



**PÖYRY ERŐTERV**

**ENERGETIKAI TERVEZŐ ÉS VÁLLALKOZÓ ZRT.**

1450 Budapest, Pf. 111.

Тел: (36 1) 455-3600

www.poyry.hu

1094 Budapest, Angyal u. 1-3.

Факс: (36 1) 218-5585

eroteriv@poyry.com

**MVM MAGYAR VILLAMOS MŰVEK ZRT.**

*<МВМ Затворено деоничко друштво Мађарска електроиндустрија>*

**ИЗГРАДЊА НОВИХ БЛОКОВА НУКЛЕАРНЕ ЕЛЕКТРАНЕ**

# **ДОКУМЕНТАЦИЈА ЗА ПРЕЛИМИНАРНУ КОНСУЛТАЦИЈУ**

ИДЕНТИФИКАЦИЈСКИ КОД:

**6F111121/0002/C**

ДАТУМ: 26.10.2012.

РАДНИ БРОЈ: 6F111121



Евиденцијски број:

MS 0624-061

MS 0624/K-061

## ДОКУМЕНТ САСТАВИЛИ

Тамаш Роменда

---

За тему одговорна особа

Гђа. Розалиа Гати Мађар

---

Пројектант

Петер Ђенђеши

---

Пројектант

Хајналка Реслер

---

Пројектант

Шандор Розенфелд

---

Контролор квалитете

## У ПРИПРЕМИ ДОКУМЕНТАЦИЈЕ СУДЕЛОВАЛИ СУ:

### Из ÖKO Zrt.-a:

Андраш Губањи  
Шандор Фаркаш  
Јанош Хорват  
Мáртон Фориан Сабо  
Петер Фориан Сабо  
Гђа. Ђенђи Ковач Молнар  
Јожеф Куташ  
Емеке Мађар

Гђа. Агнеш Молнар Пота  
Каталин Можгаи  
Иштван Нађ  
Марта Шер  
Норберт Секе  
Др. Ендре Томбац  
Др. Тибор Варкоњи  
Бианка Видеки

### Из Мађарске академије наука, Истраживачког института за енергију:

Атила Бареит  
Шандор Деме  
Ђерђ Ежел  
Анико Фелди  
Др. Јанош Гадо  
Ева Губик

Золтан Хозер  
Тамаш Пазманди  
Жолт Техи  
Јанош Вег  
Мартон Зађваи  
Петер Зађваи

### Из Golder Associates (Magyarország) Zrt.-a:

Виктор Кунфалви  
Кристиан Лугоши

### Из Државне службе за метеорологију:

Акош Хорват  
Гђа. Зита Конкој Бихари  
Андреа Моринг

Андреа Нађ  
Балинт Варга

### Из SOM NET Kft.-a:

Јожеф Микула  
Ференц Такач

## ПРЕГЛЕД ПРОМЕНА

Датум првог издања: 13. јануар 2012.

| Ознака промене | Промењено поглавље | Датум       | Странице за уклањање | Странице за додавање |
|----------------|--------------------|-------------|----------------------|----------------------|
| А              | Цела документација | 19.03.2012. |                      |                      |
| Б              | Цела документација | 05.10.2012. |                      |                      |
| Ц              | Цела документација | 26.10.2012. |                      |                      |

Промена са ознаком „А” садржи промене које су се урадиле на основу усмених и писмених примедби са састанка пројектне комисије MVM Paksi Atomerőmű Zrt.-а <МВМ Нуклеарне електране Паки> и MVM Magyar Villamos Művek Zrt.-а <МВМ Затворено деоничко друштво Мађарска електроиндустрија> одржане дана 24. фебруара 2012. године.

Промена са ознаком „Б” садржи промене и допуне настале према техничким одлукама које су донете за време израде документације.

