угорщини.

В ДВНС розглядається варіант вітчизняного тимчасового зберігання на виробничій території блоків або в безпосередньому сусідстві до неї. Тимчасове зберігання триватиме доти, доки не з'явиться можливість для прямого захоронення касет.

Після тимчасового зберігання, для відпрацьованих тепловиділяючих збірок передбачається **пряме захоронення на території Угорщини**.

20.5 Очікувані впливи побудови нової АЕС

Під час побудови не очікується виникнення якого-небудь впливу, пов'язаного з утворенням, збиранням, обробкою або знешкодженням радіоактивних відходів. Перший заряд прибуде на виробничу територію за рік до закінчення будівництва.

Протягом будівництва **не очікується, що радіоактивні відходи безпосередньо впливатимуть на навколишнє середовище**, через це не треба рахуватися з появою непрямого впливу з їхнього боку.

Під час будівництва емісія радіоактивних ізотопів з радіоактивних відходів не очікується, через це безпосередній вплив, як такий, та поняття території впливу в даному ракурсі не мають сенсу, поява **непрямого впливу** (за відсутністю його чинників) теж **не очікується**.

Неможливо визначити територію транскордонного екологічного впливу, що виникає внаслідок збирання, обробки та зберігання радіоактивних відходів, за причини відсутності чинників.

20.6 Очікувані впливи експлуатації нової АЕС

20.6.1 Радіоактивні відходи

Очікуваний вплив експлуатації АЕС, викликаний радіоактивними відходами, визначається очікуваною кількістю та якістю цих відходів.

Уже при розробці блоків запланованого типу особлива увага зверталася на те, щоб порівнюючи з попередніми технологічними рішеннями, під час експлуатації цих блоків утворювалася значно менша кількість радіоактивних відходів. Внаслідок застосованих в первинному контурі інженерно-технічних рішень та більш щільної технології, кількість низько- та середньоактивних відходів буде значно меншою, ніж та, яка утворюється в наявних блоках АЕС «Пакш».

Системи АЕС «Пакш-II» були розроблені з такою метою, щоб вони були здатні переробити виникаючі під час експлуатації радіоактивні відходи у такий спосіб, щоб рівень твердих, рідких та газоподібних викидів (скидів) був найнижчим, що реально можна досягти. При проектуванні був врахований нагромаджений перед тим досвід.

Обробка та тимчасове зберігання радіоактивних відходів здійснюються, відповідно до агрегатного стану та концентрації активності, в Допоміжному корпусі, який знаходиться поруч з контейнментом. Селективно зібрані низько- і середньоактивні відходи після попередньої обробки можна буде зберігати в межах виробничої території на протязі 10 років. Питання щодо тимчасового зберігання високоактивних відходів на території АЕС до кінця строку експлуатації згодом може бути вирішено, тому до кінця строку експлуатації треба обрати місце для їхнього захоронення і побудувати належні складські потужності.

Тверді та кондиціоновані до твердого стану низько- та середньоактивні відходи після тимчасового зберігання автомобільним транспортом перевозяться до НСПВ, в підземне сховище.

В таблиці 59 наводиться розподіл по блокам очікуваної щорічної кількості твердих відходів низької, середньої та високої активності, які утворюватимуться під час роботи «на потужність» реакторів майбутньої АЕС «Пакш-II».

Відходи	Кількість відходів [м ³ /рік]	Кількість відходів після обробки (ствердіння, різання)	[м ³ /рік]
Низькоактивні тверді	70	28	140 бочок
Середньоактивні тверді	11	4	20 бочок
Високоактивні тверді	0,5	-	5 капсул
Крупногабаритні, не підлягають обробці (утворюються під час ремонтно-обслуговувальних робіт)	5	-	-
Зцементовані залишки випарювання	25	20	100 бочок
Зцементована іонообмінна смола	10	8	40 бочок
Зцементований намул	0,6	0,5	3 бочки

Таблиця 59.: Очікувана щорічна кількість твердих радіоактивних відходів по блокам [40]

При оцінці кількості відходів, які підлягають захороненню, було враховано вплив нової технології по обробці та кондиціонуванню відходів, яка буде встановлена одночасно з побудовою нових блоків.

20.6.2 Відпрацьовані тепловиділяючі збірки (паливні касети)

На підставі параметрів блоків можна оцінити кількість відпрацьованого палива за повний строк експлуатації. Припускаючи, що паливо - UO₂, а строк експлуатації - 60 років, то за отриманими даними в одному блоці утворюється 1 674 т відпрацьованого палива, тобто для двох блоків це становить 3 348 т.

Відпрацьовані тепловиділяючі збірки першим кроком направляються до басейну витримки, який розташований в контейнменті.

Згідно з доступними літературними та технологічними джерелами, є декілька можливих рішень проблеми тимчасового зберігання тепловиділяючих збірок якщо брати до уваги властивості пакшської виробничої території, а також зважити переваги і недоліки різних технологій, то найкращим рішенням є тимчасове сухе зберігання в контейнерах, на поверхні виробничої території. Виділення окремого складського простору в межах виробничої території має свої переваги, з погляду організації охорони та захисту, прийняття громадськістю, питань транспортування / логістики та системи моніторингу, яку і без цього треба організувати в зв'язку з новими блоками. За наявної інформації, територія розміром приблизно 75 × 100 м, з належним покриттям поверхні, може бути придатною для тимчасового зберігання на протязі кількох десятків років усієї кількості відпрацьованих касет, які утворюються за весь строк експлуатації.



Рисунок 96: Вертикальне, сухе, контейнерне складування [42]



Рисунок 97: Завантаження горизонтального, сухого, контейнерного сховища.



Рисунок 98: Характерний порядок розміщення в разі сухого контейнерного складування.

20.6.3 Очікуваний вплив експлуатації і територія його дії

Радіоактивні відходи

Збирання та обробка низько- та середньоактивних радіоактивних відходів здійснюватиметься в Допоміжному корпусі. Територія дії **прямих** радіологічних **впливів**, які можуть виникнути внаслідок застосованих технологічних кроків і навантажувати складові доквілля понад дозволеними лімітами, **обмежується** територією АЕС, а всередині неї - **територією корпусу зберігання та обробки**.

Довжина шляху, по якому кондиціоновані відходи транспортуватимуться до НСРВ, становить 64 км. З них 49 км становить автомагістраль М6, тому на цьому відрізку шляху не треба рахуватися з радіаційним навантаженням людей, які можуть стояти на узбіччі дороги, оскільки рух пішоходів вздовж автомагістралей заборонений, а в місцях для відпочинку та на автозаправних станціях, які теж є частинами автомагістралей, особи, які перебувають там, можуть знаходитися тільки на такій відстані від осі смуги руху, на якій радіаційним впливом проїжджаючого вантажу вже можна знехтувати. В першій частині маршруту перевезень, від північної під'їзної дороги АЕС «Пакш» до магістралі М6, Генеральним планом м. Пакш передбачається побудова дороги від перехрестя північної під'їзної дороги та головного шосе № 6 до виїзду з автомагістралі М6 «Пакш-південь», в обхід жилих районів.

Можна встановити, що щорічне радіаційне навантаження населення, навіть за консервативними оцінками, на декілька порядків менше, ніж встановлені граничні дози або обмеження на дози, через це **краєм території впливу**

під час перевезень до місця захоронення вважатиметься узбіччя маршруту перевезення або дороги, при цьому припускається, що коли транспортний засіб проїжджає по дорозі, то на її узбіччі завжди знаходиться одна і та ж особа.

Завдяки технічному виконанню та очікуваному строку служби упаковки, призначеної для перевезення відходів до місця зберігання, радіоактивні речовини, що входять до складу відходів, які знаходяться в такій упаковці, не зможуть потрапити в зовнішнє середовище на протязі всього строку служби упаковки, а тому **територія непрямого впливу, ймовірно, співпадатиме з виробничою територією місця зберігання.**

Радіаційне навантаження на складові довкілля, яке може виникнути внаслідок зберігання високоактивних відходів на виробничій території, обмежується цією територією або ж територією впливу, яка співпадає з офіційно ще не визначеною 500 метровою зоною безпеки.

Територія непрямого впливу високоактивних відходів залежить від технології обробки та зберігання цих відходів. Після утворення, ці відходи доцільно доти зберігати на виробничій території, доки не зменшиться кількість ізотопів з коротким періодом напіврозпаду, і, разом з цим, не зменшиться інтенсивність виділення тепла. Наступним етапом стане перевезення відходів до місця захоронення і розміщення їх там. Місцем для захоронення відходів у межах країни може стати ретельно досліджувана сьогодні Бодайська алевритна формація (БАФ). Можливі прямі та непрямі впливи такого об'єкту, насамперед, визначаються належним функціонуванням інженерно-технічних бар'єрів. Глибокі геологічні сховища здатні стримувати радіоактивні ізотопи на протязі десятків тисяч років. Характерна технологія зберігання: пакунки відходів з належним технічним захистом, товстий шар водонепроникного бетону ізолює камери для схову від природної породи, заповнені контейнерами камери остаточно засипаються і покриваються шаром бетону. Перед заповненням і закриттям камери до неї поміщають систему геофізичного моніторингу, за даними якої можна робити висновки щодо можливої появи просочування, що стало би прямим впливом на безпосереднє оточення глибинного сховища, але ймовірністю такої події, практично, можна знехтувати.

За умов дотримання жорстких правил та технологічних вказівок щодо поводження з радіоактивними відходами в режимі нормальної роботи, екологічні впливи, які виникають внаслідок обробки радіоактивних відходів різної категорії активності, не можуть досягнути кордонів країни або перетнути їх. Наведене вище стосується також і відпрацьованих теплоділяючих збірок.

Відпрацьовані касети

Після кількох десятиліть тимчасового зберігання на виробничій території, касети (в контейнерах) перевозяться до об'єкту, що здійснює подальшу переробку, або на місце захоронення, і при цьому вони не потребують ніяких інших дій, оскільки контейнери для наземного зберігання забезпечують належний захист відходів під час транспортування.

Радіаційне навантаження навколишнього середовища від контейнерів, що зберігаються на відкритому складі, не перевищує встановлене обмеження на дозу навіть на краю території впливу, співпадаючою з зоною безпеки.

При перевезенні до об'єкту, призначеного для переробки відходів, розглядатимемо ділянку визначеної залізниці, що тягнеться до кордону країни. Коли розробляють маршрут, звертають окрему увагу на те, щоб за умов наявної залізничної мережі, поїзд переїжджав через мінімум населених районів, а оскільки поїздові по маршруту забезпечується безумовний пріоритет та захист, тому, враховуючи заплановані зупинки, тривалість його перебування в тому чи іншому місці зведена до мінімуму.

Визначення території непрямого впливу залежить також і від методів обробки після тимчасового зберігання. Якщо касети підлягають подальшій переробці та утилізації, тобто для подальшого виробництва електроенергії з них виділять відповідні розщеплювальні матеріали, то треба розглянути маршрут перевезення від тимчасового сховища до об'єкту, що здійснює переробку, а також довкілля цього об'єкту. Однак, в результаті переробки касет значна частина їхніх радіоізотопів перетворюється на високоактивні відходи, які на переробному підприємстві належним чином кондиціонуються (переважно осклуванням). Ці високоактивні відходи, відповідно до чинних законодавчих норм, повертаються назад до АЕС, а звідти, вже описаним для високоактивних відходів шляхом, потрапляє до майбутнього глибокого геологічного сховища.

20.6.4 Вплив одночасної експлуатації АЕС «ПАКШ» і «ПАКШ-II» ТА ТЕРИТОРІЯ ЙОГО ДІЇ

Період одночасної експлуатації старих та нових блоків є першим десятиліттям роботи реакторів АЕС «Пакш-II», питання щодо розміщення, тимчасового зберігання утворених за цей час радіоактивних відходів та відпрацьованих твелів буде вирішено використовуючи басейн витримки та Допоміжний корпус первинного контуру, який знаходиться одразу біля контейнменту, а з цього випливає, що і випадку АЕС «Пакш-II» не очікується ні вивіз радіоактивних відходів з її території, ні маніпулювання відпрацьованими касетами за межами контейнменту. Можливо, будуть вивозити радіоактивні відходи для захоронення, але їхня кількість буде дуже малою, в порівнянні з кількостями, які вивозяться з АЕС «Пакш». Стосовно радіоактивних відходів та відпрацьованих твелів, одночасна робота старих та нових блоків впливатиме, насамперед, на блоки АЕС «Пакш», внаслідок можливого екологічного ефекту цих відходів, які утворюватимуться внаслідок технологічних дій, своєчасних і необхідних наприкінці строку експлуатації цих блоків.

Спільним моментом одночасної роботи блоків є вивезення автотранспортом радіоактивних відходів з території АЕС та вивезення відпрацьованих твелів залізницею. Протягом одночасної роботи блоків очікується, що із зупинених один за одним блоків АЕС «Пакш», з метою підготовки до 20-річного періоду захищеного збереження, будуть вивозити низько- і середньоактивні відходи до НСРВ, за наведеним вище маршрутом та радіологічним впливом. Відпрацьовані касети, вийняті з зупинених блоків, поступають у Тимчасове сховище відпрацьованих касет (ТСВК). Тепер ще не відомий точний графік вивезення з ТСВК касет, які досягли 50 років витримки, однак для того, щоб уникнути дії сумарних впливів, доцільно узгодити графіки вивезення відходів з обох об'єктів, а також маршрути перевезень.

Якщо взяти до уваги, що відходи низької, середньої та високої активності на протязі десятиліть тимчасово зберігатимуться на території АЕС «Пакш-II», то можна сказати, що протягом одночасної експлуатації, відповідно до сьогоднішніх планів, не прогнозується вивезення відходів з території АЕС «Пакш-II».

В режимі нормальної роботи територія впливу обох об'єктів, яка пов'язана з викидом радіоактивних відходів, обробкою та тимчасовим зберіганням відходів, співпадає з зоною безпеки.

Виключено, що одночасна експлуатація АЕС «Пакш» та «Пакш-II» в нормальному режимі може мати будь-який транскордонний екологічний вплив.

20.6.5 Вплив подій, що належать до бази проектування

Збирання та обробка усіх видів радіоактивних відходів, які можуть виникнути під час експлуатаційних подій, відмінних нормального робочого стану, може бути здійснена в Допоміжному корпусі первинного контуру, а тому територія прямого екологічного впливу цих відходів, імовірно, знаходитиметься в межах зони безпеки АЕС, через що немає причини аналізувати непрямі або транскордонні екологічні впливи.

20.7 Очікуваний вплив зняття з експлуатації

Незалежно від того, що для АЕС «Пакш-II» тепер є чинним сценарій, який передбачає її негайну декомісію, остаточна зупинка атомної електростанції, а також виконання пов'язаних з нею технологічних операцій триватимуть роками. Роботи по знесенню споруд впливають на довкілля таким же чином, як і будівництво, але на відміну від нього, при знесенні утворюється значна кількість радіоактивних відходів низької та середньої активності, а заходи щодо цього потоку відходів треба буде вживати на території АЕС. Розміщення такої великої кількості відходів вимагатиме великого обсягу гірничих та навантажувально-розвантажувальних робіт, однак територія їхнього екологічного впливу, імовірно, залишиться в межах країни.

21 ПРИРОДНА РАДІОАКТИВНІСТЬ - РАДІОАКТИВНЕ НАВАНТАЖЕННЯ НА НАСЕЛЕННЯ ДОВКОЛА АЕС «ПАКШ»

21.1 ПРИРОДНА РАДІОАКТИВНІСТЬ АЕС В РАДІУСІ 30 КМ

Обстеження довкола АЕС «Пакш» рівня радіоактивності триває з 1978 року, починаючи з визначення базового рівня (нульовий рівень) до постійних вимірювань в постійному режимі. Вимірювання, які тривають і по цей час, проводяться як АЕС «Пакш», так і державними та багатьма іншими установами.

Для визначення природної радіоактивності АЕС «Пакш» ми користувалися даними щодо концентрації активності наступних елементів навколишнього середовища:

- потужність дози радіації навколишнього середовища,
- гамма-спектрометричні вимірювання на місці,
- зразки атмосфери, ґрунту і трави,
- зразки поверхневих вод,
- зразки намулу,
- зразки риби,
- зразки ґрунтових вод,
- зразки молока.

Для роботи, в першу чергу, використовувались щорічні звіти Відомчої системи екологічного радіаційного контролю (ВСЕРК) і Системи екологічного радіаційного контролю підприємства (СЕРКП), 2001-2011 років. Результати вимірювань 2001-2011 років були розділені на групи за географічним походженням. На підставі попередніх аналізів, територію довкола АЕС розділили на 3 регіони, залежно від відстані (менше 5 км, між 5-10 км, та між 10-30 км) та на 4 сектори, залежно від їх орієнтації (північ, південь, схід, захід).

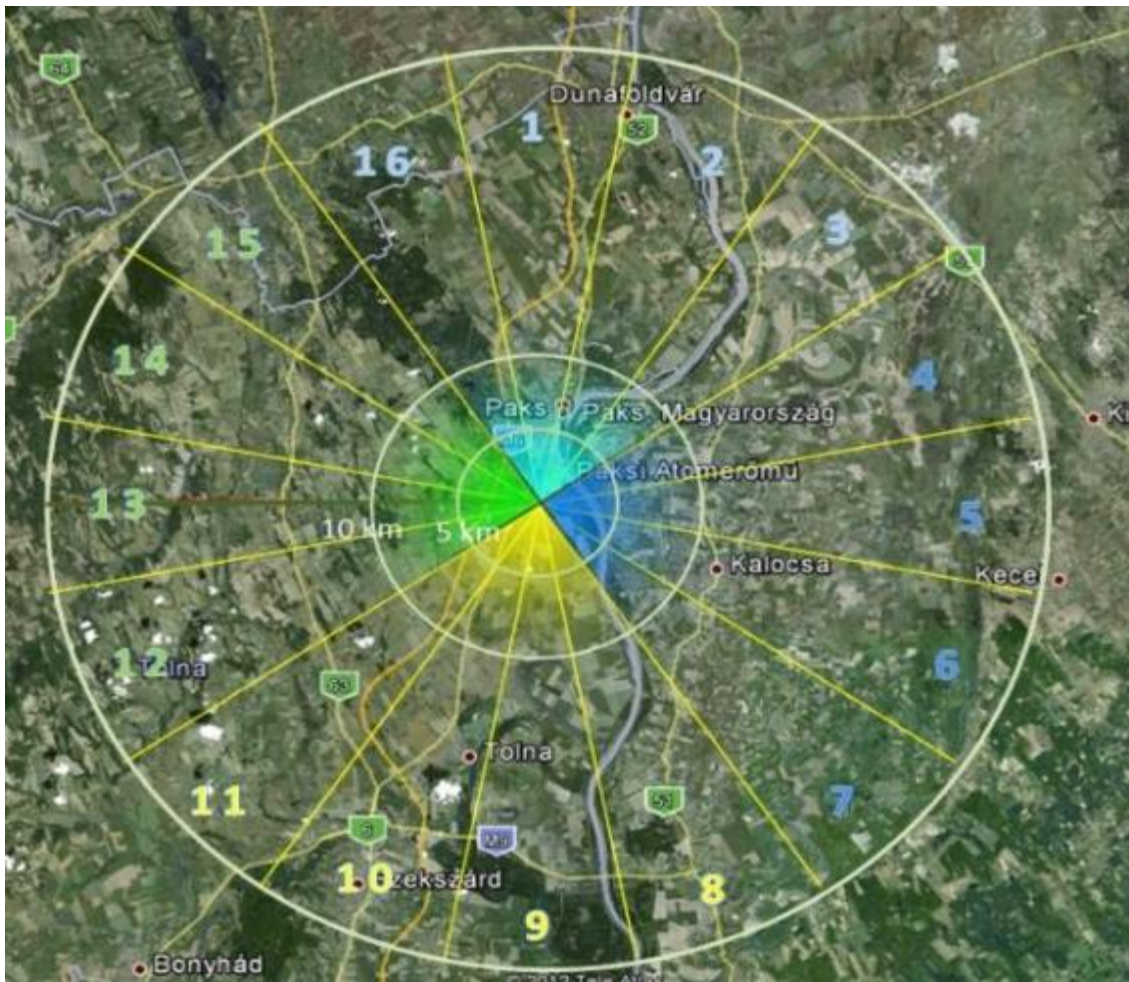


Рисунок 99: Розподіл секторів в радіусі 30 км від АЕС

Dunaföldvár	Дунафельдвар
Paks	Пакш
Magyarország	Угорщина
km	км
Paksi Atomerőmű	Атомна електростанція «Пакш»
Kalocsa	Калоча

Kecel	Кецел
Tolna	Толна
Szekszárd	Сексард
Bonyhád	Боньгад

При аналізі зразків води і намулу Дунаю, річку розділили на частини - над і під АЕС.

Рух радіоактивних матеріалів та їх присутність в навколишньому середовищі - результат складних процесів, поглинання радіоізотопів рослинами, наприклад залежить від численних факторів, з яких найістотнішими є: структура, пластичність і механічний склад ґрунту, глибина кореневої системи рослин, пропорція підземних та надземних частин рослин, тривалість вегетаційного періоду, погодні та метеорологічні умови.

Взаємодії елементів навколишнього середовища найкраще вивчати, згідно МАГАТЕ, за допомогою так званих матриць взаємодії. Завдяки цим взаємодіям можливо описати рух радіоактивних речовин у природі. Природні ареали, та їхні головні взаємодії, через які розповсюджується радіоактивне забруднення, можуть змінювати своє місце. Вздовж діагоналі матриці взаємодії розташовані головні елементи середовища, клітини поруч з ними містять взаємодії між ними. Взаємодії слід враховувати за годинниковою стрілкою між діагональними елементами.

Наведена нижче таблиця показує природні ареали, їхні основні взаємодії, через які радіоактивні речовини можуть поширюватися, переходити з одного місця на інше.

	1	2	3	4
1	Ліс	Вітер (аерозоль, випаровування) Ґрунтові води, поверхневі води (стік) Ґрунт (змішування ґрунту) Використання золи (добриво) Використання гною (добриво) Органічні продукти розкладання Використання виробів з дерева	Вітер (аерозоль, випаровування) Ґрунтові води, поверхневі води (стік) Ґрунт (змішування ґрунту) Осадження золи (спалювання) Органічні продукти розкладання Тваринна їжа	Вітер (аерозоль, випаровування) Ґрунтові води, поверхневі води (стік) Ґрунт (змішування ґрунту) Осадження золи (спалювання) Органічні продукти розкладання
2	Вітер (аерозоль, випаровування) Осади золи (спалювання)	Сільськогосподарські угіддя	Вітер (аерозоль, випаровування) Ґрунтові води, поверхневі води (стік) Ґрунт (змішування ґрунту) Осадження золи (спалювання) Органічні продукти розкладання Тваринна їжа	Вітер (аерозоль, випаровування) Ґрунтові води, поверхневі води (стік) Ґрунт (змішування ґрунту) Осадження золи (спалювання) Органічні продукти розкладання
3	Вітер (аерозоль, випаровування) Осадження золи (спалювання) Свійські тварини, Гній	Вітер (Аерозоль, випаровування) Осадження золи (спалювання) Використання гною	Трав'яне покриття	Вітер (аерозоль, випаровування) Ґрунтові води, поверхневі води (стік) Ґрунт (змішування ґрунту) Осадження золи (спалювання) Органічні продукти розкладання
4	Вітер (аерозоль, випаровування, бризки) Вода (поїння тварин) Повінь	Вітер (аерозоль, випаровування, бризки) Ґрунтові води (вплив) Осад (намул) Вода (поїння тварин) Зрошення Повінь	Вітер (аерозоль, випаровування, бризки) Ґрунтові води (вплив) Осад (намул) Вода (поїння тварин) Зрошення Повінь	Річка , озеро

Таблиця 60: Основні взаємодії природних ареалів

РЕЗУЛЬТАТИ ВИМІРЮВАНЬ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА – ДАНІ ВСЕРК

Спочатку важливо відзначити, що глобальні радіоактивні забруднювачі, як ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{90}Sr , швидше за все, є залишками ядерних експериментів або атомної катастрофи Чорнобильської АЕС, крім того визначити, чи тритій (^3H) і радіовуглець (^{14}C) - глобальні забруднювачі або космогенні речовини, або побічні продукти роботи АЕС «Пакш», теж важко.

З даних концентрації активності **аерозолів** можна було встановити лише просторовий розподіл (> 10 км) ізотопів ^{137}Cs і ^{131}I . Ізотоп ^{131}I знайшли 11 разів на відстані більше 10 км, його поява може бути результатом лікарняних застосувань, а дані 2011 року можуть бути пов'язані зі випробуваннями Інституту Ізотопів (Izotóp Intézet Kft.) або Фукусімою. Стабільна в часі радіоактивність **грунтових** зразків (таблиця 61.) доказує, що довкола АЕС, перш за все, траплятимуться радіоактивні речовини глобального походження, а також те, що середні дози її залишаються в межах середніх рівнів по країні.

Нуклід	Рік	Середня [Бк/кг]	Мінімальна [Бк/кг]	Максимальна [Бк/кг]	Штук	В середньому по країні [Бк/кг]	Контрольний рівень [Бк/кг]
^{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

Таблиця 61: Зведені дані концентрації активності ґрунту

Просторовий розподіл концентрації активності ґрунту теж вказує на глобальні джерела радіоактивних матеріалів довкола АЕС «Пакш». Просторовий розподіл концентрації активності **трави та кормів** показує схожі результати, з тією різницею, що тут присутній ще і тритій. З розподілу вздовж річки концентрації активності **водних** зразків з **Дунаю над АЕС** видно, що радіоактивні речовини присутні у воді річки і над АЕС. Три найчастіших радіоактивних елемента (^{137}Cs , ^{90}Sr , ^3H) глобального походження в ній виявляються постійно. З **водних** зразків **Дунаю під АЕС** розподіл концентрації активності показує також схожі результати, у деяких місцях дані показують більшу радіацію над АЕС, ніж під нею. Осади Дунаю над АЕС показують стабільні в часі дані щодо ізотопу ^{137}Cs . В **осадах** Дунаю під АЕС знаходимо рівномірні у часі рівені радионуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr , які суттєво не більші за тих, які є над АЕС. Зразки води **стоячих водойм** в порівнянні з іншими водоймами країни не показують великих різниць в просторовому розподілі радіоактивних речовин. У часовому розподілі зразків стоячих водойм вже можна помітити зміну рівня ^{90}Sr , рівень ^3H залишається під середнім по країні рівнем (^3H : 4,3 Бк/дм³). Зразки осадів стоячих водойм у часовому розподілі показують зміну рівня ^{137}Cs . Зі зразків щодо розподілу активності живих організмів стоячих водойм отримано лише декілька придатних результатів, в них концентрація активності ^{137}Cs була в середньому 0,22 Бк/кг. Це не перевищує середній рівень по країні (0,42 Бк/кг).

У зразках **молока** концентрацію щодо активної концентрації, результати були придатні лише для визначення просторового розподілу радионуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr .

Розподіл у часі концентрації активності у зразках молока був рівномірним, і має такий же порядок, як середній рівень по країні.

Нуклід	Рік	Середня [Бк/дм ³]	Мінімальна [Бк/дм ³]	Максимальна [Бк/дм ³]	Штук	В середньому по країні [Бк/дм ³]	Контрольний рівень [Бк/дм 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

Таблиця 62: Зведені дані концентрації активності молока

Вимірювання **потужності дози (використовуючи TLD)** показало, що при просторовому розподілі дані довкола АЕС «Пакш» здебільшого залишаються в нижньому діапазоні рівня по країні (в середньому: 78 нЗв/год).

РЕЗУЛЬТАТИ ВИМІРЮВАНЬ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА – ДАНІ СЕРКП

Дані ÜKSER охоплюють, перш за все, територію біля станцій типу «А» (A1-A19) і контрольної станції (B24), майданчик та його оточення. Станції типу «А» розташовуються ближче до АЕС, тут ймовірність появи радіонуклідів з ядерних викидів електростанції вища. У цьому випадку також використовувались лише дані штучних радіонуклідів.

Дані зразків **повітря** показують присутність лише типових для АЕС радіонуклідів (^{54}Mn , ^{58}Co , ^{60}Co) на протязі 2001-2011 років. Рівні концентрації активності ^{137}Cs , ^{14}C і ^3H на станціях типу «А» і контрольної станції типу «В» схожі. При перевірці зразків **опадів, ґрунту та трави** АЕС **характеризувалась** тільки рівнем радіонукліду ^{60}Co , так як нукліди ^{137}Cs і ^{90}Sr є також радіоактивними ізотопами глобального походження. Радіонуклід ^{131}I зразків повітря та опадів, можливо з'являється внаслідок викидів Інституту Ізотопів (Izotóp Intézet Kft.) і катастрофи АЕС Фукусіми. Радіонукліди (^{54}Mn , ^{58}Co , ^{60}Co , $^{110\text{m}}\text{Ag}$, ^{106}Ru , ^{144}Ce) зразків намулу та ґрунту довкола майданчику є викидами АЕС і

створилися в результаті стоку води та накопичення. Крім цих місць накопичення, радіонукліди походженням з АЕС «Пакш» не були однозначно виявленими в жодних елементах навколишнього середовища території.

Потужність доз також знаходиться в нижчому діапазоні міряних в країні значень..

Станція	Середні дані потужності дози [нЗв / ч]	Рік
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
Контрольний рівень згідно ВСЕРК	78	2001-2011

Таблиця 63: Середні значення потужності дози

Радіологічний моніторинг ґрунтової води

На території та поблизу АЕС «Пакш» створено декілька свердловин для взяття зразків ^3H та інших радіоактивних ізотопів з ґрунтової води. Зразки з території АЕС показують широку флуктуацію тритію. Середній рівень показників рухається між 2 і 2 326 Бк/дм³, залежно від пори року, рівня води і сили течії. Загальні висновки які слідують з цього:

- Розповсюдження тритію довкола головного будинку АЕС «Пакш» має Пн, Пн-Сх напрямом. При високому рівню води Дунаю цей напрямок відхиляється на Пн, Пн-Зх, поширення навантаження зупиняється і дещо розширюється в західному .
- Крім тритію, була виявлена тільки низька концентрація ^{14}C , інших штучних радіонуклідів у ґрунтовій воді не знайшли.
- Згідно з даними, концентрація активності тритію поступово зменшується.

Виявлений тритій (^3H) і радіовуглець (^{14}C), взагалом, має глобальне походження. На жаль, база даних щодо таких вимірювань в масштабі усієї країни досить обмежена, але значення, виміряні безпосередній близькості до АЕС, ймовірно пов'язані з викидами електростанції. Поява цих ізотопів у ґрунтовій воді очевидно пов'язана з АЕС, але навантаження поширюється тільки на її територію.

Дослідження появи радіоізотопів у безпосередній близькості АЕС у 2012 році

Для характеристики стану (концентрація радіонуклідів) довколишнього середовища АЕС, проводились наступні вимірювання в 5 пунктах: стаціонарна гамма-спектрометрія (50 вимірів), виміри потужності дози гамма-випромінювання (50 вимірів), виміри концентрації активності ґрунту (50 зразків), виміри концентрації активності трави, осоки і кори дерев (50 зразків). Екологічні дослідження проводились раніше для підтримки продовження терміну служби АЕС «Пакш», і були реалізовані на основі морфологічних ознак потенційних місць накопичення.



Рисунок 100: супутниковий знімок позначених в програмі місць збору зразків

Paksi Atomerőmű | Атомна електростанція «Пакш»

На позначених місцях вимірювань зразки ґрунту та рослин брали під час двох періодів вегетації (весною і раннім літом, та в кінці літа і восени), для послідувочого визначення концентрації радіонуклідів.

В загальному можна сказати, що концентрація бета-активності зразків ґрунту та рослин в більшості (80–95 %) походить від вмісту ^{40}K , отже її значення добре співпадають. Середня концентрація всієї бета-активності зразків ґрунту взятих в радіусі 30 км від АЕС була 612 Бк/кг. Концентрація змінювалася в діапазоні 410–788 Бк/кг. Середня концентрація всієї бета-активності зразків рослин навесні була 706 Бк/кг а восени 604 Бк/кг. Концентрація змінювалася в досить широкому діапазоні від 226 Бк/кг до 1236 Бк/кг. Сезонні зміни ізотопу ^{40}K очевидно відбилися і на цих результатах.

В зразках ґрунту, взятих з довкілля АЕС, вимірювалась концентрація активності ^{90}Sr і ^{137}Cs (1,0 Бк/кг, та 16,1 Бк/кг в середньому), на III-й території (0,4 Бк/кг, та 7 Бк/кг в середньому). В зразках намулу, порівняно зі зразками ґрунту, концентрація ізотопів як ^{90}Sr , так і ^{137}Cs була меншою. В зразках намулу середня концентрація активності ^{90}Sr була 0,30 Бк/кг, а ^{137}Cs 5,9 Бк/кг. Для порівняння, в намулі озера Балатон концентрація активності ^{90}Sr - в середньому 0,92 Бк/кг, ізотопа ^{137}Cs - в середньому 45 Бк/кг. У намулі озера Веленце середня концентрація активності ^{90}Sr була 4,39 Бк/кг, а середня концентрація ^{137}Cs 31 Бк/кг. Концентрація ^{90}Sr в зразках вегетації на IV-й території 1,5 Бк/кг. Середня концентрація активності ^{137}Cs усіх зразків була 0,44 Бк/кг, а ^{90}Sr - 1,06 Бк/кг.

Резюме аналізу природної радіоактивності

На основі даних СЕРКП і ВСЕРК, характерні для АЕС радіонукліди зустрічалися в вимірній кількості тільки в деяких зразках повітря, викидів, намулу та ґрунту і вони, перш за все, були радіонуклідами ^{54}Mn , ^{60}Co , ^{58}Co , та ^{110m}Ag . Радіонукліди йоду також були знайдені. Їхня поява може бути результатом інциденту в АЕС у 2003 році, викидів Інституту Ізотопів (Izotóp Intézet Kft.) або аварії у Фукусімі. Поява радіоактивного йоду на більш віддалених від АЕС територіях може бути результатом вносу внаслідок медичного застосування. Поряд з дослідженнями 2001-2011 рр., у 2012 році також проводились стаціонарна гамма-спектрометрія та вимірювання потужності дози гамма-випромінення на місцях, разом зі збором зразків ґрунту та флори. Лабораторні вимірювання зразків також виявили

тільки присутність радіонуклідів ^{90}Sr і ^{137}Cs . Радіонуклід ^{60}Co в ґрунті був виявлений тільки в одному місці (поблизу АЕС) і тільки один раз. Схожим чином, на цих місцях (позначених на основі морфології і напрямку вітру як точки агрегації) у 1990-х рр. був виявлений декілька разів радіонуклід $^{110\text{m}}\text{Ag}$.

Таким чином можна стверджувати, що при нормальній роботі АЕС, вплив її викидів на навколишнє середовище та поведінку, міграцію, рух радіонуклідів в довкіллі або в його елементах не можна виявити, простежити або описати за допомогою вимірювань. Вимірювання потужності дози гамма-випромінювання на навколишнє середовище підтвердили, що по поблизу АЕС «Пакш» немає завищених рівнів.

21.2 ПЕРЕВІРКА СТАНУ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ, ЩО ПРОЖИВАЄ В 30-КИЛОМЕТРОВІЙ ЗОНІ

Перевірка стану здоров'я населення необхідна, щоб виявити, як часто зустрічаються серед населення, що проживає у радіусі 30 км від об'єкта, хвороби, потенційно пов'язані з іонізаційним випромінюванням.