Промена са ознаком „Ц” садржи промене које су се урадиле на основу усмених и писмених примедба са састанка пројекте комисије MVM Magyar Villamos Művek Zrt.-а <МВМ Затворено деоничко друштво Мађарска електроиндустрија> одржане дана 17. октобра 2012. године

Тамаш Роменда, за тему одговорна особа

Гђа. Розалиа Гати Мађар, пројектант

Петер Ђенђеши, пројектант

Хајналка Реслер, пројектант

Шандор Розенфелд, контролор квалитете

## САДРЖАЈ

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. Увод.....</b>   | <b>8</b>  |
| 1.1. Планирана делатност и представљање пројекта.....   | 8         |
| 1.2. Поступак добијања дозвола везаних за изградњу нових блокова нуклеарне електране.....   | 10        |
| 1.3. Разлози за изградњу нових блокова.....   | 12        |
| 1.3.1. Прогноза домаћих потреба за електричном енергијом.....   | 12        |
| 1.3.2. Компарација алтернатива за производњу енергије са аспекта животне средине.....   | 14        |
| <b>2. Локација, технологија производње нуклеарне енергије и карактеристике могућих варијаната за планиране нових блокова.....</b> | <b>17</b> |
| 2.1. Представљање локације.....   | 17        |
| 2.1.1. Смештај локације.....  | 17        |
| 2.1.2. Инфраструктурни прикључци локације.....  | 17        |
| 2.1.3. Однос и повезаност са плановима развоја и уређења простора и насеља.....   | 19        |
| 2.1.4. Резиме карактеристика локације у Пакшу.....  | 20        |
| 2.2. Представљање нуклеарне технологије производње енергије.....  | 20        |
| 2.2.1. Представљање типова нуклеарних електрана.....  | 21        |
| 2.2.2. Рад реактора са водом под притиском (PWR), нуклеарне електране 3. генерације са водом под притиском.....                   | 22        |
| 2.2.3. Производња нуклеарне енергије у свету, референце производње нуклеарне енергије.....  | 28        |
| 2.3. Представљање нуклеарне електране и привременог резервоара изгорелих касета који су сада у погону на локацији.....            | 32        |
| 2.3.1. Важније технолошке карактеристике постојеће нуклеарне електране.....   | 32        |
| 2.3.2. Привремени резервоар изгорелих касета.....   | 33        |
| 2.3.3. Безбедносна зона привременог резервоара изгорелих касета.....  | 33        |
| 2.4. Представљање укалкулисаних типова за будуће нове блокове.....  | 34        |
| 2.4.1. Основни подаци укалкулисаних типова блокова.....   | 34        |
| 2.4.2. Приказ планираног система за хлађење.....  | 44        |
| 2.4.3. Остали објекти потребни за омогућавање рада и припадајуће активности.....  | 46        |
| 2.4.4. Приказ међународних референци типова блокова, који су узети у калкулацију.....   | 46        |
| 2.5. Представљање фаза градње, опис технологија градње и других карактеристика.....   | 49        |
| 2.5.1. Приказ података карактеристичних за градњу.....  | 49        |
| 2.5.2. Начин и волумен довоза и одвоза везаног за изградњу.....   | 52        |
| 2.6. Планирани објекти, постројења и мере за заштиту животне средине.....   | 53        |
| 2.7. Неизвесна тачност приказаних података.....   | 54        |
| <b>3. Приказ утицаја на околину.....</b>  | <b>55</b> |
| 3.1. Уопштен приказ географске околине.....   | 56        |
| 3.2. Карактеризација радиоактивности околине.....   | 57        |
| 3.2.1. Приказ основног стања.....   | 57        |
| 3.2.2. Радиолошки утицаји погона нових блокова.....   | 62        |

|   |     |
|---|-----|
| 3.2.3. Заједнички радиолошки утицаји нуклеарних постројења који су у погону на локацији ..... | 67  |
| 3.2.4. Утицаји погонских кварова и несрећа .....  | 69  |
| 3.3. Квалитет ваздуха .....   | 72  |
| 3.3.1. Приказ основног стања .....  | 72  |
| 3.3.2. Утицај грађења .....   | 74  |
| 3.3.3. Погонски утицаји нових блокова .....   | 75  |
| 3.3.4. Заједничко деловање нуклеарних постројења на месту погона .....                        | 76  |
| 3.3.5. Утицаји погонских кварова и несрећа .....  | 76  |
| 3.4. Карактеристике регионалне и локалне климе .....  | 76  |
| 3.4.1. Приказ основног стања .....  | 76  |
| 3.4.2. Утицаји грађења .....  | 78  |
| 3.4.3. Утицаји рада нових блокова .....   | 79  |
| 3.4.4. Заједнички утицај нуклеарних постројења у погону на локацији .....                     | 80  |
| 3.5. Површинске воде .....  | 80  |
| 3.5.1. Приказ основног стања .....  | 80  |
| 3.5.2. Утицај грађења .....   | 86  |
| 3.5.3. Утицаји погона нових блокова .....   | 88  |
| 3.5.4. Заједнички утицај нуклеарних постројења на месту погона .....                          | 90  |
| 3.5.5. Утицај погонских кварова и несрећа .....   | 91  |
| 3.6. Подземне воде .....  | 91  |
| 3.6.1. Представљање основног стања .....  | 91  |
| 3.6.2. Утицаји грађења .....  | 92  |
| 3.6.3. Утицаји погона нових блокова .....   | 93  |
| 3.6.4. Заједнички утицај нуклеарних постројења на месту погона .....                          | 93  |
| 3.6.5. Утицаји погонских кварова и несрећа .....  | 94  |
| 3.7. Гло, геолошка околина .....  | 94  |
| 3.7.1. Представљање основног стања .....  | 94  |
| 3.7.2. Утицаји грађења .....  | 96  |
| 3.7.3. Утицаји погона нових блокова .....   | 97  |
| 3.7.4. Заједнички утицаји нуклеарних постројења у функцији на месту погона .....              | 98  |
| 3.7.5. Утицаји погонских кварова и несрећа .....  | 98  |
| 3.8. Живи свет и животне заједнице .....  | 98  |
| 3.8.1. Приказ основног стања .....  | 98  |
| 3.8.2. Утицаји услед изградње .....   | 107 |
| 3.8.3. Утицаји услед погона нових блокова .....   | 109 |
| 3.8.4. Комбиновани утицаји услед рада нуклеарних постројења на локацији .....                 | 111 |
| 3.9. Бука и вибрације у животној средини .....  | 111 |
| 3.9.1. Приказ основног стања .....  | 111 |
| 3.9.2. Утицај градње .....  | 113 |
| 3.9.3. Утицај рада нових блокова .....  | 114 |
| 3.9.4. Збирни утицај нуклеарних електрана које су у погону на локацији .....                  | 115 |
| 3.10. Отпади .....  | 116 |
| 3.10.1. Приказ основног стања .....   | 116 |
| 3.10.2. Утицај грађења .....  | 116 |

|   |            |
|---|------------|
| 3.10.3. Утицаји погона нових блокова .....  | 118        |
| 3.10.4. Заједнички утицаји нуклеарних постројења који функционишу на месту погона ....                                | 124        |
| 3.11. Урбана околина погона, друштвени и економски утицаји.....   | 124        |
| 3.11. 1. Приказ основног стања .....  | 124        |
| 3.11.2. Утицај грађења .....  | 126        |
| 3.11.3 Утицаји погона нових блокова .....   | 127        |
| 3.11.4. Заједнички утицај нуклеарних постројења у погону на месту погона.....   | 128        |
| 3.12. Коришћење предела и подручја .....  | 129        |
| 3.12.1. Приказ основног стања.....  | 129        |
| 3.12.2. Утицај грађења .....  | 131        |
| 3.12.3. Утицаји погона нових блокова .....  | 132        |
| 3.12.4. Заједничко деловање нуклеарних постројења на месту погона .....   | 133        |
| <b>4. Ограничење територија деловања за предвиђене варијанте .....</b>  | <b>134</b> |
| 4.1. Територији радиолошког деловања .....  | 134        |
| 4.2. Териториј деловања традиционалних утицаја на околину.....  | 136        |
| 4.3. Целокупни териториј деловања и насеља захваћена територијем деловања .....                                       | 145        |
| <b>5. Утицаји затварања нуклеарне електране на околину у погледу типова нових блокова који су узети у обзир. ....</b> | <b>148</b> |
| 5.1. Процеси и циљ декомисије и затварања нуклеарне електране.....  | 148        |
| 5.2. Стратегија за декомисију релевантна за нове блокове нуклеарне електране .....                                    | 149        |
| 5.3. Утицаји декомисије на околиш .....   | 150        |
| 5.3.1. Разматрања специфичности блокова .....   | 150        |
| 5.3.2. Приказ утицаја декомисије на околину .....   | 151        |
| 5.4. Финансирање и трошкови делатности декомисије.....  | 154        |
| <b>6. Оцена могућих прекограничних утицаја.....</b>   | <b>155</b> |
| <b>7. Сажетак.....</b>  | <b>159</b> |