Досліджувану територію було обрано коло з радіусом 30 км від центру АЕС Пакш.

Для оцінювання ситуацій/станів епідеміологічного типу не існує правової бази, також нема закріплених методів дослідження. Тому ми у нашій роботі керувалися результатами і методами проекту, здійсненого в рамках програми Biomed, фінансованої ЄС і Європейською канцелярією WHO 2. Результати були видані в книзі: Lawson A, Biggeri A, Böhning D, Lessafre E, Viel J-F, Bertollini R: Disease Mapping and Risk Assessment in Public Health, Wiley, 1999.

Об'єктом досліджень стали лише ті хвороби чи групи захворювань, які мають власний код ВНО у Міжнародній класифікації захворювань і у випадку яких при дослідженні референційної популяції при обробці статистичних даних не спостерігаються відхилення, що вказують на аномалію (тобто ті, для яких угорські дані не відрізняються у непропорційно значній мірі від міжнародних даних; а також якщо у референційній популяції відмінності в розташуванні і часі не вказують на несумісність з природою хвороби невідповідності).

Діагноз причини смерті

Протягом уже тривалого часу Центральний комітет статистики Угорщини збирає свідоцтва про смерть, у яких лікар, що зафіксував факт смерті, зазначає демографічні дані і причину смерті. Діагноз причини смерті – на відміну від звичайного діагнозу – означає не діагностування певної хвороби, а опис – за певними правилами – процесу, що призвів до смерті. Картину хвороби, що є початком цього процесу, ми вважаємо індикатором, який буде використовуватися в процесі спостереження за станом здоров'я, адже головна мета проекту – визначити дію тих потенційних факторів ризику, які призводять до появи захворювання. Центральний комітет статистики Угорщини надало у наше розпорядження загальні щорічні дані про смертність у населених пунктах за видами захворювань за період 2001-2010 рр.

Соціальний статус

На досліджуваній території соціально-економічний статус різних людей, які тут проживають, неоднаковий. Оскільки соціальний статус впливає на спосіб життя і через різні його елементи – на появу захворювань, тому в процесі досліджень ці умови необхідно враховувати як додаткові фактори, які підлягають контролю. Для цього в першу чергу треба зібрати про них відповідну кількість інформації. Найпевнішим джерелом показників специфічних для даної місцевості і необхідних для досліджень соціально-економічних умов є база даних перепису населення, який востаннє був проведений у 2011 році. Ця база даних дає широку інформацію про соціально-економічний стан населення. Оскільки у програмі ми досліджуємо частоту випадків таких захворювань, для утворення яких потрібен довгий час експозиції, дані перепису 2011 року вважаємо прийнятними для досягнення нашої мети.

Облік населення

Облік жителів у населених пунктах змінювався протягом останніх 10 років, але завжди проходив в установах, що забезпечували його юридичну неперервність. На даний момент відповідальним за даний вид роботи органом є Центральне бюро Електронних і адміністративних послуг (КЕККН). У ході виконання програми при розрахунку певних індикаторів для деяких років потрібні були середньорічні демографічні дані про населення, які ми змогли визначити на основі одержаних від КЕККН даних.

Визначення зони впливу

У процесі досліджень ми обробили дані про населені пункти, згрупувавши їх за поштовими індексами. Реєстрація населення здійснюється на рівні населених пунктів. Дані про діагнози причин смерті і про випадки аномалій розвитку реєстровані також на рівні населених пунктів, але дані про спеціалізоване лікарське забезпечення хворих реєструються за місцем їх проживання на основі поштового індексу населеного пункту.

При дослідженнях ми розглядали три групи популяцій: перша група – мешканці в зоні радіусом до 10 км (як первинні потенційні носії впливів), друга група – мешканці в 10-20-кілометровій зоні (як вторинні потенційні носії впливів), третя група – мешканці в зоні радіусом 20-30-км (як референційна/контрольна група, що здатна найкраще представляти місцеві умови). Було взято до уваги окрему оцінку даних кожної з цих груп. Основними даними, на основі яких були визначені межі рівня ризику досліджуваної території, стали відстані даних населених пунктів від електростанції в межах власної зони.

Оцінка ризику смертності

Дані про смертність розглядалися відповідно до причин смерті. У кожному смертельному випадку оцінювався спостережений ризик смерті і статистична оцінка можливих відхилень очікуваного числа смертей від наявного. Були складені звіти про проведені статистичні оцінки ризику смерті в населених пунктах у 30-кілометровій зоні і про результати тестових перевірок статистичної оцінки відмінностей одержаних результатів від їх референційного/контрольного рівня.

Дослідження ризиків виникнення випадків захворювань

Розраховані на основі звітів органів спеціалізованої охорони здоров'я дані про частоту випадків захворювань були оброблені за видами захворювань. У випадку кожної групи захворювань був оцінений фактор ризику смерті у м. Пакш і статистична оцінка орієнтовної різниці між спостереженим і очікуваним числом випадків смерті.

Ми перевіряли роль електростанції як потенційного точкового джерела шляхом перевірки відхилення величини загального відносного ризику у визначених 10-кілометрових зонах від контрольної величини, а також за допомогою оцінки ролі зв'язку між місцевим ризиком, коригованим соціально-економічним статусом, і віддаленістю даного населеного пункту від електростанції.

Загалом картина захворювань популяції на територіях, що стали об'єктом аналізу, у випадках певних захворювань дає задовільні результати у порівнянні з референтною популяцією, або стан здоров'я популяції подібний до референтної групи. При остаточних дослідженнях певних захворювань на основі статистичних показників була припущена теоретична можливість впливу електростанції на зростання фактора ризику.

Для опису факторів ризику, що впливають на розвиток пухлинних захворювань, ми не розробляли власних опитувальних анкет, натомість використали переклад вільно доступних запитань, які були розроблені, затверджені й опубліковані Всесвітньою організацією охорони здоров'я (WHO) в рамках проекту CINDI.

Залучення дільничних лікарів було потрібне для того, щоб перевести у цифри можливий вплив експозиції електростанції на ризик виникнення пухлинних захворювань. Досліджувану експозицію (дозу іонізованого опромінення, що потрапляє в зовнішнє середовище з АЕС Пакш) ми враховували не за даними безпосередніх вимірювань, а оцінювали на основі відстані від електростанції до місця проживання досліджуваних осіб. Спричиненою цим шкодою для здоров'я була зареєстрована дільничним лікарем інцидентна пухлинних захворювань. Іншими контрольованими факторами ризику були: вік, стать, освіта, паління, зв'язане з роботою опромінення, повторні пухлинні захворювання у родині, цукровий діабет, гіпертонія, ішемічна хвороба серця. У ході досліджень дільничні лікарі трьох областей з населених пунктів, що знаходяться у 30-кілометровій зоні навколо АЕС Пакш, збирали дані за допомогою складених на основі міжнародних стандартів опитувальних анкет. Дільничний лікар заповнював інформаційну картку на кожного дорослого хворого з діагностованим пухлинним захворюванням, що перебував під його наглядом з 1 січня 2010 р. до 31 грудня 2012 р. Після цього лікар вибирав відповідного за віком, статтю і освітою пацієнта, що не страждав від пухлинного захворювання, і, використовуючи його як референтну особу, теж заповнював для нього інформаційну картку. У процесі обробки даних ми оцінювали вплив факторів ризику за типами пухлинних захворювань.

У ході досліджень факторів ризику ми частково одержали результати, які відповідали типу пухлинного захворювання (паління збільшує можливість появи раку легенів, глотки, пухлин голови і шиї, а також раку сечового міхура), а також такі, що відображали вплив вибору зразка. (Через те, що база даних була побудована за принципом узгодження перевірки за віком, освітою і статтю, ми не могли би простежити попри ідеальне припасування властивості цих факторів, хоча вони, безперечно, існують).

Під час розгляду деяких пухлинних локалізацій ми загалом не простежували позитивного зв'язку між поширенням цих захворювань і близькістю АЕС Пакш. У випадку раку грудей статистичні дані свідчать про значне зменшення частоти захворювань поблизу електростанції. Було досліджено багато пухлинних локалізацій, і лише визначення розсіяння розчленованих шансів дає можливість оцінити вплив електростанції на виникнення цих захворювань. Розсіяння шансів за типом пухлинного захворювання рівномірне навколо нейтральної величини.

Дослідження показують, що присутність електростанції не має впливу на зростання навколо неї пухлинних захворювань.

Таким чином, можна стверджувати, що перевірка не виявила зростання пухлинних захворювань серед населення, що проживає в районі АЕС Пакш.

21.3 Існуюче радіаційне навантаження на населення, що проживає в 30-кілометровій зоні від об'єкта

Оцінка радіаційного навантаження населення була проведена за наступними принципами:

дозу опромінення населення ми оцінили на основі даних про радіоактивні випуски діючих на даний момент на території об'єкта радіоактивних об'єктів, про потужність прямих і непрямих доз опромінення, а також на основі даних про радіаційну перевірку навколишнього середовища.

Для визначення опромінення, що спричинене різними штучними методами, ми взяли до уваги опромінення, що може виникнути в результаті різноманітної діяльності, як от: вивезення радіоактивних відходів, транспортування нових і використаних опалювальних елементів, переміщення джерел випромінювання на території об'єкта, а також випромінювання в результаті радіографічних перевірок.

Оцінку радіаційного навантаження ми здійснили в 30-кілометровій зоні навколо об'єкта, використавши дані 2001-2011 рр., за допомогою визнаних на міжнародному рівні методів і програм.

Для оцінки радіаційного навантаження на населення ми визначили характеристики, що визначають розповсюдження радіоактивних речовин на території об'єкта і в його околицях, після чого розробили сценарії їх очікуваних викидів. Для оцінки рівня опромінення ми врахували і опромінення з різних джерел у ході різноманітної діяльності, і вивезення радіоактивних відходів, транспортування нових і використаних опалювальних елементів, переміщення джерел випромінювання на території об'єкта і промислові радіографічні перевірки. Варто відзначити, що пряме і непряме випромінювання безпосередньо від АЕС Пакш, практично невідчутне. Оскільки результати вимірювання продуктивності дози потрапили у фонову зону, вирахувати на їх основі радіаційне навантаження від радіоактивних об'єктів на населення неможливо. Населення одержує пряме і розсіяне опромінення насамперед з інших джерел, тому модельні розрахунки ми проводили на них.

На основі моделюючих сценаріїв ми визначили ретенційне радіаційне навантаження для критичної групи у окремих і відповідно об'єднаних випадках. Оцінку радіаційного навантаження ми проводили методами і програмами, визнаними на міжнародному рівні, використовуючи при цьому пропозиції і дані ICRP і IAEA (NAÜ).

На основі розрахунків ми оцінювали, чи не перевищує доза дозволена дозу обмеження під час роботи АЕС Пакш і ККАТ для критичної групи населення (гіпотетичної групи, що включає дитяче населення нс. пунктів Чамма і Гер'єн). Ця величина була визначена у 1988 році у розмірі 100 $\mu\text{Sv}/\text{рік}$, 90% якої може використати АЕС Пакш, а 10% – ККАТ.

Для опису атмосферного розповсюдження при нормальному режимі роботи в процесі розрахунків ми використовували пропонований на міжнародному рівні т. зв. метод секторного усереднення на основі факельної моделі типу Гауса. Опис забруднення окремих елементів надземного ланцюга живлення базувався на т. зв. техніці «концентрація-фактор».

У моделі, що описує викиди в Дунай, враховано, що змішування у боковому напрямку – навіть на великій відстані від точки випуску – здійснюється лише частково. З гідрологічних параметрів можна врахувати залежні від відстані т. зв. фактори корекції змішування, які визначають, наскільки більшою буде концентрація нуклідів у воді на певній відстані від точки випуску на правому березі Дунаю у порівнянні з повним змішуванням.

У завданні ми оцінили радіаційне навантаження на населення також і з інших джерел, використовуючи для цього на певних зовнішніх маршрутах опромінення програму міжнародного застосування, а також порівняли результати з доступними результатами вимірювань.

Радіаційне навантаження населення, спричинене атмосферними випусками

Для визначення концентрації атмосферного розповсюдження від атмосферних випусків, а також концентрацій у складових елементах наземного ланцюга живлення і радіаційного навантаження від деяких маршрутів опромінення ми використовували програмний пакет "SS57" власної розробки, підготовлений на основі описаних у публікаціях IAEA Safety Series No.57 і IAEA Safety Reports Series No.19 моделей. Для розрахунків ми використовували т. зв. метод секторного усереднення на основі факельної моделі типу Гауса. Метод, який ми застосовували, базується на міжнародних пропозиціях, об'єднує спільний досвід багатьох держав, і легко може застосовуватися для рутинної діяльності.

Ми виконали розрахунки радіаційного навантаження від атмосферних викидів АЕС Пакш і ККАТ на кожен рік у період з 2001 по 2011 рр. Результати розрахунків у випадку критичної групи – дітей нас. пункту Чампа – через викиди АЕС Пакш подані на рис. нижче. За винятком аварії 2003 року, в період між 2001-2007 рр. загальне радіаційне навантаження постійно спадало, після цього було зростання у 2009 р. (дані 2010-2011 рр. знову показують спад).

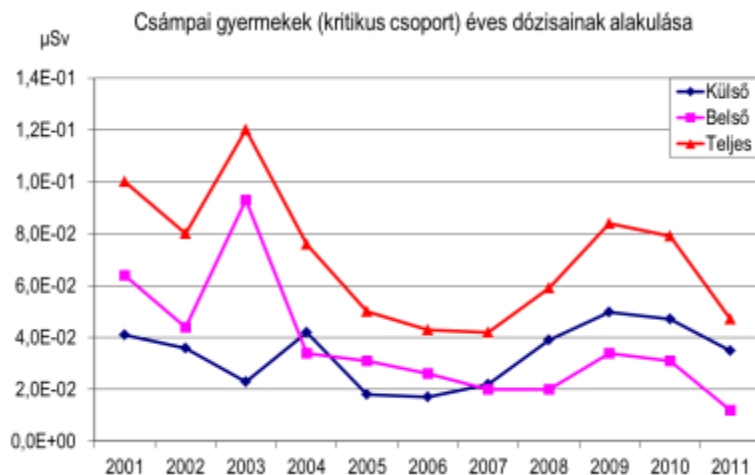


Рисунок 101. Графік формування річних доз опромінення дітей населеного пункту Чампа (критичної групи) внаслідок викидів димарів АЕС Пакш

Csámpai gyermekek (kritikus csoport) éves dózisainak alakulása	Річна доза дітей в с. Чампа (критична група)
külső	зовнішня
belső	внутрішня
teljes	всього

Радіаційне навантаження від водних викидів

Рідкі випуски з електростанції в кінцевій стадії потрапляють у Дунай як у прийомне водне середовище. При консервативному підході не бралися до уваги процеси розрідження і осідання на проміжній ділянці шляху – у водозбірних цистернах і тепловодному каналі (також можна зігнорувати радіоактивний розпад у процесі розповсюдження у воді Дунаю, брати до уваги потрібно лише осад радіонуклідів).

Найпростіша модель, яка застосовується для опису розповсюдження і розрідження у воді, припускає повне змішування. Близько до місць викидів ця умова не дотримується, тому у цих місцях концентрація буде більшою, ніж обчислена при повному змішуванні. Рівень цієї концентрації важко визначити, в першу чергу через те, що вона залежить від багатьох факторів (кількість випущеної і маса прийомної води, температура, швидкість течії і т. д.), тому і математичне розв'язання цієї проблеми теж дуже складне.

На рисунку нижче показані результати розрахунків зовнішнього і внутрішнього радіаційного навантаження від рідких викидів АЕС Пакш і ККАТ (які разом потрапляють у Дунай) для дітей віком 1-2 років населеного пункту Гер'єн

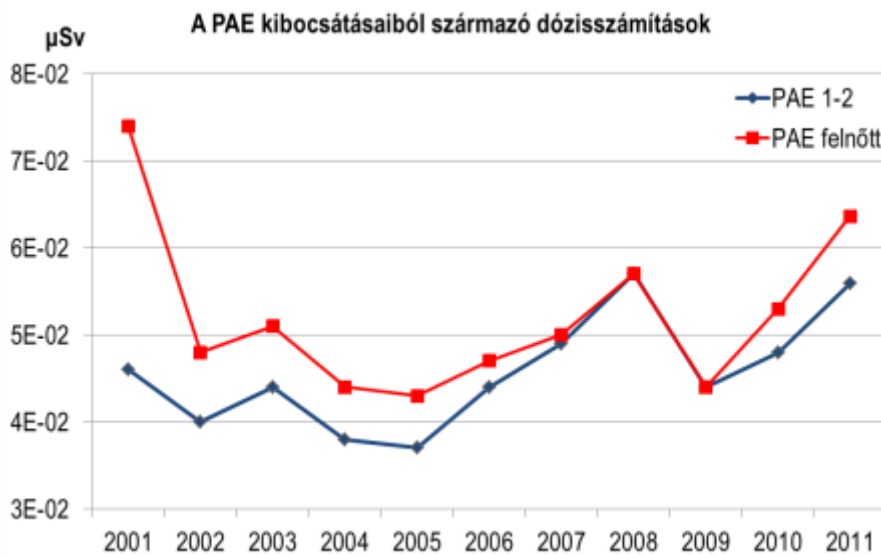


Рисунок 102: Обчислення радіаційного навантаження для дітей віком 1-2 років і дорослих населеного пункту Гер'єн від рідких викидів АЕС Пакш

A PAE kibocsátásaiból származó dózisszámítások	Розрахунки доз від викидів АЕС «Пакш»
PAE 1-2	АЕС «Пакш», 1-2 р.
PAE felnőtt	АЕС «Пакш», дорослі

Радіаційне навантаження з інших джерел

Частина маршрутів транспортування **радіоактивних відходів** пролягає біля населених пунктів, тому цивільне населення може перебувати відносно близько до вантажівок. Люди можуть наблизитися до дороги на відстань 5 м, і в такому випадку, якщо проводити розрахунки з середніми даними для активних цистерн АЕС, за 5 хвилин така людина може одержати дозу опромінення 23,04 µSv. Такий підхід припускає, що певна особа при кожному транспортуванні стоїть коло дороги якраз поблизу вантажівки, тому це абсолютно консервативний підхід.