## 1. Увод

### 1.1. Планирана делатност и представљање пројекта

У интересу одржавања безбедног снабдевања Мађарске електричном енергијом потребно је да се остваре нови капацитети у електранама, јер средњерочно и дугорочно може да се очекује затварање значајних делова постојећих капацитета. Првенствено због застарелости домаћег парка електрана, а затим и због повећања потреба потрошача и прелазног пада насталог услед економске кризе, до 2020. године требаће око 5000 MW нових производних капацитета, а до 2030. додатних око 4000 MW. Како би се надокнадио део извора који недостају, као најбоље решење пружа се изградња нове нуклеарне електране јер је производња електричне енергије у нуклеарним електранама економски делотворно, дугорочно применљиво, даје могућност безбедног снабдевања струјом, њезино гориво може да се прибави из више извора по цени која је стабилна и може да се израчуна те се може дуже времена складиштити.

Изградњи једне нуклеарне електране претходи политичка одлука, изузетно подробне и дугогодишње припреме и набава дозвола. МВМ Група <Magyar Villamos Művek cégcsoport Мађарска електроиндустрија> од 2007. године на простору електране у Пакшу обавља прелиминарна стручна испитивања за изградњу нових блокова нуклеарне електране уз анализе техничких, економских, трговинских, законских и друштвених аспеката. На основу претходних стручних анализа 30. марта 2009. године Парламент је са 95,4% гласова одобрио да се започну припремне активности за изградњу новог блока у нуклеарној електрани Пакш (Одлука Парламента број 25/2009. (IV. 2.)).

Одлука Парламента још не значи стварну одлуку о градњи новог блока у нуклеарној електрани. Након теоретског одобрења започета стручна анализа мора да да одговоре на многа питања, на пример: питања о финансирању и инвестицијској структури, техничким карактеристикама, конкурентности, могућности да се угради у систем, последицама на животну средину, типу блока и о добављачу. Након објаве одлуке Парламента, на темељу претходно обављених радова започело се са стварним припремама, у склопу којих су и припремни поступци за добијање потребних дозвола.

Добављач будућих блокова нуклеарне електране, односно тип блокова, сукладно интернационалној пракси, биће изабран на основу расписаног тендера, што је сложен процес који се састоји од много секција. На основу заједничке компарације трендова у свету и домаћих стручних искустава са нуклеарним електранама, једнозначно се може дефинисати да је у Мађарској сврсисходно градити нуклеарни реактор 3. генерације с водом под притиском. На тржишту има више оваквих типова реактора и више добављача, који су сви велике мултинационалне компаније са признатим стручним знањем и које располажу са релевантним искуством у градњи нуклеарних постројења. Понуда је и поред тога прилично уравнотежена, нема екстремно добрих или лоших варијанти. Сваки од могућих типова је према досадашњим анализама и референцама довољно безбедан и технички развијен.

МВМ Група је након одлуке Парламента 8. јула 2009. основала Левај Пројект у интересу припреме изградње планираног новог блока нуклеарне електране. Пројект је добио име по покојном професору др. Андрашу Левају, изузетној личности на пољу енергетике у Мађарској, који је утемељио обухватно поимање енергетике као спој аспеката технике, животне средине и националне стратегије. Задатке повезане са припремом изградње нових блокова нуклеарне електране од септембра 2012. обавља ново пројектно предузеће основано од стране MVM Zrt.-а, које носи име Paks II. Atomerőmű Fejlesztő Zrt. <МВМ затворено деоничко друштво за развој нуклеарне електране Пакш II>.



Планирана делатност је изградња двају блокова нуклеарне електране са 1000–1600 MW нето електричне снаге и њихов рад на месту данашње нуклеарне електране Пакш у интересу производње струје за продају. Период изградње је 11–12 година, од чега на припремну фазу отпада 5–6 година, а за саму изградњу преосталих 6 година. Први нови блок нуклеарне електране према очекивањима треба да буде пуштен у погон до 2025., а други до 2030. Године. Планирани радни век блокова износи 60 година. Место изградње нових блокова налази се у жупанији Толна, на управном територију града Пакша, на 5 км од центра града на земљишту које је власништво друштва MVM Paksí Atomerőmű Zrt. <МВМ затвореног дионичког друштва за развој нуклеарне електране Пакш>.

Очекује се да ће планирана инвестиција на локалној и регионалном нивоу такође имати повољне друштвене и привредне учинке (нпр. значајно повећање запошљавања, развој образовања те ће да имају улогу у оживљавању економских прихода, како становништва, тако и самоуправе) како за време изградње, тако за време рада нуклеарне електране.

Прва фаза поступка за добијање дозвола везаних за заштиту животне средине су прелиминарне консултације према одредбама Владине уредбе бр. 314/2005. (од 25.12.) о јединственом поступку за добијање дозвола везаних за заштиту животне средине, али које не морају да се испоштују. У оквиру прелиминарних консултација, инспекција заједно с надлежним управним органима даје мишљење о условима које мора да садржи студија, а која треба да се изradi и преда у другој фази поступка за добијање дозвола. Након што се преда студија о утицају на животну средину, инспекција ће познавајући све податке и испитне резултате везане за планирано деловање, уз помоћ стручних власти донети одлуку којом ће, у случају да будући блокови нуклеарне електране одговарају свим аспектима заштите животне средине, издати дозволу о заштити животне средине. Овај документ саставни је део документације и захтева прелиминарне консултације, а по налогу MVM Magyar Villamos Művek Zrt.-а као подизвођач га припрема PÖYRY ERŐTERV Zrt. У припрему документације за прелиминарну консултацију укључене су одређене стручне установе и фирме, које израђују следеће делове документације:

ÖKO Környezeti, Gazdasági,  
Technológiai, Kereskedelmi,  
Szolgáltató és Fejlesztési Zrt.  
<ÖKO з.д.д. за услуге и развој  
животне средине, економије,  
технологије и трговине>:

Приказивање стања животне средине и процена очекиваног утицаја на традиционална (ненуклеарна) стручна подручја (квалитета ваздуха, ниво буке, флора и фауна, насељена подручја, развој средине и подручја).

Magyar Tudományos Akadémia  
Energiatudományi Kutatóközpont  
<Мађарска академија наука,  
Институт за енергију>:

Приказивање технологије производње нуклеарне енергије, варијанте нових блокова које су узете у обзир, радиоактивне карактеристике средине те процена очекиваних радиолошких учинака.

Golder (Associates) Magyarország Zrt.  
<Голдер (Партнери) Мађарска  
затворено деоничко друштво>

Приказивање стања водене средине те подземних и надземних вода, геолошких, водно-геолошких прилика те процена очекиваних учинака на животну средину.

Országos Meteorológiai Szolgálat  
<Државна метеоролошка служба>:

Израда климатске студије, регионалних и локалних метеоролошких карактеристика.

SOM NET Kft.  
<СОМ НЕТ д.о.о.>

Испитивање учинака на животну средину везаних за затварање нуклеарног постројења.

## 1.2. Поступак добијања дозвола везаних за изградњу нових блокова нуклеарне електране

За изградњу нових блокова нуклеарне електране према важећим законским прописима потребно је да се проведу поступци за добијање дозвола са аспекта заштите животне средине, нуклеарне безбедности и производње електричне енергије те извршавање других обавеза за добијање дозвола, односно обавеза прикупљања службених дозвола.

У складу са одредбом параграфа 66, ставка (1) Закона бр. LIII из 1995. године о општим прописима заштите животне средине, у случају да делатност потпада под испитивање учинка на животну средину, кориштење неке средине може да започне тек након што **дозвола за заштиту животне средине** коју издаје служба задужена за заштиту животне средине правомоћно ступи на снагу. Делатности које потпадају под испитивање учинка на животну средину дефинисане су Владином уредбом бр. 314/2005. (од 25.12.) о јединственом поступку за добијање дозвола везаних за заштиту животне средине. Делатности које потпадају под тај поступак набројане су у прилозима бр. 1 и 3 ове уредбе. Планирана делатност, односно изградња новог блока нуклеарне електране наводи се у прилогу бр. 1 под тачком 31, па према томе спада у делатности које захтевају дозволе за заштиту животне средине. Службене задатке у овом конкретном случају обавља територијално надлежна инспекција за заштиту животне средине, заштиту природе и вода Јужног задунавља <Dél-dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség> (у даљем тексту: Инспекција).