При перевезенні нових **опалювальних елементів** ми розглядали два випадки. Перший: Якщо на залізничній станції з якихось причин (перешкода на шляху) поїзд зупиниться, а пасажир, що перебуває на станції, на деякий час (півгодини) будуть знаходитися відносно близько – на відстані 5 м – від поїзда. У цьому випадку радіаційне навантаження від опалювальних елементів, розміщених в одному вагоні, складає 0,66 µSv. Другий випадок: коли поїзд проїжджає через станцію без зупинки зі швидкістю 30 км/год., критична особа, яка стоїть на станції за 5 м від поїзда, одержить дозу опромінення 1,17 nSv.

Ми розраховували нейтронні і гамма-променеві навантаження на різні відстані від об'єкта, а також для критичної групи населення населеного пункту Чампа при перевезенні **використаних опалювальних елементів** у межах об'єкта в транспортних контейнерах С-30 в ККАТ. При розрахунках ми брали до уваги середньо відпрацьовані (40,9 GWдень/tU) опалювальні елементи і касети, що пролежали 3 роки. Для критичної групи населення (що перебуває на відстані 1300 м від зовнішньої стінки контейнера) ми припускали час транспортування 1 год. і 480 перевезених спрацьованих опалювальних елементів на рік, що можна вважати максимальною величиною; при цьому доза опромінення становила 0,0235 nSv.

Ми перевірили і радіаційне навантаження на різних відстанях у випадку перевезення **пристроїв, що містять на своїй поверхні радіонукліди**, в межах території об'єкта. На відстані 500 м від ⁶⁰Co (на поверхні потужність дози становить 1 µSv/h) потужність дози складає 5,33E-09 µSv/h – це значить, що приблизно за 21 рік цей елемент, перебуваючи на поверхні пристрою, може спричинити радіаційне навантаження величиною 1 nSv.

При **промислових радіографічних перевірках** для різноманітних досліджень використовують високоактивні джерела випромінювання у двох позиціях: джерело залишається у власному екранному чохла або – під час радіологічної перевірки – джерело без захисту перебуває у навколишньому середовищі. Розрахунки на час

радіографічних перевірок ми виконали для різноманітних відстаней з джерелом ^{192}Ir типу 2 ТВq, а також з джерелом початкової активності ^{75}Se типу 5 ТВq. Ми припускали, що на рік відбувається 2200 перевірок. Це на відстані 1300 м і 500 м спричинює радіаційне навантаження величиною відповідно 0,67 μSv і 5,62 μSv .

Підсумки радіаційного навантаження на населення

Під час моделювання у всіх випадках річний рівень дози опромінення був на порядки менший від рівня бар'єру (1 mSv) і рівня обмеження дози (100 μSv спільно для об'єктів АЕС Пакш і ККАТ) при таких консервативних припущеннях, які у житті трапляються з дуже малою ймовірністю. Радіаційне навантаження від викидів потрапило у категорію порядку nSv/рік, навантаження від інших джерел (нові і використані опалювальні елементи, перевезення радіоактивних відходів, радіографічні перевірки) можуть бути більшими, але ці випадки не постійні, і в найгіршому випадку радіаційне навантаження населення потрапить в категорію порядку μSv /рік, що на багато порядків нижче від дозволеного правовими нормами рівня.

Річні зміни радіаційного навантаження на такому рівні вимірюванням практично неможливо визначити, тому і надалі нам треба покладатися на розрахунки і моделювання.

21.4 Вплив будівництва АЕС Пакш II. на радіаційне навантаження населення, що проживає в околицях об'єкта

Під час будівництва АЕС радіаційне навантаження на населення може бути спричинене насамперед радіографічними перевірками. При відомій кількості річних радіографічних перевірок можна визначити величину річного радіаційного навантаження на населення. Очікується, що одержані результати будуть того самого порядку, що і результати попередніх розрахунків. Радіаційне навантаження від радіографічних перевірок вважається безпосереднім впливом, опосередкованого впливу в цій фазі немає.

21.5 Вплив роботи АЕС Пакш II. на радіаційне навантаження населення, що проживає в околицях об'єкта

РАДІАЦІЙНЕ НАВАНТАЖЕННЯ ВІД АТМОСФЕРНИХ ВИКИДІВ

При нормальному робочому режимі викиди відбуваються на висоті 100 м (комин) і 40 м (будівля турбіни). Виходячи з висоти комина (100 м), ми взяли за основу подібність умов з АЕС Пакш і розрахунки проводили для ефективної висоти викидів 120 м, використовуючи при цьому дані 120-метрової метеорологічної вежі. Висоту викидів 40 м ми враховували при ефективній висоті у 50 м, використовуючи при цьому дані метеорологічної вежі на висоті 50 м.

При оцінці викидів нуклідів ми виходили з даних, розрахованих для нормальної роботи об'єкту, поданих у ЗАТ «МVM Paks II» (дані російської сторони) [40].

Радіонуклід	Викиди через комин	Викиди над дахом будівлі
	I. викид	II. викид
	Bq/рік	Bq/рік
^3H	7,80E+12	2,40E+09
^{14}C (CO ₂)	3,00E+10	-
^{14}C (органічний)	5,70E+11	-
$^{83\text{m}}\text{Kr}$	1,34E+12	5,40E+10
$^{85\text{m}}\text{Kr}$	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
$^{131\text{m}}\text{Xe}$	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 (аерозоль)	4,85E+07	2,48E+05
^{132}I (аерозоль)	6,46E+07	8,00E+05
^{133}I (аерозоль)	9,20E+07	7,44E+05
^{134}I (аерозоль)	4,40E+07	2,24E+05

¹³⁵ I (аерозоль)	7,53E+07	5,68E+05
¹³¹ I (елементний)	4,85E+07	2,48E+06
¹³² I (елементний)	6,46E+07	8,00E+06
¹³³ I (елементний)	9,20E+07	7,44E+06
¹³⁴ I (елементний)	4,40E+07	2,24E+06
¹³⁵ I (елементний)	7,53E+07	5,68E+06
¹³¹ I (органічний)	4,85E+07	3,47E+06
¹³² I (органічний)	6,46E+07	1,12E+07
¹³³ I (органічний)	9,20E+07	1,04E+07
¹³⁴ I (органічний)	4,40E+07	3,14E+06
¹³⁵ I (органічний)	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

Джерело: MIR.1200 Preliminary data and information for safety and environmental licensing, Appendix 3

Таблиця 64: Викиди з двох блоків при нормальній роботі (Bq/рік)

Про викиди радіонуклідів ми подали наступні додаткові міркування:

- тріцій ми вважали на 100% водяною парою.
- радіокарбон ми вважали на 5% CO₂ і на 95% органічним, на підставі багаторічних даних про викиди АЕС Пақш.
- радіойоди ми вважали на 4% аерозолями, на 40% елементними і на 56% органічними, на основі середніх даних про викиди АЕС Пақш за останні роки.

Інертні гази ми вважали елементними, решту радіонуклідів, не згаданих у попередньому абзаці, вважали аерозолями. На основі вищеподаних концентрацій ми вирахували дози, використовуючи і на цей раз вже раніше згадану нами програму „SS57”:

- ❖ зовнішнє радіаційне навантаження
 - проникаюча гамма-доза
 - поверхнево-ґрунтова гамма-доза
 - гамма-доза від ресуспензії
 - проникаюча бета-доза (шкірна доза)
- ❖ внутрішнє радіаційне навантаження
 - доза при вдиханні
 - доза при вдиханні від ресуспензії
 - доза при ковтанні від споживання харчів

На основі метеорологічних даних 2009 року ми виконали розрахунки для дітей віком 1-2 роки і дорослої вікової групи, дотримуючись нижче вказаних місць розташувань:

Сектор-група	Сектор	Радіус	Відстань [км]
4-7	4,5,6,7	< 1 км	0,5
8-11	8,9,10,11	1-5 км	3
12-15	12,13,14,15	5-10 км	7,5
16-3	16,1,2,3	10-30 км	20
Чампа	12	Чампа	1,5

Таблиця 65. Розрахунки викидів за територіальним розподілом

Як видно з наступних двох таблиць, результати в основному подібні до результатів розрахунків, одержаних з використанням даних викидів уже наявних блоків; однак результати повної дози, одержаної для малих дітей населеного пункту Чампа, виявилися нижчими, ніж максимальні величини протягом багатьох попередніх років. Це спричинено в першу чергу тим, що Чампа лежить трохи далі і в трохи іншому напрямку від нових коминів, а з другого боку, представлені середні дані викидів відрізняються від попередніх.

Відповідно до викидів співвідношення певних нуклідів інше, ніж у випадку попередніх блоків, але і в цьому випадку домінує зовнішня доза інертних газів (домінує ^{88}Kr), визначальною є також частка радіокарбону, спричинена ковтанням. Крім цього, значну частину дози складає тріцій, ^{131}I (елементний) й ізопои Cs. Доза 1-2-річних дітей дещо вища, ніж доза дорослих, і в обох випадках зовнішні дози вищі.

Оскільки обчислені ефективні дози на досліджуваних територіях ніде не перевищують $90 \mu\text{Sv}$, а найвищі розрахункові величини (у випадку малих дітей на відстані 500 м лише 220 nSv) у два з половиною рази нижчі від допустимих, то можна стверджувати, що за межами запобіжної зони нормальна робота АЕС більшого ризику, ніж нейтральний (що перевищує $90 \mu\text{Sv}$) не спричиняє.

Відстань	<1 км				1-5 км				5-10 км				10-30 км				1,5 км
	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
Маршрут-сектор	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
гамма проникаюча	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
гамма поверхнева	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
гамма ресуспенз.	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
бета проникаюча*	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
зовнішні всього	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
Вдихання	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
Ресусп. вдихання	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
Ковтання	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
Внутрішні всього	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
Разом	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

* зовнішня і загальна (ефективна) дози містять у собі 1% проникаючої бета-дозы

Таблиця 66. Дози у випадку 1-2-річних дітей на основі метеорологічних даних 2009 р.в окремих місцевостях, за маршрутами опромінення (I+II, Sv)

Відстань	<1 км				1-5 км				5-10 км				10-30 км				1,5 км
	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
Маршрут-сектор	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
гамма проникаюча	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
гамма поверхнева	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
гамма ресуспенз.	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
бета проникаюча*	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
зовнішні всього	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
Вдихання	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
Ресусп. вдихання	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
Ковтання	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
внутрішні всього	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
Разом	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

* зовнішня і загальна (ефективна) дози містять у собі 1% проникаючої бета-дозы

Таблиця 67. Дози у випадку дорослих на основі метеорологічних даних 2009 р.в окремих місцевостях, за маршрутами опромінення (I+II, Sv)

Радіаційне навантаження проектної аварії

Перевірку подій проектної аварії ТА4 (Tervezési Alap 4) ми здійснювали на основі даних про подію DBC4 (Design Basis Category 4), одержаних у матеріалі [41] від російської сторони. У випадку події ТА4/DBC4 викиди з комина висотою 100 м ми враховували з ефективною висотою 120 м, «поверхневі» викиди від розміщених на дахах корпусів вентиляторів ми розраховували за висотою 35 м. Для розрахунків ми знову використовували модель „SS57”. Як окремі випадки ми розглядали «ранні» (розраховані на основі 10-денних викидів) і «пізні» (розраховані на основі 30-денних викидів) дози. В обох випадках ми обчислили дози при тих самих метеорологічних умовах для дітей віком 1-2 років і для дорослої вікової групи. Розрахунки ми проводили на основі літніх даних, величини для решти параметрів були такі самі, як і при нормальній роботі. Метеорологічні умови були пересічні, з низьким рівнем опадів:

Стабілізаційна (Pasquill) категорія: D

Швидкість вітру: 5 м/с (18 км/год)

Опади: 2,8Е-7 м/с (1 мм/год)

Для визначення радіусу зони впливу ми методом наближень визначили ті відстані, де дози максимальні. За сценарієм, ми виконали розрахунки для наступних відстаней: 300 м, 400 м (відстань максимальної дози), 600 м, 800 м, 3 км, 10 км, 20 км, 30 км.

Ранні дози: за даними 10-денних викидів з коминів і «поверхневих» викидів ми провели обчислення наступних доз, що походять з хмар і поверхні ґрунту і наприкінці подали їх суму:

- проникаюча гамма-доза
- проникаюча бета-доза (в суму входить 1%)
- поверхнево-ґрунтова гамма-доза
- доза від вдихання
- дози від ресуспензії

Нуклід	10-денні викиди комина	10-денні «поверхневі» викиди
¹³¹ I (елементний)	2,90Е+08	2,10Е+09
¹³² I (елементний)	1,50Е+07	1,00Е+08
¹³³ I (елементний)	5,80Е+07	4,00Е+08
¹³⁴ I (елементний)	3,20Е+06	2,30Е+07
¹³⁵ I (елементний)	1,00Е+07	7,10Е+07
¹³¹ I (органічний)	8,70Е+09	6,10Е+09
¹³² I (органічний)	1,70Е+08	1,20Е+08
¹³³ I (органічний)	1,40Е+09	9,80Е+08
¹³⁴ I (органічний)	2,00Е+07	1,40Е+07
¹³⁵ I (органічний)	1,90Е+08	1,30Е+08
^{85m} Kr	9,60Е+10	6,70Е+08
⁸⁷ Kr	4,40Е+10	3,10Е+08
⁸⁸ Kr	1,80Е+11	1,20Е+09
¹³³ Xe	9,70Е+13	6,80Е+11
¹³⁵ Xe	3,30Е+11	2,30Е+09
¹³⁸ Xe	7,00Е+09	4,90Е+07
¹³⁴ Cs	6,20Е+05	4,30Е+07
¹³⁷ Cs	2,20Е+05	1,60Е+07

Таблиця 68. Ранні викиди (Bq)

Пізнi дози: за даними 30-денних викидiв з комiнiв i «поверхневих» викидiв ми провели обчислення наступних доз, що походять з хмар i поверхнi ґрунту i наприкинцi подали їх суму:

- проникаюча гамма-доза
- проникаюча бета-доза (в суму входить 1%)
- поверхнево-ґрунтова гамма-доза
- доза вiд вдихання
- дози вiд ресуспензiї
- доза вiд ковтання

Нуклід	30-денні викиди комина	30-денні «поверхневі» викиди
¹³¹ I (елементний)	4,30E+08	3,00E+09
¹³² I (елементний)	1,50E+07	1,00E+08
¹³³ I (елементний)	5,80E+07	4,00E+08
¹³⁴ I (елементний)	3,20E+06	2,30E+07
¹³⁵ I (елементний)	1,00E+07	7,10E+07
¹³¹ I (органічний)	1,40E+10	9,80E+09
¹³² I (органічний)	1,70E+08	1,20E+08
¹³³ I (органічний)	1,40E+09	9,80E+08
¹³⁴ I (органічний)	2,00E+07	1,40E+07
¹³⁵ I (органічний)	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

Таблиця 69. Пізнi викиди (Bq)

Розрахунки були виконані для дорослих i дiтей вiком 1-2 роки, а також до обчислень були iнтегровані пізнiші дози, викликані осадами на поверхнi ґрунтiв, для дiтей – на 70, а для дорослих – на 50 рокiв; у випадку внутрiшнiх доз розрахунки у всiх випадках проводилися з фiксованими дозовими факторами. Подальшими консервативними умовами були: постійне перебування на зазначенiй території i споживання продуктiв, вироблених виключно у данiй мiсцевостi, а також вiдсутнiсть будь-яких запобiжних засобiв.

Як видно з нижче поданої таблиці, обчислена доза в жодному випадку не перевищує нейтрального (ефективна доза < 90 μ Sv/рiк) впливу (максимальна величина: 21 μ Sv – доза для маленьких дiтей на вiдстанi 400 м); тому можна стверджувати, що за межами запобiжної зони очiкувати можна лише нейтрального впливу (насправдi i в запобiжнiй зонi теж).

випадок/вiдстань	300 м	400 м	600 м	800 м	3 км	10 км	20 км	30 км
малі дiти ранні	9,00E-07	1,10E-06	9,02E-07	6,56E-07	1,17E-07	1,59E-08	4,78E-09	2,38E-09
дорослі ранні	5,30E-07	6,53E-07	5,22E-07	3,95E-07	8,40E-08	1,20E-08	3,65E-09	1,85E-09
малі дiти пізнi	1,70E-05	2,10E-05	1,61E-05	1,12E-05	8,30E-07	5,30E-08	1,07E-08	4,34E-09
дорослі пізнi	1,60E-05	2,00E-05	1,51E-05	1,01E-05	7,75E-07	4,60E-08	8,80E-09	3,46E-09

Таблиця 70. Сумарні загальні дози проектної аварії (Sv)

Про ранні дози можна сказати, що на близьких відстанях (наприклад, навіть у випадку максимальної відстані 400 м) найбільшу частку дози складає ^{131}I з «поверхневих» викидів (в першу чергу через вдихання), на дальших відстанях переважають інертні гази, особливо проникаюча гамма-доза від викидів з комина ^{133}Xe (яка здебільшого набагато нижча від розрахованої максимальної дози). При цьому сценарії доза для дорослих значно менша (на близьких відстанях приблизно на половину), ніж доза для малих дітей.

Більша частина пізніх доз на близьких відстанях походить від «поверхневих» викидів двох ізотопів Cs (і в меншій мірі від ^{131}I), (в першу чергу через поверхневу гамму і через ковтання); на дальших відстанях і тут в основному переважає проникаюча гамма-доза від викидів з комина ^{133}Xe . І в цьому випадку доза для дорослих менша за дозу для дітей, але на близьких відстанях лише незначною мірою (у цьому випадку поверхнева доза для малих дітей майже компенсується вищою дозою при ковтанні у дорослих).