Према Владиној уредби бр. 314/2005. (од 25.12.) корисник средине може да иницира претходне консултације код делатности које потпадају под испитивање учинка на животну средину, наведене у прилогу бр. 1, у намери да:

- с једне стране, затражи мишљење Инспекције о захтевима везаним за садржај студије о учинку на животну средину те других служби које суделују у поступку издавања дозволе о заштити животне средине, као стручних тела власти,
- с друге стране, упозна и приликом испитивања учинка на животну средину узме у обзир примедбе јавности.

У конкретном случају подносилац захтева за дозволу о заштити животне средине одлучио је да започне са прелиминарним консултацијама. За то је потребно да изради документацију за прелиминарну консултацију <EKD> која одговара захтевима сукладно прилогу бр. 4 Владине уредбе бр. 314/2005. Инспекција прослеђује добијену документацију и захтев за прелиминарну консултацију управним органима и нотарима дотичних насеља дефинисаним у прилогу бр. 12 наведене уредбе у циљу добијања мишљења, односно издаје приопштење о добијању захтева. Примедба на приопштење може да се поднесе у року од 21 дана, а надлежни управни органи имају на располагању 15 дана да издају своја мишљења. У поступку прелиминарне консултације може да се проведе и усмена консултација са управним органима укљученим у поступак (будућа службена тела) и уз присуство корисника средине. Инспекција ће као резултат прелиминарних консултација издати мишљење о захтевима везаним за садржај студије о заштити животне средине, узимајући у обзир прилог бр. 6 Владине уредбе. Корисник средине у року од две године након добијања мишљења може да поднесе захтев за издавање дозволе о заштити животне средине.

С обзиром да изградња атомске електране потпада под ингеренцију Владине уредбе бр. 148/1999. (од 13.10.) о објављивању споразума потписаног 26. фебруара 1991. године у Еспу (Финска) о испитивању учинака на животне средине које прелазе државне границе, односно смерницама Европске заједнице бр. 97/11/ЕК, 2003/35/ЕК и 2009/31/ЕК којима се модификује смерница бр. 85/337/ЕГК о испитивању учинка којег имају неки заједнички или појединачни пројекти на животну средину, потребно је да се проведе и међународни поступак испитивања учинка. О потреби међународног поступка за време фазе прелиминарне консултације инспекција ће обавестити Министарство развоја животне средине <Vidékfejlesztési

*Minisztériumot*>. О планираној делатности Министарство ће евенуалне странке које могу бити погођене учинком на животну средину извести доставом документације преведене на језик погођених странки или на енглески језик. У случају да погођена странка жели да суделује у поступку испитивања учинка на животну средину, Министарство ће уз укључење инспекције и корисника средине провести консултације са погођеном странком као судиоником у поступку. Инспекција ће размотрити примедбе изнете за време консултација, те јавне примедбе погођене странке и по потреби их узети у обзир.

У конкретном случају садржајни елементи испитивања утицаја на животну средину, у делу који се односи на нужна испитивања, одступа од уобичајених општих очекивања за већину делатности. Једно од важнијих одступања произилази из тога да корисник животне средине планиране нове блокове не сматра проширењем постојеће нуклеарне електране, него нове блокове који ће да се граде на месту поред другог корисника животне средине третира као самостални објекат, уз постојећу нуклеарну електрану у погону.

Друга важна специфичност је поступање приликом затварања нуклеарног постројења. Код већине традиционалних делатности о овоме у фази планирања има мало расположивих сазнања. У конкретном случају реч је о једнаком обиму радова као и приликом изградње, чији учинци на животну средину такође могу да буду значајни., Комплексни утицаји затварања нуклеарног постројења према Владиној уредби бр. 314/2005. (од 25.12.) због опасности на животну средину сами по себи се сматрају делатношћу, која има обавезу испитивања учинка на животну средину. Примарни разлог посебног поступка за добијање дозволе је да се допринесе остварењу оптималних решења са аспекта заштите животне средине услед затварања нуклеарног постројења. Како ће тако нешто да се догоди тек у далекој будућности (након више деценија, па чак и 100 година), тадашња модерна техничка решења у садашњој фази планирања не могу се предвидети, односно учинци на животну средину не могу детаљно да се процене. У овом периоду обавеза посебног испитивања учинка обустављања нуклеарне електране значи да се унутар студије на ову фазу треба такође осврнути, али дубина не мора да буде таква да се постигне ниво детаљизације која је потребна за дозволу о заштити животне средине.