Радіаційне навантаження від рідких викидів

По маршруту рідких викидів (тепловодний канал) рідкі радіоактивні відходи після змішування і розрідження потрапляють у Дунай і доходять до місць відбору води й інших точок використання. Таким чином, радіаційне забруднення у процесі використання Дунаю безпосередньо або через опосередковано (через водний ланцюг живлення) потрапляє в контакт з людиною і може спричинити зовнішнє і внутрішнє радіаційне ураження/навантаження.

Для обчислення радіаційного навантаження ми використовували модель, запропоновану НАУ. Плановані рідкі викиди стосуються одного блоку російського виробництва типу VVER 1200 MW і базуються на даних, одержаних від російського постачальника:

Радіонуклід	^3H	^{14}C	^{131}I	^{132}I	^{133}I	^{134}I	^{135}I	^{89}Sr
Викиди/блок	9,1E+12	1,05E+09*	3,5E+07	2,3E+06	1,2E+07	1,4E+06	3,9E+06	8,1E+05
Радіонуклід	^{90}Sr	^{134}Cs	^{137}Cs	^{51}Cr	^{54}Mn	^{60}Co	^{58}Co	
Викиди/блок	2,3E+03	8,0E+07	1,2E+08	5,5E+05	6,1E+05	2,5E+06	5,6E+05	

* величина оцінена ЗАТ «Isotoptech Zrt.»

Таблиця 71. Плановані рідкі викиди з російського блоку типу VVER 1200 MW (Bq/рік) [30]

У таблиці 72. показані дані радіаційного навантаження для дітей віком 1-2 роки і дорослих населеного пункту Гер'єн, які в процесі будівництва запланованих нових блоків з точки зору рідких викидів становлять критичну групу населення.

На основі результатів доза для дорослих – при поданих річних викидах, припущених даних про харчування і життєвих моделей – перевищує дозу для 1-2-річних дітей. В обох групах фактично майже на 100% спостерігається внутрішнє радіаційне навантаження, найбільш вагомою є частка ^3H і ^{14}C (у дітей). У дорослих також значною є частка ^{134}Cs і ^{137}Cs . Але поза цим, незважаючи на використання особливо консервативних сценаріїв, радіаційне навантаження мале, в розрахунок на два блоки становить лише 2-3 тисячні величини дози обмеження.

Радіонуклід	1-2 річна дитина			Дорослий		
	зовнішнє	внутрішнє	загальне	зовнішнє	внутрішнє	загальне
⁵⁸ Со	4,2E-04	1,2E-03	1,7E-03	4,3E-04	5,8E-04	1,0E-03
⁶⁰ Со	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 (НТО)	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
Загальне	2,5E-01	9,7E+01	9,7E+01	2,6E-01	1,3E+02	1,3E+02

Таблиця 72. Доза для 1-2 річних дітей і дорослого населення в населеному пункті Гер'єн від поблочних річних (nSv/pik) викидів рідких відходів з російського блоку типу VVER 1200 MW

Перевірка можливості визначення можливих накопичень і концентрації активності навколишнього середовища, спричинених атмосферними і рідкими викидами АЕС Паки ІІ

Нашою метою було перевірити, чи можна виміряти вплив атмосферних і рідких викидів двох російських блоків типу VVER 1200 MW в певних елементах навколишнього середовища і можливого їх накопичення. Ми використовували консервативний сценарій у тому плані, що порівнювали найбільші концентрації активності з граничними даними, одержаними в результаті проведеної на електростанції програми рутинних перевірок навколишнього середовища.

У випадку атмосферних викидів ми порівнювали концентрації активності з типовими границями, розрахованими за даними викидів 2009 р. і поданими у звітах про контрольні вимірювання параметрів навколишнього середовища, які провела електростанція. Ми взяли відповідні до різних напрямків максимальні значення певних концентрацій активності (повітря, поверхні ґрунту, м'яса, пшениці, овочів, молока) на визначених відстанях (<1; 1-5 км, 5-10 км, 10-30 км), а також обчислили величини на відстань 1,5 км, і пізніше обчислили їх пропорційно до поданих у звіті граничних величин. Результати показали, що до першої групи (сюди ввійшли елементи, вимірювання яких можливе) входять лише деякі радіонукліди, наявність яких можна виявити, особливо це стосується тріція і радіокарбону. У другій групі (вимірювання можливі, але зі значними труднощами) могли би бути, поряд з деякими радіонуклідами концентрації повітря, окремі елементи активності поверхні ґрунту, наявність яких у принципі можливо виміряти, наприклад – елементний йод і радіоцезій (який, до речі, присутній незалежно від електростанції у вищій ніж визначена тут концентрації), але наявність цих елементів радше можна було б визначити на ближчих до АЕС Паки відстанях. Згідно з розрахунками, всі інші радіонукліди потрапляють у категорію таких, що не піддаються вимірюванню.

У випадку водних викидів було обчислено концентрацію активності на елементи водного ланцюга живлення – воду Дунаю, осад і рибу, а також землю по маршруту зрошення, ярину, корм для тварин, коров'яче молоко і яловичину – тими самими методами, що і у випадку атмосферних викидів. У першій групі – сюди потрапили лише концентрації активності тріцію і радіокарбону у воді Дунаю, а також можливо присутнього у рибі ¹³⁷Cs – можливе проведення контрольних вимірювань, спрямованих на цілеспрямоване виявлення впливу нових блоків; ці вимірювання вимагають трохи більше зусиль, ніж потрібно для проведення рутинних контрольних вимірювань. У другій групі часто було б потрібно докласти набагато більше зусиль (велика кількість зразків, дуже чутливі вимірювальні прилади, дуже довгий час вимірювання) для можливого виявлення ¹³⁷Cs (у воді Дунаю, осаді і кормі тварин). У випадку третьої групи на виявлення впливу електростанції на середовище взагалі нема реальної можливості.

Підсумовуючи, можна стверджувати, що при нормальному режимі роботи АЕС Паки ІІ з точки зору атмосферних і водних викидів радіологічний вплив досить низький, на кілька порядків нижчий за дозу обмеження (90 μSv/pik).

Зони впливу роботи АЕС Паки ІІ

Для характеристики радіологічного впливу ми використовували наступні категорії:

Характеристика	Радіологічний вплив (E=ефективна доза)
нейтральний	$E < 90 \mu\text{Sv}/\text{év}$
терпимий	$90 \mu\text{Sv}/\text{év} < E < 1 \text{ mSv}/\text{év}$
обтяжливий	$1 \text{ mSv}/\text{év} < E < 10 \text{ mSv}/2 \text{ nap vagy } 10 \text{ mSv}/\text{esemény}^*$
шкідливий	$10 \text{ mSv}/2 \text{ nap vagy } 10 \text{ mSv}/\text{esemény} < E < 1 \text{ Sv}/\text{esemény}^{**}$
ліквідаційний	$1 \text{ Sv}/\text{élettartam} < E$

* без впливу на ланцюг живлення

**на все життя (для дорослих на 50, для дітей на 70 років), без впливу на ланцюг живлення

де:

$90 \mu\text{Sv}/\text{рік}$ – доза обмеження, визначена ÁNTSZ-OTH

$1 \text{ mSv}/\text{рік}$ – доза бар'єру для населення

10 mSv – доза на випадок, що відрізняється від нормального режиму роботи, – і якого можна уникнути

$1 \text{ Sv}/\text{всье життя}$ – небезпечний рівень, що вимагає вжиття заходів для остаточного виселення

Сумарні радіологічні впливи (безпосередній і опосередкований) при нормальному режимі роботи у радіусі 500 м залишаються нижчими від дози обмеження (нейтральний вплив), а оскільки ця умова виконується, то і на межі запобіжної зони, тому: при нормальному режимі роботи границя запобіжної зони співпадає з границею зони впливу.

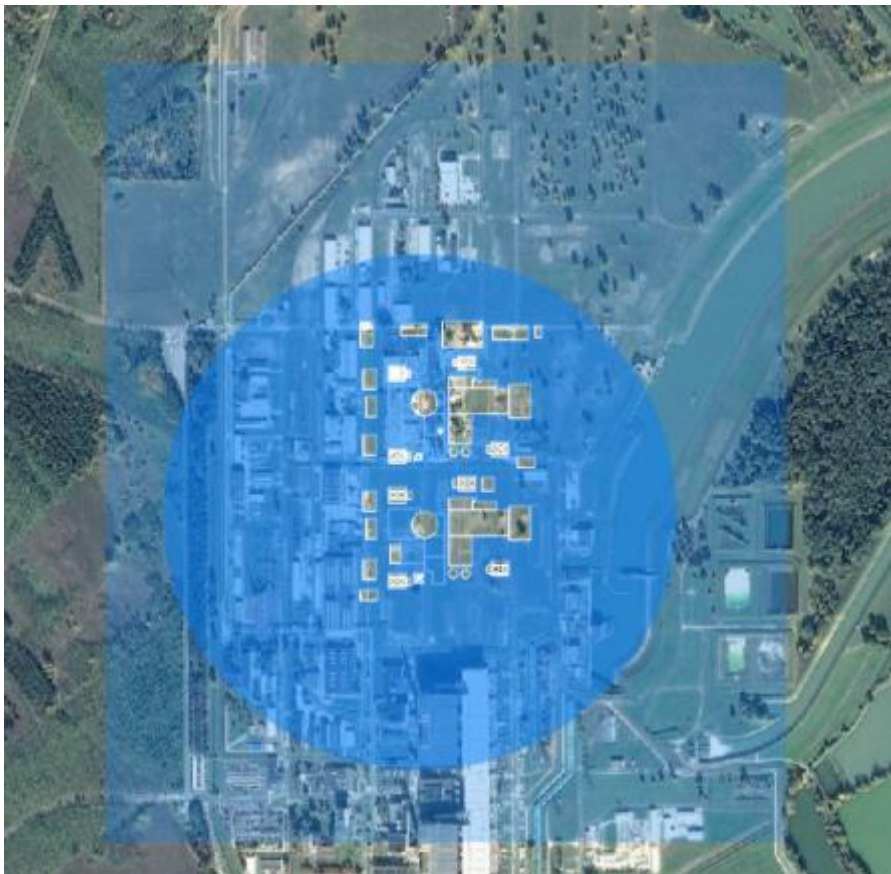


Рисунок 103. Зона впливу АЕС Паки ІІ. при нормальному режимі роботи: коло радіусом 500 м у 500-метровій запобіжній зоні

(При визначенні зони впливу ми брали за її центр середню точку між коминами, звідки проведено коло радіусом 500 м. Як видно на рисунку, це коло лежить у межах запобіжної зони).

Вплив і зона впливу спільної роботи АЕС Паки ІІ., АЕС Паки і ККАТ

У нижче наведеній таблиці подано сумарну повну максимальну дозу від впливу атмосферних викидів у разі спільної роботи трьох об'єктів (АЕС Пақш ІІ., АЕС Пақш І ККАТ) на окремі відстані для двох вікових груп. З таблиці видно, що сумарна доза на два порядки менша від нейтральної величини.

Об'єкт/територія	Чампа	<5 км	5-10 км	10-30 км
АЕС Пақш (2009)	8,40E-08	4,00E-08	6,50E-09	1,00E-09
АЕС Пақш ІІ (2009)	6,90E-08	3,90E-08	9,00E-09	1,50E-09
ККАТ (2011)	1,40E-09	4,00E-10	6,60E-11	1,00E-11
Всього	1,54E-07	7,94E-08	1,56E-08	2,51E-09

Таблиця 73. Повні дози при спільній роботі АЕС Пақш ІІ., АЕС Пақш І ККАТ у максимальному році для дітей віком 1-2 р., Sv

Об'єкт/територія	Чампа	<5 км	5-10 км	10-30 км
АЕ Пақш (2009)	6,00E-08	2,90E-08	4,70E-09	7,30E-10
АЕ Пақш ІІ (2009)	5,90E-08	3,30E-08	7,50E-09	1,30E-09
ККАТ (2011)	7,00E-10	2,10E-10	3,40E-11	6,60E-12
Всього	1,20E-07	6,22E-08	1,22E-08	2,04E-09

Таблиця 74. Повні дози при спільній роботі АЕС Пақш ІІ., АЕС Пақш І ККАТ у максимальному році для дорослих, Sv

Дитина віком 1-2 роки (nSv/рік)	Дорослий (nSv/рік)
1,54E+02	2,04E+02

Таблиця 75. Річний максимальний сумарний вплив від рідких викидів у м. Гер'єн

У випадку радіаційного навантаження, викликаного нормальним режимом роботи, границя зони впливу співпадає з границею спільної запобіжної зони АЕС Пақш ІІ., АЕС Пақш І ККАТ.

Рекомендована система протирадіаційної перевірки і захисту

Система моніторингу і захисту від радіоактивного випромінювання, що діє зараз на АЕС Пақш, вважається повною, і з точки зору міжнародних стандартів функціонує на високому рівні. Вимірювання атмосферних і рідких викидів відбувається на двох рівнях: безперервно за допомогою систем дистанційних вимірювань, а також перевіркою зразків.

До системи дистанційних вимірювань належать метрологічні станції типу: А (9 шт.), G (11шт) С (15 шт) і В (1, контрольна). Більша частина блоків АЕС Пақш ІІ, за винятком деяких, потрапить у зону вже діючої системи моніторингу за навколишнім середовищем. Тому:

- Ми пропонуємо розширення вже існуючої системи моніторингу і радіоактивного захисту АЕС Пақш навколо території об'єкта АЕС Пақш ІІ.
- Вважаємо необхідним збільшення числа метрологічних станцій типу „А” і „G”.
- Вважаємо важливим розширення метрологічних станцій типу „V” в залежності від застосовуваної технології.
- Пропонуємо розповсюдити місця збору зразків і вимірювань Лабораторії перевірки зовнішнього середовища на територію об'єкта АЕС Пақш ІІ зі збереженням дотепер контрольованих елементів. Також важливими є неперервність проведення вимірювань і їх порівняння (стандартний рівень).
- Потрібно створити нові колодязі для перевірки ґрунтових вод. Детальний опис міститься у розділі «Геологічне середовище і ґрунтові води на об'єкті і в його безпосередньому оточенні».
- З метою перевірки на двох рівнях рідких і газоподібних викидів блоків АЕС Пақш ІІ. необхідно в нових коминах, а також в точках випуску рідких викидів встановити детектори спостереження радіації безперервної дії, подібні до діючих на даний час.

При лабораторних вимірюваннях рекомендовано надавати перевагу селективним вимірюванням ізотопів і закупити прилади з меншою границею вимірювань. Принципову схему пропонуваної для АЕС Пақш ІІ системи моніторингу і радіоактивного захисту показано на рисунку нижче

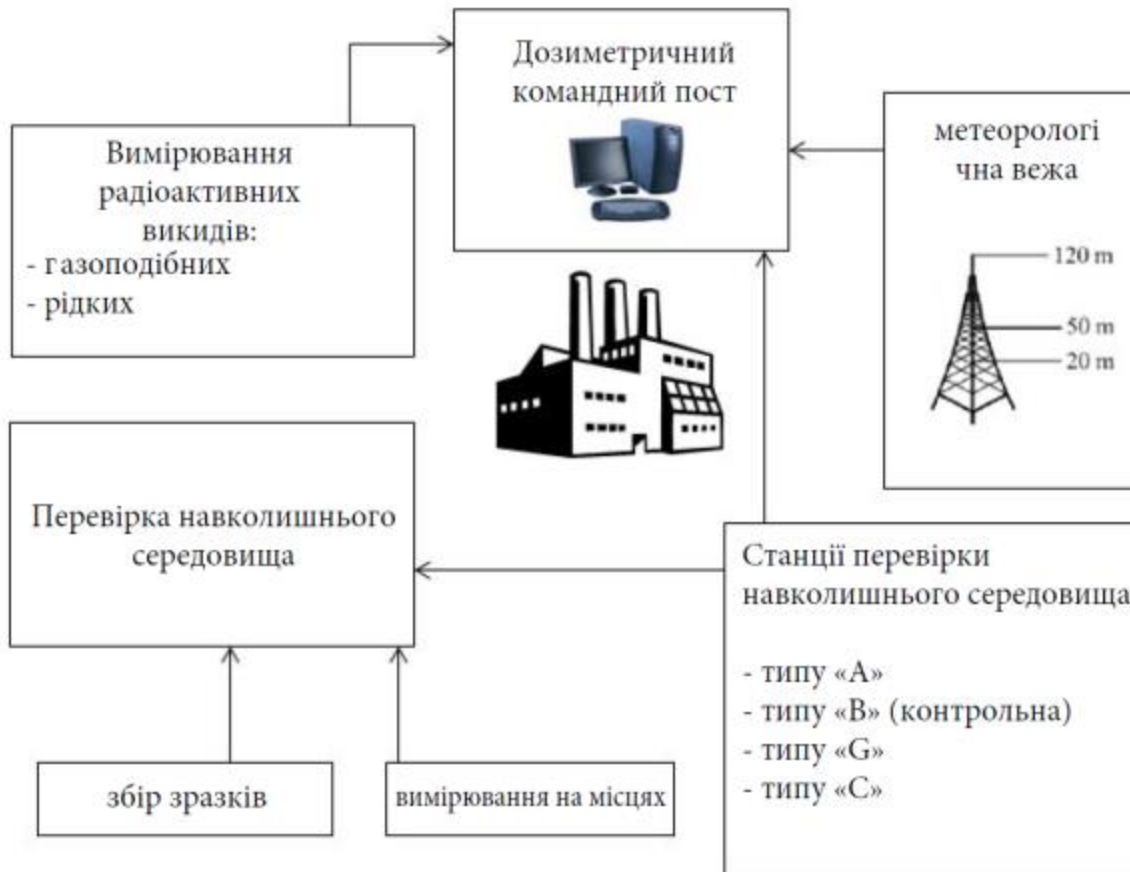


Рисунок 104: Принципова схема системи моніторингу і радіоактивного захисту, що пропонується для АЕС Пақш ІІ.