За изградњу и рад нуклеарне електране потребно је добијанје **дозвола о нуклеарној безбедности** како то прописује Закон бр. ЦЦВИ. из 1996. године о нуклеарној енергији, односно Владина уредба бр. 118/2011. (од 11.7.) која је измењена Владином уредбом бр. 37/2012. (од 9.3.) о захтевима нуклеарне безбедности за нуклеарна постројења и о припадајућим службеним поступцима, односно може да се оствари на основу прописа правилника о нуклеарној безбедности, који је прилог наведене Владине уредбе:

- дозволе на нивоу објекта (локацијска дозвола, грађевинска дозвола, дозвола за пуштање у рад, дозвола за рад)
- дозволе на нивоу система и системских елемената (фабричке (типске) дозволе, дозволе за набаву (типске), дозволе за монтажу, дозволе за рад, конструкцијске дозволе, дозволе за кориштење, итд.).

За време поступка издавања дозвола о нуклеарној безбедности службене задатке извршава Државна агенција за нуклеарну енергију <*Országos Atomenergia Hivatal (OAH)*>, а поступак проводи Дирекција нуклеарне безбедности <*Nukleáris Biztonsági Igazgatósága (NBI)*> те агенције.

За изградњу нуклеарне електране потребно је добијанје **дозвола за производњу електричне енергије**, чије је издавање према прописима Закона бр. LXXXVI из 2007. године о електричној енергији, те Владине уредбе бр. 273/2007. (од 19.10.) о провођењу појединих одредби Закона бр. LXXXVI из 2007. године о електричној енергији, у јурисдикцији Мађарске агенције за енергију <*Magyar Energia Hivatal (MEH)*>. На основу законских прописа за изградњу нових блокова, који значајно утичу на рад електроенергетског система, потребна је принципијелна дозвола, односно у поступку је потребно дозвола за изградњу

електране и тзв. производних водова<sup>1</sup>. За време прибављања дозвола за градњу електране надлежни орган издаје две дозволе, прво тзв. дозволу за изградњу електране, а затим дозволу за производњу.

Издавање службених дозвола за изградњу нуклеарног постројења односи се и на више **других специјалних, стручних сектора** (испитивање геолошке погодности локације, означавање безбедносног округа постројења, провера физичке и протупожарне заштите, контрола емисија, животне средине, итд.). Поступци за потребне службене дозволе, који морају да се проведу код изградње нуклеарног постројења и најважнији припадајући законски прописи наведени су у табели М-1 Прилога.

### 1.3. Разлози за изградњу нових блокова

#### 1.3.1. Прогноза домаћих потреба за електричном енергијом

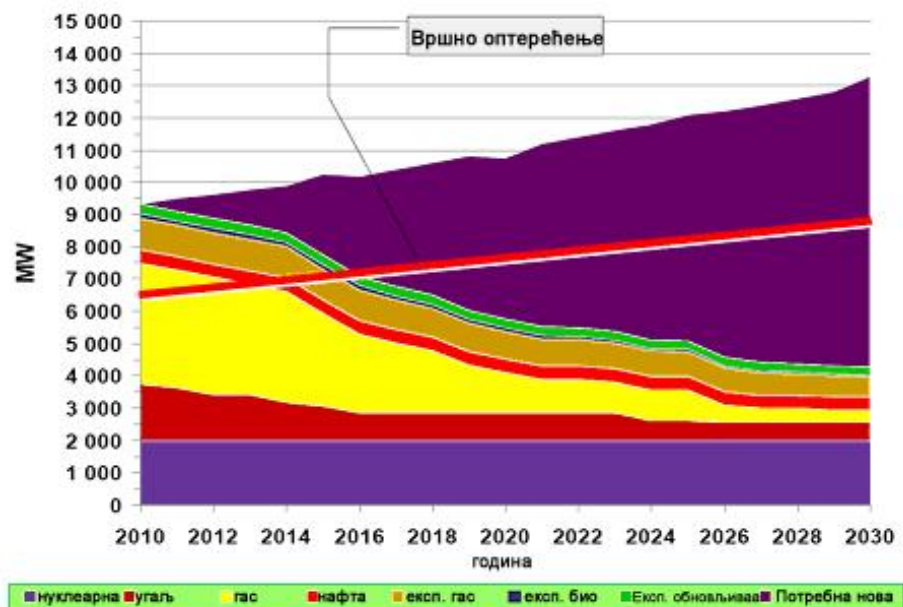
Целокупна потрошена електрична енергија у мађарском систему за електричну енергију за 2011. годину била је 42,63 ТВтх, од тога (брото) произведена електрична енергија (рачунато узевши у обзир властиту потрошњу) износи 35,98 ТВтх, а нето (пуштено у мрежу) 33,50 ТВтх. Домаће електране у 2011. произвеле су (брото) електричне енергије од око 44% крутих горива, 30% земног гаса, 18% из угљена, 8% из отпада и обновљивих извора енергије.[1]