Вплив припинення діяльності об'єкта на радіаційне навантаження населення.

При демонтуванні об'єкта, як показує міжнародний досвід, не очікується більше радіаційне навантаження, ніж при його нормальній роботі; впливи будуть подібні до вже вказаних, змінитися можуть лише точки викидів і кількість відходів.

22 РАДІОАКТИВНЕ НАВАНТАЖЕННЯ НА ЖИВУ ПРИРОДУ

Цей розділ про дослідження впливу установки нових блоків АЕС «Пақш» на навколишнє середовище займається питанням радіоактивного навантаження на живі організми, яке походить з нових джерел. Дослідження живої природи в цьому відношенні є відносно новим розділом радіаційного захисту, через це спеціальних законів щодо цього поки що не існує. Міжнародними науковими організаціями кілька років тому було запропоновано урегулювати це питання на законодавчому рівні. На цій основі зрештою можемо очікувати появу законів захисту видів живих організмів і екосистеми проти штучного іонізуючого випромінювання та його обмеження.

За цих причин, при встановленні нових блоків АЕС є доцільним звернути завчасно увагу вже і на цей розділ. По-перше, визначити теперішній базовий рівень, тому що кожне потенційне зростання радіоактивного навантаження додасться до цього базового рівню, також по-друге, оцінити як заплановані блоки будуть впливати на радіоактивне навантаження суходупних та водних організмів навколишнього природного середовища в порівнянні з існуючим. Оскільки конкретних, чисельно виражених обмежень немає стосовно впливу радіації на живу природу при будь-яких нових видах діяльності, то для оцінки цього впливу може служити потужність дози природного фонового випромінювання, яке впливає на живі організми. Таким чином, якщо потужність дози, пов'язаної з людською діяльністю є тільки частиною природного, це, звичайно, ні в якій мірі не заважатиме функціонуванню екосистеми.

Оскільки мало що відомо про дозу фонового випромінювання щодо живої природи, потрібно було зробити огляд природного, незалежного від людської діяльності, радіоактивного навантаження біоти довкола м. Пақш. Це

навантаження, головним чином, походить з присутніх в земній корі природних радіонуклідів радію, торію та калію з масовим числом 40, і навколишнє середовище (включаючи людину) завжди зазнавало цього впливу. Дані радіологічних вимірювань з цього регіону, і наші власні експериментальні дослідження для доповнення відсутньої інформації дали детальну картину радіаційних доз наземних та водних організмів даної території. Підбиваючи підсумки, з одного боку можна сказати, що більшість видів земних організмів, що живуть в безпосередній близькості до АЕС, отримують фонове випромінювання навантаженням нижче 0,5 мкГр/год. Істоти, які накопичують вапно, а також мохи отримують значно вищу дозу, яка навіть може перевищити рекомендований живим організмам рівень. З іншого боку, здається, що в багатьох випадках ми можемо недооцінювати фактор радіоактивного навантаження даного виду у два-три рази, якщо використовувати не специфічні для даного місця коефіцієнти передачі в розрахунках внутрішнього опромінення. У разі водних організмів діапазон природного рівня ширший: організми, які усе життя живуть у водному об'єкті або частково на поверхні та в повітрі, характеризуються дозами, близькими до наземних рослин і тварин, однак організми які проживають на дні, або мають тверду оболонку (молюски, равлики) характеризуються в десять разів вищими дозами.

Рекомендований контрольний рівень радіоактивного навантаження, яке походить від життєдіяльності людини, для певного місця проживання становить 10 мкГр/год - це базовий рівень усіх джерел людського походження, тому вплив планованого нового джерела повинен бути оцінений разом з уже існуючими. Таким чином, з одного боку, ми повинні були вимірювати рівень радіоактивного забруднення від випробувань ядерної зброї (глобальне випадання), та також поточний вплив чорнобильського випадання на даній території. Через свої атмосферні і водні викиди за приблизно останні 30 років, 4 блоки АЕС збільшили радіоактивне навантаження людського походження на навколишнє середовища. Ці три джерела разом складають штучне випромінювання радіаційне навантаження організмів навколишнього природного середовища.

Моделюванням цих компонентів в сухопутних умовах ми прийшли до висновку, що викиди АЕС дають практично незначне доповнення (макс.~10-4 мкГр/год) до глобального і чорнобильського (~10-3 мкГр/год) радіоактивного навантаження.

Основна частина штучних випромінювань, а саме глобальна складова, часом знижуються, так як напіврозпад їх головних ізотопів - ^{137}Cs і ^{90}Sr - можливо зіставити з терміном служби блоків реактора. Під час запуску першого нового блоку у 2025 році, потужність теперішньої дози знизиться на 25%, так що базовий рівень для окремих видів буде складати 3/4 від теперішнього.

Якщо підсумувати змодельовану для майбутньої електростанції потужність зовнішньої та внутрішньої дози, то отримаємо радіоактивне навантаження на деяких контрольних наземних організмів навколо двох існуючих експлуатованих блоків «Пакш-II». Розмір цього навантаження, очевидно, залежить від відстані вентиляційних витяжних труб, які викидають радіоактивний матеріал в атмосферу. Максимальна потужність очікується в межах території АЕС, і розмір її для більшості з видів буде близько 0,5 нГр/год. В найближчому місці за межами території АЕС (відстань від точкового джерела приблизно 1,5 км) прогнозують вже дуже низькі радіаційні навантаження, які не перевищують нинішній базовий рівень, практично, для всіх контрольних живих організмів. Прогнозоване навантаження доцільно порівняти з додатком до базового рівня, викликаним впливом вже діючої протягом майже 30 років АЕС. Ці останні значення потужності дози стосуються довкілля станції А4, яка розташована найближче до зони найбільшого впливу майбутньої АЕС «Пакш-II». Можна стверджувати, що з точки зору радіоактивного навантаження, вплив запланованої електростанції не виявить значного розходження у порівнянні з вже існуючою. Обидві, плановані на 2025 рік, електростанції призведуть до підвищення глобального навантаження менше ніж на 1-2%.

У зв'язку з базовим рівнем штучних джерел, варто згадати, що він дійсний на усій території навколо електростанції, між 6-ю головною дорогою і Дунаєм, оскільки концентрація активності в ґрунті за результатами відповідних вимірювань не показала істотних відмінностей. Слід також зазначити, що дані різних видів не показали ніяких істотних відмінностей, в порівнянні з дозою фонових випромінювання різниця становить тільки 1%, отже немає жодного виду, який вимагав би особливої уваги у зв'язку з зазначеним впливом.

Поблизу з АЕС знаходиться три водних середовища, які можуть зазнати впливу викидів електростанції. По-перше, приймальник рідких скидів - Дунай, особливо його частина довжиною декілька сто метрів, розташована нижче каналу зливу гарячої води. Сам канал є промисловим підприємством, але живі організми - хоч і обмеженої різноманітності - вже давно зайняли його, принаймні в прибережних місцях. Окремим середовищем проживання є озеро Кондор, це колишня, вже відокремлена заводь Дунаю, яка пов'язана з каналом теплої води через рибники. Із цих трьох, зосередимося в основному на Дунаю, так як він являється приймальником викидів радіоактивної рідини як з теперішньої, так і з майбутньої АЕС.

Результати урахувань модельних розрахунків викидів, показують, що навіть на безпосередньому місці зливу охолоджуючої води в Дунай, для водних організмів очікується лише десята-сота частина природного радіаційного фону. Очевидно, що нижче за течією, через розбавлення, навантаження буде навіть менше. При прогнозованому діапазоні навантаження від 20 пГр/год і 1 нГр/год, за умовою нормального режиму роботи, визначним буде внутрішнє опромінення.

1. організми	2. Повна потужність дози, мкГр/год				Частка «Пакш-II» у всій АЕС %	Частка «Пакш-II» у всіх штучних %
	«Пакш-II»	АЕС «Пакш»	глобальна	повна		
3. амфібії	9,96·10 ⁻⁰⁵	5,18·10 ⁻⁰⁴	5,65·10 ⁻⁰⁴	1,18·10⁻⁰³	16,1	8,4
4. бентосні	5,13·10 ⁻⁰⁴	1,89·10 ⁻⁰³	2,59·10 ⁻⁰³	5,00·10⁻⁰³	21,3	10,3
5. птахи	6,10·10 ⁻⁰⁵	5,49·10 ⁻⁰⁴	2,36·10 ⁻⁰⁴	8,45·10⁻⁰⁴	10,0	7,2
6. молюски	4,90·10 ⁻⁰⁴	1,61·10 ⁻⁰³	2,48·10 ⁻⁰³	4,57·10⁻⁰³	23,4	10,7
7. ракоподібні	5,89·10 ⁻⁰⁴	2,04·10 ⁻⁰³	3,27·10 ⁻⁰³	5,90·10⁻⁰³	22,4	10,0
8. черевоногі	5,26·10 ⁻⁰⁴	2,32·10 ⁻⁰³	2,75·10 ⁻⁰³	5,60·10⁻⁰³	18,5	9,4
9. личинки	1,10·10 ⁻⁰³	4,87·10 ⁻⁰³	6,12·10 ⁻⁰³	1,21·10⁻⁰²	18,5	9,1
11. ссавці	1,49·10 ⁻⁰⁴	1,09·10 ⁻⁰³	7,89·10 ⁻⁰⁴	2,02·10⁻⁰³	12,1	7,4
12. пелагічні	1,00·10 ⁻⁰⁴	7,05·10 ⁻⁰⁴	5,19·10 ⁻⁰⁴	1,32·10⁻⁰³	12,4	7,6
13. фітопланкт	8,58·10 ⁻⁰⁵	4,91·10 ⁻⁰⁴	2,37·10 ⁻⁰⁴	8,13·10⁻⁰⁴	14,9	10,6
14. судинні	3,89·10 ⁻⁰⁴	1,61·10 ⁻⁰³	2,08·10 ⁻⁰³	4,07·10⁻⁰³	19,5	9,6
15. зоопланкто	3,16·10 ⁻⁰⁵	1,72·10 ⁻⁰⁴	5,38·10 ⁻⁰⁵	2,58·10⁻⁰⁴	15,5	12,3

Таблиця 76. Частка «Пакш-II» та існуючих штучних джерел у радіоактивному навантаженні водних організмів Дунаю в 2025.

Хоча проектування, будівництво та експлуатація потужних АЕС для енергетичних цілей характеризується особливою безпекою, але виключити випадки аварійного зливу, через дефекти матеріалів, стихійне лихо або людські помилки, не можливо. Хоча ймовірність подібних випадків дуже мала, але більшість з них та їхні наслідки взято до уваги при плануванні, тому обладнання для управління подібними ситуаціями буде встановлено під час будівництва АЕС.

Аналіз безпеки, відповідно до міжнародних прийнятих протоколів, є невід'ємною вимогою будівництва АЕС, російський проектувальник це виконав відповідно до рекомендацій EUR, так що ймовірність потенційних несправностей та кількість і склад радіоактивних викидів при цьому відомі. Звіт російської сторони містить декілька досліджень таких випадків, оцінку радіоактивного навантаження живої природи було зроблено згідно зі сценарієм проектної аварії ступеня ТА4 (частота: 10⁻⁴-10⁻⁶ на рік). Для такої проектної аварії з дуже малою частотою виникнення є характерним, що викиди можуть потрапити лише в атмосферу, і тільки при контрольованих умовах. Це може відбутися лише двома шляхами: через 100-метрову димар витяжну трубу, який зазвичай використовується для атмосферних викидів в нормальному режимі роботи, або через чотири ступені вторинного контуру для аварійного скидання пари на висоті 35-метрів.

Порівнюючи швидкості викидів, які були надані для різних періодів очікуваної експлуатаційної події, можна було встановити, що ізотопи короткого напіврозпаду ($t_{1/2}$ ~ кілька годин) випадають в навколишнє середовище, практично, тільки в перший день. З іншого боку, з'ясувалося, що вбудована технологія управління аварійними ситуаціями, яка, ймовірно, включатиметься автоматично, з високою ефективністю стримує елементарний йод, довшого напіврозпаду, а також ізотопи Cs. 99,5% атмосферних викидів становить благородний газ ¹³³Xe, більшість його потрапляє у навколишнє середовище через 100 метрову витяжну трубу. Викид ізотопів цезію, з істотно довшим періодом напіврозпаду, у 99 % випадків відбувається на висоті 35 метрів, і за даними досліджень це обмежується першим днем роботи. Стосовно активності викидів - це десятимільйонна частина ксенону, і дорівнює активності викидів цезію на протязі одного року при нормальній роботі. Значення цього полягає в тому, що при зазвичай постійному напрямку вітру на протязі 12/24 годин, забруднення ґрунту внаслідок випадання відбувається тільки у відносно вузькій смузі, визначеній пануючим напрямом вітру. Найбільш часті вітри на даній території дмуть з північного заходу, відповідно до цього, зазнавати впливу у подібній ситуації будуть сільськогосподарські угіддя у південно-східному напрямі від АЕС.

Щоб оцінити вплив викидів на наземні організми, ми моделювали шлях радіоактивної хмари відточок викиду, її обсяг та випадання з неї, за допомогою аналізів діючих блоків при аналогічній погодній ситуації. Це стан, що

належить до категорії Pasquill D (висота інверсійного шару 560 м), на висоті 120 м швидкість вітру 5 м/с, а протягом непередбачуваної ситуації постійно йде дощ. Ця остання умова призводить до значної консервативності моделі, так як всупереч сухому випаданню осаду, вимивання речовини дощем приведе до більшого радіоактивного навантаження на ґрунт при моделюванні.

Для того, щоб оцінити ранній вплив події, ми розглядали окремо випромінювання протягом перших 10 діб, при постійному напрямку вітру. За допомогою проґрами для моделювання атмосферного поширення викидів ми моделювали радіоактивну концентрацію (повітря, ґрунт) навколо точки викиду і потужність дози радіоактивної хмари на 20 різних відстанях в радіусі 20 км. Результати показали, що в разі викидів з витяжних труб на висоті 35 м, максимуми концентрації викидів знаходяться далеко в межах АЕС, а при викидах з витяжної труби на висоті 100 м - знаходяться на відстані 1000 м від точки викиду, а це ще все є територією АЕС, навіть при найбільш імовірному напрямку вітру.

ізоп	Середня концентрація активності (точка викиду - 100 м)			Середня концентрація активності (точка викиду - 35 м)		
	100 м	500 м	1500 м	100 м	500 м	1500 м
повітря, Бк / м³						
^{85m} Kr	3,74·10 ⁻⁴⁰	3,50·10 ⁻⁰³	1,46·10 ⁻⁰¹	3,30·10 ⁻⁰³	2,66·10 ⁻⁰²	5,62·10 ⁻⁰³
⁸⁷ Kr	1,72·10 ⁻⁴⁰	1,60·10 ⁻⁰³	6,62·10 ⁻⁰²	1,52·10 ⁻⁰³	1,21·10 ⁻⁰²	2,49·10 ⁻⁰³
⁸⁸ Kr	7,06·10 ⁻⁴⁰	6,79·10 ⁻⁰³	3,02·10 ⁻⁰¹	5,98·10 ⁻⁰³	5,10·10 ⁻⁰²	1,21·10 ⁻⁰²
¹³¹ I	3,50·10 ⁻⁴¹	3,29·10 ⁻⁰⁴	1,37·10 ⁻⁰²	4,03·10 ⁻⁰²	3,24·10 ⁻⁰¹	6,79·10 ⁻⁰²
¹³² I	7,20·10 ⁻⁴³	6,73·10 ⁻⁰⁶	2,79·10 ⁻⁰⁴	1,08·10 ⁻⁰³	8,58·10 ⁻⁰³	1,75·10 ⁻⁰³
¹³³ I	5,69·10 ⁻⁴²	5,31·10 ⁻⁰⁵	2,22·10 ⁻⁰³	6,78·10 ⁻⁰³	5,45·10 ⁻⁰²	1,14·10 ⁻⁰²
¹³³ Xe	3,78·10 ⁻³⁷	3,55·10 ⁰⁰	1,49·10 ⁰²	3,34·10 ⁰⁰	2,71·10 ⁰¹	5,77·10 ⁰⁰
¹³⁴ Cs	2,41·10 ⁻⁴⁵	2,26·10 ⁻⁰⁸	9,44·10 ⁻⁰⁷	2,11·10 ⁻⁰⁴	1,70·10 ⁻⁰³	3,58·10 ⁻⁰⁴
¹³⁴ I	9,02·10 ⁻⁴⁴	8,35·10 ⁻⁰⁷	3,41·10 ⁻⁰⁵	1,80·10 ⁻⁰⁴	1,42·10 ⁻⁰³	2,79·10 ⁻⁰⁴
¹³⁵ I	7,80·10 ⁻⁴³	7,28·10 ⁻⁰⁶	3,03·10 ⁻⁰⁴	9,87·10 ⁻⁰⁴	7,90·10 ⁻⁰³	1,64·10 ⁻⁰³
¹³⁵ Xe	1,28·10 ⁻³⁹	1,20·10 ⁻⁰²	5,04·10 ⁻⁰¹	1,13·10 ⁻⁰²	9,17·10 ⁻⁰²	1,95·10 ⁻⁰²
¹³⁷ Cs	8,99·10 ⁻⁴⁶	9,80·10 ⁻⁰⁹	5,13·10 ⁻⁰⁷	8,69·10 ⁻⁰⁵	9,03·10 ⁻⁰⁴	2,41·10 ⁻⁰⁴
¹³⁸ Xe	2,82·10 ⁻⁴¹	2,59·10 ⁻⁰⁴	1,03·10 ⁻⁰²	2,38·10 ⁻⁰⁴	1,85·10 ⁻⁰³	3,53·10 ⁻⁰⁴
ґрунту, Бк / кг						
¹³¹ I	3,41·10 ⁰¹	6,80·10 ⁰⁰	2,29·10 ⁰⁰	6,98·10 ⁰¹	2,31·10 ⁰¹	6,33·10 ⁰⁰
¹³² I	1,45·10 ⁻⁰²	2,87·10 ⁻⁰³	9,89·10 ⁻⁰⁴	3,90·10 ⁻⁰²	1,67·10 ⁻⁰²	4,19·10 ⁻⁰³
¹³³ I	1,03·10 ⁰⁰	2,05·10 ⁻⁰¹	6,92·10 ⁻⁰²	2,19·10 ⁰⁰	7,62·10 ⁻⁰¹	2,06·10 ⁻⁰¹
¹³⁴ Cs	3,49·10 ⁻⁰³	6,95·10 ⁻⁰⁴	2,43·10 ⁻⁰⁴	5,37·10 ⁻⁰¹	1,29·10 ⁻⁰¹	3,92·10 ⁻⁰²
¹³⁴ I	6,89·10 ⁻⁰⁴	1,36·10 ⁻⁰⁴	4,78·10 ⁻⁰⁵	2,51·10 ⁻⁰³	1,27·10 ⁻⁰³	2,96·10 ⁻⁰⁴
¹³⁵ I	4,51·10 ⁻⁰²	8,94·10 ⁻⁰³	3,03·10 ⁻⁰³	1,02·10 ⁻⁰¹	3,87·10 ⁻⁰²	1,02·10 ⁻⁰²
¹³⁷ Cs	1,30·10 ⁻⁰³	3,02·10 ⁻⁰⁴	1,32·10 ⁻⁰⁴	2,21·10 ⁻⁰¹	6,88·10 ⁻⁰²	2,66·10 ⁻⁰²

Таблиця 77: Наземні та приземні концентрації активності в залежності від відстані при 10 денному випуску.

Прогнозована потужність дози для декотрих живих організмів безпосередньо поза територією АЕС становить лише декілька нГр/год - це 1% природного радіаційного впливу. Якщо врахувати змодельовану динаміку викидів раннього етапу події (ізотопи швидкого напіврозпаду потрапляють в навколишнє середовище практично тільки в перший день), то в перший день потужність дози буде більшою для всіх організмів (5-10% природного фону), але протягом наступних 9 днів потужність дози буде визначатися дози радіаційним навантаженням зовнішнього опромінення від радіоактивних речовин (ізотопів йоду і цезію), які випадково потрапили на ґрунт. Наші результати показують, що в разі розглянутої експлуатаційної події категорії ТА4, навіть за несприятливих погодних умов, вплив на навколишню живу природу буде нейтральним. Це також означає, що ми не можемо говорити про зону зараження, як про ранній наслідок аварійного скиду.

Аналіз впливу пізніх наслідків проходив на основі використання даних щодо викидів на протязі 30 діб, при згаданих незмінних метеорологічних умовах. Вітер все ще дує у тому ж напрямку, як і на початку аварії, дощ продовжує падати. Ці умови призводять до досить консервативного результату, оскільки викиди радіоактивних матеріалів рухаються в одному напрямку, впливаючи тільки на вузьку смугу території.

ізоотоп	Середня концентрація активності (точка викиду - 100 м)			Середня концентрація активності (точка викиду - 35 м)		
	100 м	500 м	1500 м	100 м	500 м	1500 м
повітря, Бк / м³						
^{85m} Kr	1,25·10 ⁻⁴⁰	1,17·10 ⁻⁰³	4,89·10 ⁻⁰²	1,10·10 ⁻⁰³	8,85·10 ⁻⁰³	1,87·10 ⁻⁰³
⁸⁷ Kr	5,70·10 ⁻⁴¹	5,31·10 ⁻⁰⁴	2,20·10 ⁻⁰²	5,06·10 ⁻⁰⁴	4,04·10 ⁻⁰³	8,30·10 ⁻⁰⁴
⁸⁸ Kr	2,36·10 ⁻⁴⁰	2,27·10 ⁻⁰³	1,01·10 ⁻⁰¹	1,99·10 ⁻⁰³	1,70·10 ⁻⁰²	4,03·10 ⁻⁰³
¹³¹ I	1,87·10 ⁻⁴¹	1,75·10 ⁻⁰⁴	7,32·10 ⁻⁰³	2,09·10 ⁻⁰²	1,68·10 ⁻⁰¹	3,52·10 ⁻⁰²
¹³² I	2,41·10 ⁻⁴³	2,24·10 ⁻⁰⁶	9,28·10 ⁻⁰⁵	3,60·10 ⁻⁰⁴	2,87·10 ⁻⁰³	5,85·10 ⁻⁰⁴
¹³³ I	1,89·10 ⁻⁴²	1,77·10 ⁻⁰⁵	7,38·10 ⁻⁰⁴	2,26·10 ⁻⁰³	1,81·10 ⁻⁰²	3,78·10 ⁻⁰³
¹³³ Xe	1,69·10 ⁻³⁷	1,58·10 ⁺⁰⁰	6,65·10 ⁰¹	1,51·10 ⁰⁰	1,22·10 ⁰¹	2,61·10 ⁰⁰
¹³⁴ Cs	8,05·10 ⁻⁴⁶	7,53·10 ⁻⁰⁹	3,15·10 ⁻⁰⁷	7,04·10 ⁻⁰⁵	5,67·10 ⁻⁰⁴	1,19·10 ⁻⁰⁴
¹³⁴ I	3,00·10 ⁻⁴⁴	2,78·10 ⁻⁰⁷	1,14·10 ⁻⁰⁵	6,03·10 ⁻⁰⁵	4,73·10 ⁻⁰⁴	9,28·10 ⁻⁰⁵
¹³⁵ I	2,60·10 ⁻⁴³	2,42·10 ⁻⁰⁶	1,01·10 ⁻⁰⁴	3,28·10 ⁻⁰⁴	2,64·10 ⁻⁰³	5,46·10 ⁻⁰⁴
¹³⁵ Xe	4,29·10 ⁻⁴⁰	4,02·10 ⁻⁰³	1,69·10 ⁻⁰¹	3,77·10 ⁻⁰³	3,06·10 ⁻⁰²	6,52·10 ⁻⁰³
¹³⁷ Cs	3,00·10 ⁻⁴⁶	3,28·10 ⁻⁰⁹	1,71·10 ⁻⁰⁷	2,90·10 ⁻⁰⁵	3,01·10 ⁻⁰⁴	8,06·10 ⁻⁰⁵
¹³⁸ Xe	9,06·10 ⁻⁴²	8,33·10 ⁻⁰⁵	3,32·10 ⁻⁰³	7,94·10 ⁻⁰⁵	6,16·10 ⁻⁰⁴	1,18·10 ⁻⁰⁴
ґрунту, Бк / кг						
¹³¹ I	2,90·10 ⁰¹	5,81·10 ⁰⁰	1,95·10 ⁰⁰	5,78·10 ⁰¹	1,85·10 ⁰¹	5,13·10 ⁰⁰
¹³² I	4,81·10 ⁻⁰³	9,57·10 ⁻⁰⁴	3,30·10 ⁻⁰⁴	1,30·10 ⁻⁰²	5,58·10 ⁻⁰³	1,40·10 ⁻⁰³
¹³³ I	3,42·10 ⁻⁰¹	6,82·10 ⁻⁰²	2,31·10 ⁻⁰²	7,30·10 ⁻⁰¹	2,54·10 ⁻⁰¹	6,87·10 ⁻⁰²
¹³⁴ Cs	3,46·10 ⁻⁰³	6,90·10 ⁻⁰⁴	2,40·10 ⁻⁰⁴	5,32·10 ⁻⁰¹	1,28·10 ⁻⁰¹	3,88·10 ⁻⁰²
¹³⁴ I	2,29·10 ⁻⁰⁴	4,52·10 ⁻⁰⁵	1,60·10 ⁻⁰⁵	8,38·10 ⁻⁰⁴	4,21·10 ⁻⁰⁴	9,87·10 ⁻⁰⁵
¹³⁵ I	1,50·10 ⁻⁰²	2,98·10 ⁻⁰³	1,01·10 ⁻⁰³	3,40·10 ⁻⁰²	1,29·10 ⁻⁰²	3,38·10 ⁻⁰³
¹³⁷ Cs	1,31·10 ⁻⁰³	3,03·10 ⁻⁰⁴	1,32·10 ⁻⁰⁴	2,22·10 ⁻⁰¹	6,89·10 ⁻⁰²	2,66·10 ⁻⁰²

Таблиця 78: Наземні та приземні концентрації активності, в залежності від відстані при 30 денному випуску.

Результат розрахункової моделі показав, що за межами території визначальною буде потужність дози від радіоактивної речовини, що потрапила на поверхню ґрунту, і в якій випадання внаслідок викидів з 35-метрів складають основний внесок. Сама потужність дози у цьому випадку, як правило, невелика, та на території електростанції ні для одного живого організму не досягає 10% природного радіаційного фону.

Стосовно пізнього впливу, ми дійшли до висновку, що вплив експлуатаційної події класифікації ТА4 є нейтральним на організми навколишнього природного середовища. Слід зазначити, що при моделюванні згаданого впливу, погодні умови вважалися стабільними, тому радіоактивні викиди за таких умов мають найбільший вплив, оскільки вони зосереджуються на вузькій смузі даної території. Якщо цю консервативність при моделюванні підсилити ще й тим, що за потужність дози впливу на природне середовище взяти суму прогнозованих потужностей викиду обох пунктів, то очікуваний вплив на живі організми подвоюється у випадку лише окремих видів, але ще і так залишиться в межах 10% від природного рівня. Це означає, що в результаті аварійного випуску очевидного ефекту не буде, і таким чином зона впливу теж не має значення.

23 ЗАХОДИ ЩОДО ЗАПОБІГАННЯ АВАРІЯМ, ЯКІ З ВПЛИВАЮТЬ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ, ТА ЗМЕНШЕННЯ ЇХ НАСЛІДКІВ

Для ефективної реалізації захисту від надзвичайних ситуацій та нещасних випадків, які впливають на навколишнє середовище, а при їх виникненні - для зменшення їх впливу, буде підготовлений при подальшому ліцензуванні, відповідно до існуючої практики АЕС «Пакш», Комплексний план реагування на надзвичайні ситуації (КПРНС). У цьому плані аварійних ситуацій, пов'язаних або потенційно пов'язаних з новими блоками (надзвичайні ситуації ядерних об'єктів, радіологічні надзвичайні ситуації, природні та промислові катастрофи, пожежі та інші надзвичайні події), будуть докладно описані комплексні заходи та плани дій для співробітників та партнерів в державній системі, з метою захисту від аварій, усунення їхніх наслідків та зменшення їхнього впливу.

Ліцензіат, під час експлуатації нових блоків, для усунення впливу аварій з викидом радіоактивних речовин у навколишнє середовище, запобігання та оперативного реагування на них, відповідно до існуючої практики АЕС «Пакш», будуть діяти згідно з Комплексним планом реагування на радіаційні аварії (КПРРА). КПРРА міститиме вказівки і заходи для запобігання та оперативного реагування на надзвичайні ситуації та аварії на ядерних об'єктах, а саме таким чином, щоб персонал, який займається усуненням або ліквідацією наслідків, мав чіткий план дій стосовно усіх аспектів даної ситуації. План дій, при виявленні причин надзвичайної ситуації або радіаційної аварії на ядерному об'єкті, бере до уваги як внутрішні, так і зовнішні причини подій. Система заходів КПРРА щодо технології та радіаційного захисту забезпечує профілактику радіологічного впливу на навколишнє середовище, і таким чином є найефективнішим засобом зменшення медичних, економічних та інших наслідків. Застосування цих заходів відбувається за вже діючою на АЕС системою, яку регулярно перевіряють органи ядерної безпеки, а Ліцензіат, з приводу нових блоків, бере цю систему за основу для побудови та експлуатації власної системи. Нова система, відповідно до своєї ролі у сфері захисту від надзвичайних ситуацій, аварій та зменшенні їхнього впливу, буде здійснювати свої функції стосовно захисту та своєчасного реагування згідно з Державним планом реагування на радіаційні аварії.

24 РЕЗЮМЕ

14 січня 2014 року Уряд Угорщини і Уряд Російської Федерації відновив укладену десятиліттями раніше угоду про ядерну співпрацю двох держав. Парламент ухвалив угоду урядів двох країн в Законі № II від 2014 р. «Про оприлюднення Угоди, укладеної Урядом Угорщини та Урядом Російської Федерації про співробітництво в сфері мирного використання ядерної енергії». Відповідно до угоди, Компетентний орган Російської Федерації як генеральний підрядник спорудить на території АЕС «Пакш» два нових блоки, потужністю по 1200 МВт.

Метою задуму є промислове виробництво електричної енергії сучасними водо-водяними ядерними блоками III+ покоління, з терміном використання 60 років, згідно з наведеним в Національній Енергетичній Стратегії графіком, з початком комерційної експлуатації, запланованим на 2025-й та 2030-й роки.

В Дослідженні впливу на навколишнє середовище АЕС «Пакш-II» (ДВНС) дано аналіз - обраної з розглянутих у Попередній консультативній документації (ПКД) варіантів - російської технології та її головних елементів (відбір охолоджуючої води та повернення гарячої води в Дунай, канали передачі електричної енергії АЕС), з точки зору значного впливу на навколишнє середовище.

З метою визначення базового навантаження екосистеми, її елементів та сучасного стану навколишнього середовища, тобто аналізу та оцінки вихідного стану, на майбутній території нових блоків і в очікуваних межах впливу на обраних експериментальних територіях, починаючи з 1 березня 2012, були проведені дослідження та аналізи, в основному в 2012, а в декількох випадках в 2013 роках.

Беручи все це до уваги, процес дослідження впливу АЕС «Пакш-II» на навколишнє середовище тривав декілька місяців і проводився на основі технічних критеріїв, ухвалених в березні 2014 року, згідно з ситуаційним планом майданчику майбутньої АЕС.

При визначенні та моделюванні факторів впливу та їх наслідків ми взяли за основу фактори, які найсильніше впливали на навколишнє середовище - враховуючи зору аспекти захисту навколишнього середовища разом з принципом консервативного підходу Правил Ядерної Безпеки.

Дослідження впливу АЕС «Пакш-II» на навколишнє середовище охоплює наступні питання:

- ❖ детальний опис запланованого проекту АЕС, презентація інформації відносно основної технології,
 - обсяг діяльності, очікувана дата і строк спорудження та початку експлуатації,
 - опис впровадження планованої технології,
 - перелік і розташування заходів, необхідних для реалізації,
 - забезпечення водопостачання,
 - управління відходами та стічною водою під час реалізації,
 - основні показники використання матеріалів ,
 - масштаб вантажних та пасажирських перевезень,
- ❖ опис обраної для будівництва території та найближчого і не прилеглого навколишнього середовища, місце роботи і необхідний простір, презентація ситуаційного плану будівництва,
- ❖ показ впливу використаної технології на навколишнє середовище та її окремих елементів
- ❖ показ району впливу планованої інвестиції,
- ❖ демонстрація транскордонних впливів.

У дослідженні впливу АЕС «Пакш-II» на навколишнє середовище визначили вплив і області впливу окремих стадій спорудження та експлуатації нової АЕС на окремі елементи навколишнього середовища.

Під час оцінки впливу ми притримувались логічного процесу: фактори впливу → процеси впливу → об'єкти впливу, звертаючи увагу на базове навантаження відповідних елементів навколишнього середовища і екосистеми, та на зміни природного стану на протязі очікуваного терміну експлуатації АЕС «Пакш-II» (наприклад зміна клімату).

У дослідженні впливу нових блоків та допоміжних споруд, розглядали факторивпливу, відповідно до категорій - узаснування/будівництво/монтаж, експлуатація та виведення з експлуатації - при огляді місць використання, класифікуючи їх по групам, на основні *характерих факторів впливу*. Викиди і відходи АЕС були розділені на традиційні - не радіоактивні - і радіоактивні групи, наступним чином:

- ❖ *навантаження на елементи навколишнього середовища*
- ❖ *викиди забруднюючих речовин і відходи*
 - *утворення традиційних, нерадіоактивних викидів і відходів, та поводження з ними*
 - *утворення радіоактивних викидів і відходів, та поводження з ними*
- ❖ *відпрацьовані паливні збірки*
 - *обробка та зберігання вивантажених із активної зони реактора відпрацьованих паливних збірок*

Вплив на навколишнє середовище існуючої АЕС «Пакш» вже охарактеризований, встановленим при дослідженні впливу АЕС «Пакш-II», базовим станом навколишнього середовища. Вплив спільної діяльності двох АЕС, внаслідок продовження роботи АЕС «Пакш», був розглянутий згідно з прогнозами щодо майбутнього базового стану.

Для підведення підсумків ми нанесли на карту сукупний район прямого впливу, який утворився шляхом об'єднання зон впливу окремих елементів дослідження та їх крайніх контурів.

Згідно з детальним аналізом впливу, будівництво АЕС «Пакш-II» впливає на територію селищ Дунаментбенедек (Dunaszentbenedek) і Пакш (Paks), а експлуатація АЕС «Пакш-II» впливає на територію селищ Дунаментбенедек (Dunaszentbenedek), Пакш (Paks) і Усод (Uszód).

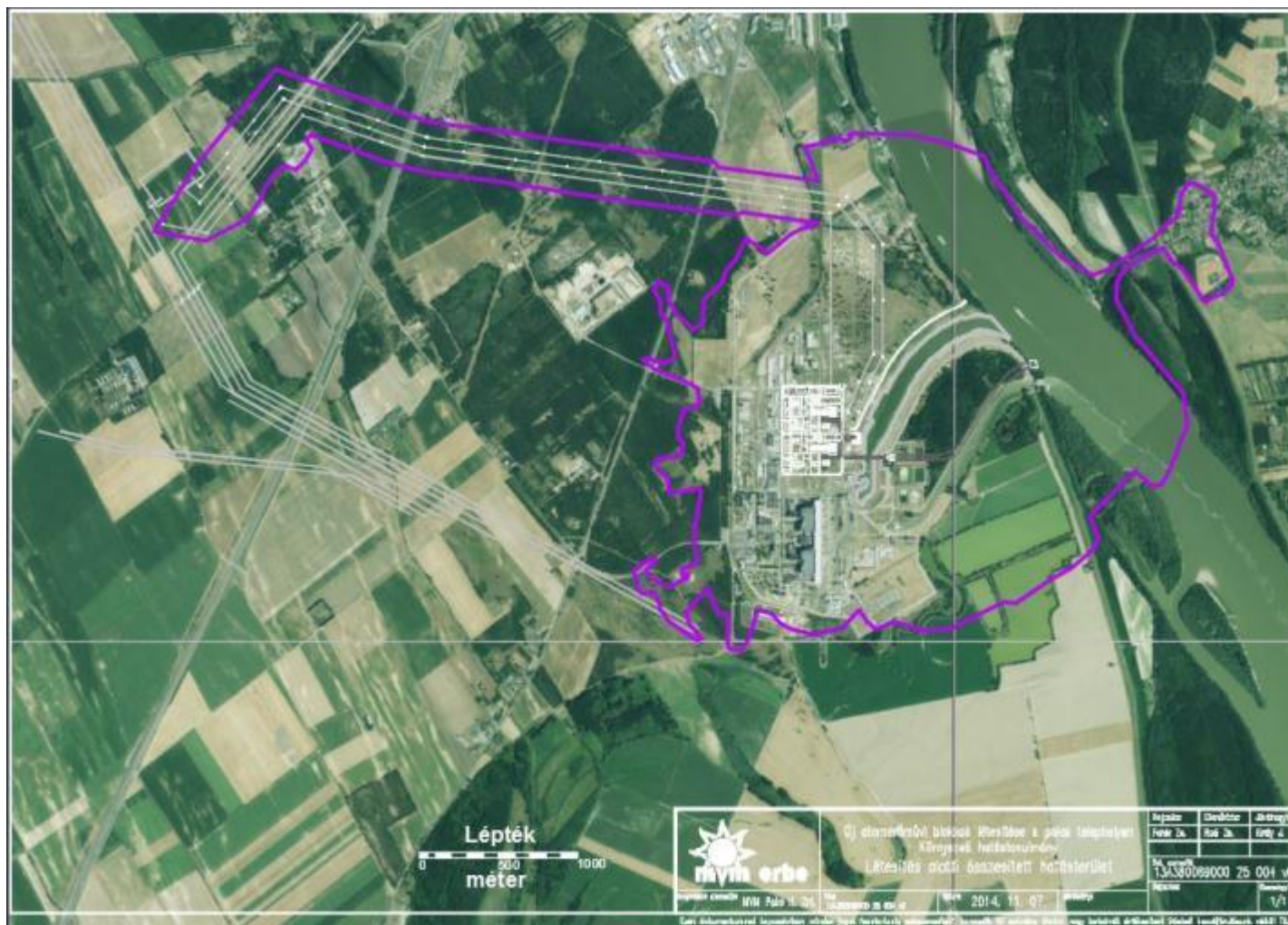
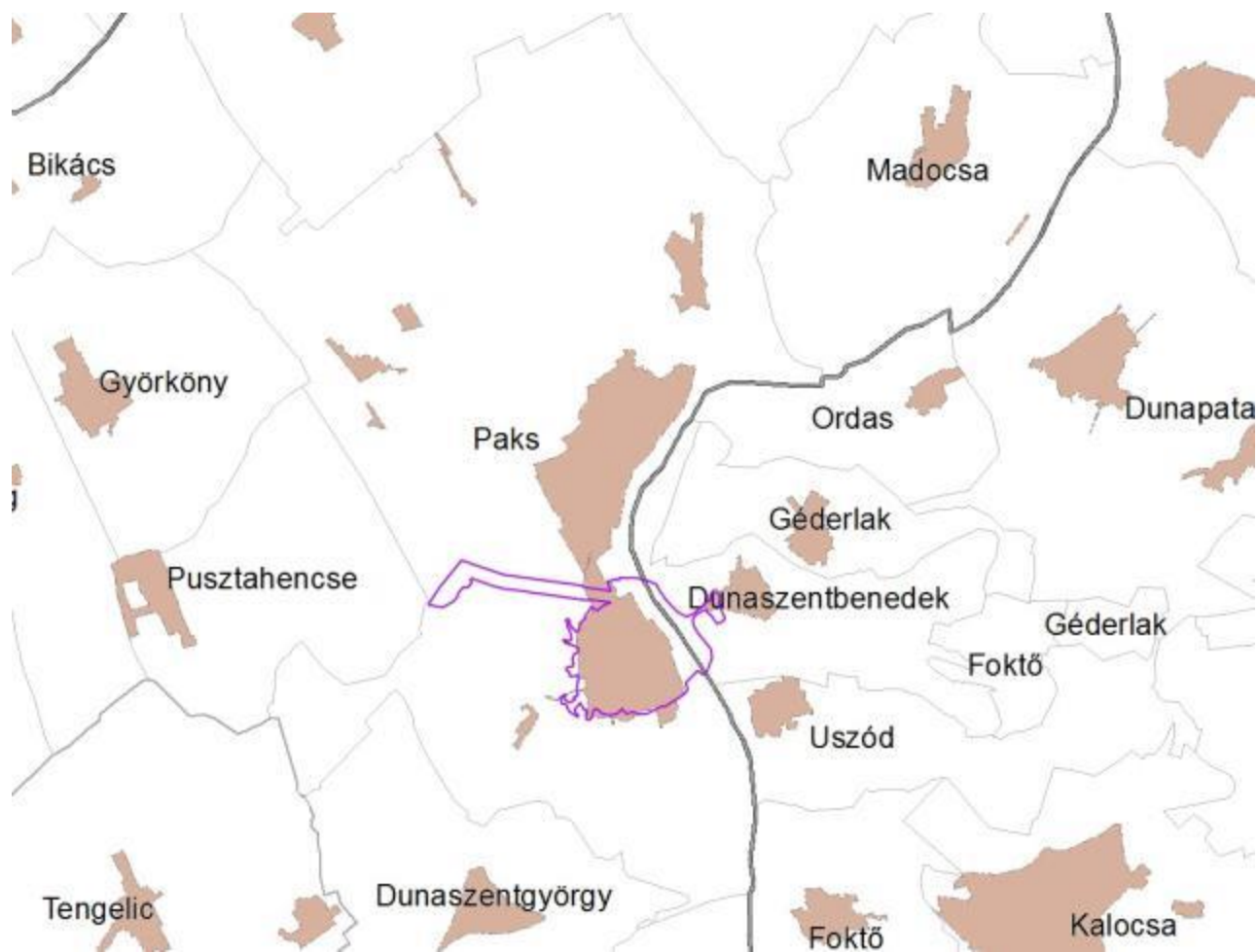


Рисунок 105: загальна зона впливу будівництва АЕС «Пакш-II»

Lépték - Масштаб	méter – метрів	Környezeti hatástanulmány	Дослідження впливу на навколишнє середовище
Új atomerőművi blokkok létesítése a paksi telephelyen	Побудова нових блоків АЕС на пакшській території	Létesítés alatti összesített hatásterület	Загальна зона впливу будівництва



Джерело: http://gis.teir.hu/arcgis/services/TelR_GIS/teirgis_kozigazgatas/MapServer/WMSServer

Рисунок 106: загальна зона впливу будівництва АЕС «Пакш-II» з вказанням адміністративних меж

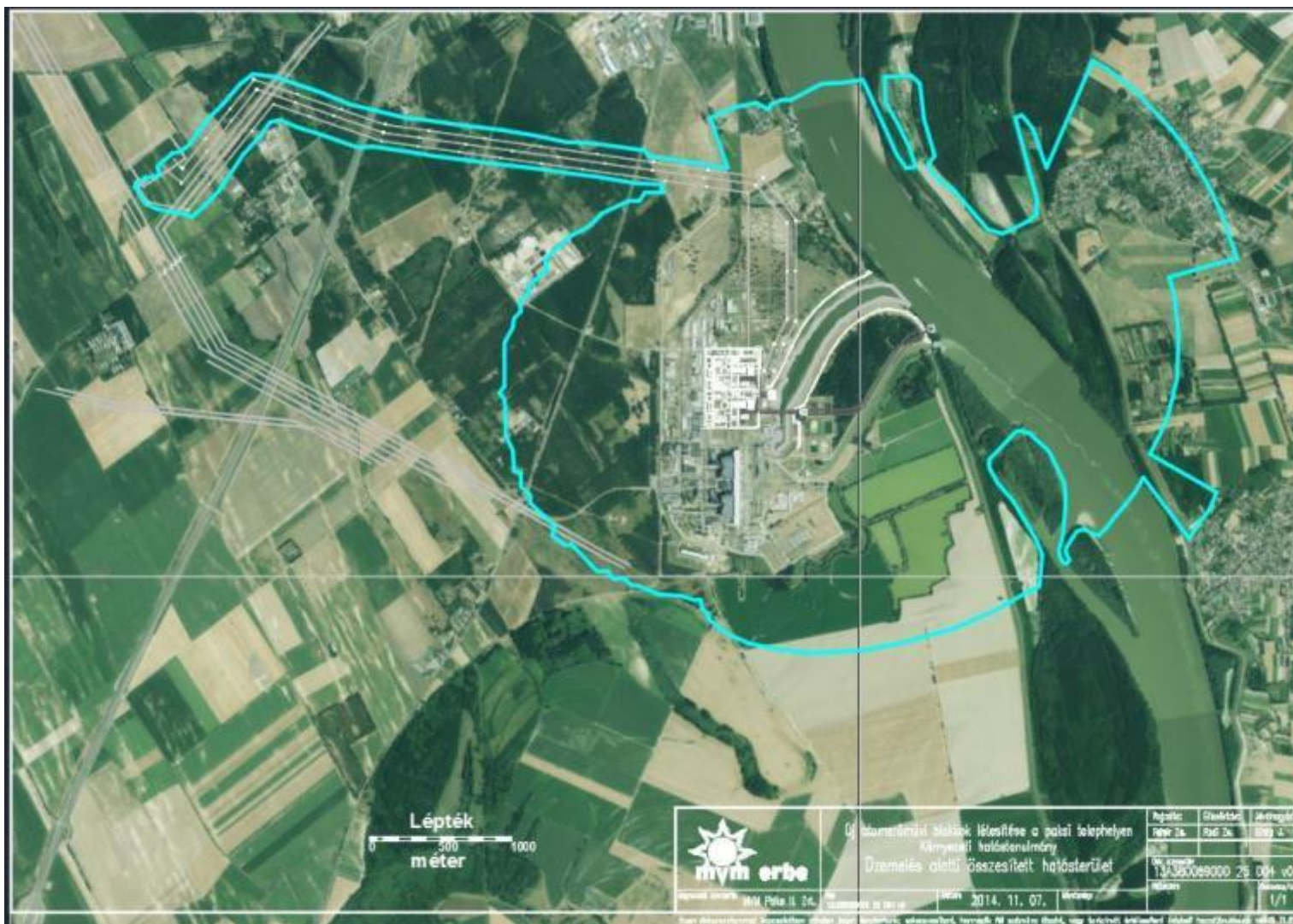
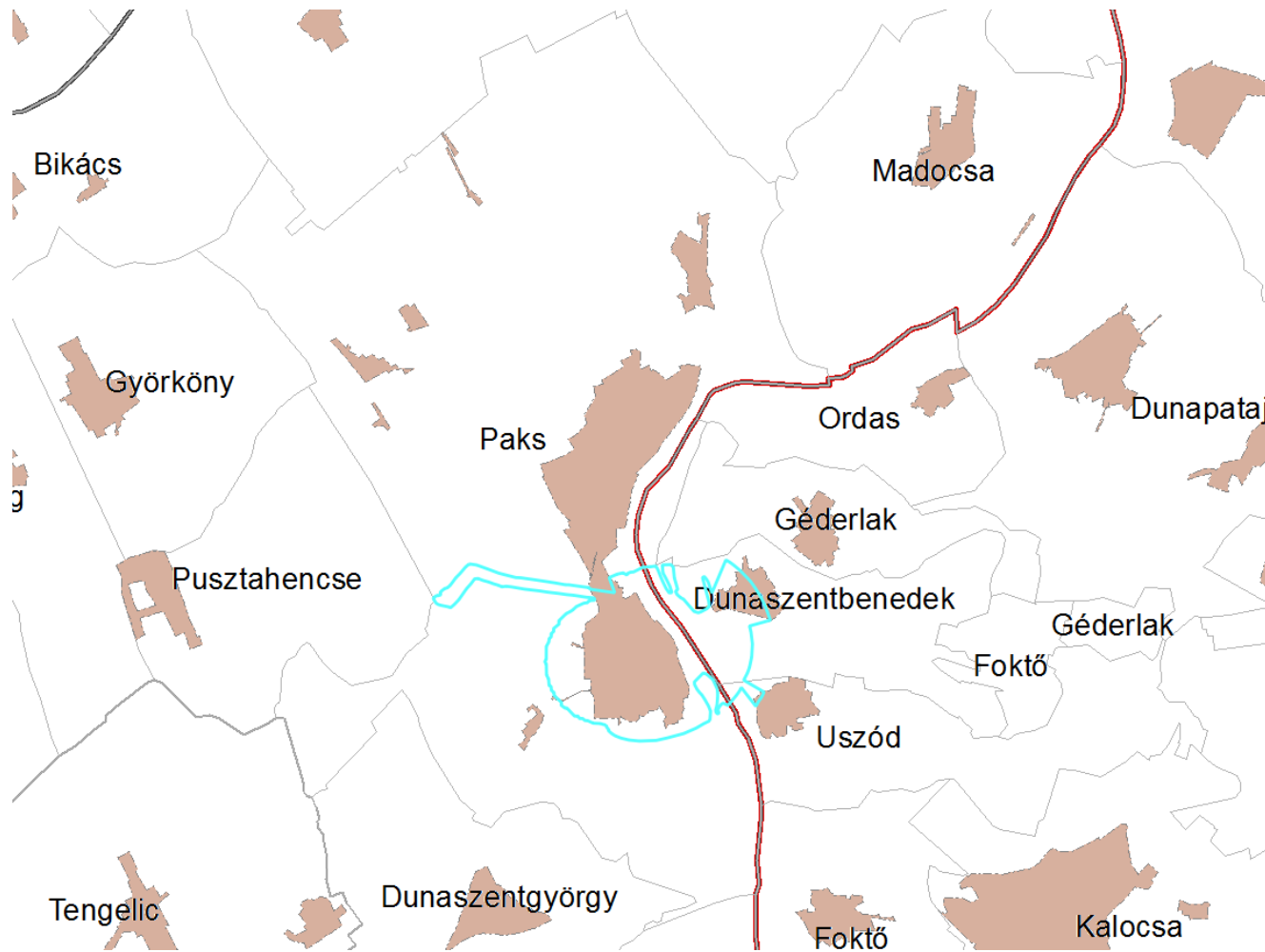


Рисунок 107: загальна зона впливу експлуатації АЕС «Пакш-II»

Lépték – Масштаб	méter – метрів	Környezeti hatástanulmány	Дослідження впливу на навколишнє середовище
Új atomerőművi blokkok létesítése a paksi telephelyen	Побудова нових блоків АЕС на пакшській території	Üzemelés alatti összesített hatásterület	Загальна зона впливу експлуатації



Джерело: http://gis.teir.hu/arcgis/services/TeIR_GIS/teirgis_kozigazgatas/MapServer/WMS/Server

Рисунок 108: загальна зона впливу експлуатації АЕС «Пакш-II» з вказанням адміністративних мереж

Експлуатація АЕС «Пакш-II» впливає на села Дунасентбенедек (Dunaszentbenedek), Пакш (Paks) і Усод (Uszód).

БІБЛІОГРАФІЯ

- [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/WMS/Server
- [3] http://gis.teir.hu/arcgis/services/TeIR_GIS/teirgis_kozigazgatas/MapServer/WMS/Server
- [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 Atomforum 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 Atomforum 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 szennyvíz-elvezetése témakörökben, MVM ERBE Zrt, 2013.
- [34] Elpanneteknik references, Finland's Olkiluoto 3 Nuclear plant
- [35] ERBE Fővállalkozói Terjedelmen Kívüli Tételek elemzése, 2013.

- [36] Lévai Projekt, Új atomerőmű létesítése, Döntés-előkészítő Megvalósíthatósági Tanulmány, PÖYRY ERŐTERV Zrt.
- [37] Elemzés az új atomerőmű blokkok munkaerőigényének meghatározásához, MVM ERBE Zrt., 2013.
- [38] MVM Zrt Új atomerőművi blokkok létesítése – A beruházási, az üzembe helyezési és az üzemeltetési munkaerőigény felmérése 1/2. Kötet, PÖYRY ERŐTERV Zrt, 2012. január
- [39] Irányelvek; Tanács 2011/70/Euratom Irányelve, EU, 2011.07.19.
- [40] EPC-Contract, Construction of Paks Nuclear Power Plant units 5 and 6, Hungary, Appendix 1.2, Part 1.2.1 Nuclear Island, 02-05-02 Radioactive Waste Treatment and Storage Systems (Gaseous, Liquide and Solid Waste) rev 0.0, 2014. 09. 15. [19.14]
- [41] Data for NPP environmental impact analysis (AES-2006 with VVER-1200)
- [42] Palo Verde, Arizona, Griselda Nevarez
- [43] Millstone Power Station Waterford, Connecticut, (AP Photo / Dominion Resources)
- [44] HaddamNeck atomerőmű, EastHampton, Connecticut állam