Због утицаја економске кризе редовито годишње вршно оптерећење се снизило, али је у 2010. са износом од 6560 MW скоро досегла досадашњу највећу вредност из 2007. године од 6602 MW. Вредност годишњег вршног оптерећења у 2011. години била је 6492 MW. У погледу нето потрошње електричне енергије меродавним се може сматрати ритам раста од 1,5%. Прогнозе мање вероватним сматрају пораст од 1%, а најмање вероватним могућност годишњег раста од 2%.

Способност бруто инсталираних капацитета домаћих електрана у 2011. била је 10 109 MW (од тога 8637 MW великих електрана). Према прогнозама краткорочних и дугорочних промена способности инсталираних капацитета може да се утврди да ће се судбина постојећих домаћих електрана, те њихово очекивано обустављање одвијати у времену и на начин који одговара вољи власника, односно пратиће кретања на тржишту. Потреба за новим електранама првенствено ће настати у наредне две деценије због надокнађивања заустављених јединица и тек секундарно због повећања потреба за електричном енергијом. Потребу за изградњу извора приказује *слика 1.3.1-1*.

---

<sup>1</sup> На основу прописа Закона бр. LXXXVI из 2007. године о електричној енергији, обавеза добијања дозволе за изградњу производног вода не постоји у случајевима ако се производни вод користи искључиво за прикључење електране и са њега се не обавља дистрибуција према другом кориснику. Према томе може да се претпостави да приликом изградње нових блокова нуклеарне електране неће бити потребно прибављање дозволе од стране МЕХ –а за производни вод.



1.3.1-1. слика: Нужност остваривања новог извора

Вероватно ће градњу електрана између 2010. и 2020. дефинисати изградња комплексних циркуларних јединица (CCGT<sup>2</sup>) и развој пратећих електрана. До почетка 2020. године, када се планира и пуштање у погон првог новог блока нуклеарне електране, потребни извори према прогнозама биће осигурани само са новим CCGT постројењима. У том временском периоду већ мора да се започне и изградња терцијалног резервног парка гасних турбина, чији капацитети се могу уклопити у производне могућности новог блока нуклеарне електране. Ови капацитети морају да буду расположиви већ до изградње пробног погона новог блока нуклеарне електране, како би се могли у прописаном времену надоместити испади капацитета из било којих разлога. [2]

У следећем раздобљу градњом карактеристичних гасних турбина удео земног гаса као примарног извора енергије има да порасте до готово 50%. То у суштини не могу да надоместе електране на обновљиве изворе енергије, а смањење удела земног гаса очекује се изградњом нуклеарне електране с великим блоковима. Паралелно са градњом великих електрана може да се настави и с даљом градњом малих електрана, али вредност главног удела којег представљају електране на ветар и електране чија је опскрба топлином везана за изгарање био-маса и даље ће бити доста умерена. Тако ће до 2030. укупна бруто потрошња електричне енергије бити покривена 53% из нуклеарних извора, 28% из земног гаса, 4% из угљена и 15% из обновљивих извора енергије. Салдо увоза још се у 2010-тим годинама може мењати примарно због јефтине регионалне понуђене цене, што у регији може да појача очекивано пуштање јединица нуклеарних електрана. У 2020-тим годинама већ се може рачунати на смањење салда увоза. Пуштање у погон јединица нуклеарних електрана с великим блоковима привремено може да узрокује хипер изграђеност у домаћем систему. Искориштавање вишка капацитета може да се реши само извозом или хидроелектраном која складишти пумпама. Вишак капацитета углавном може представљати проблем у временском раздобљу ниског оптерећења, када је поред електрана које се не могу регулисати због временских или других разлога, и поред машинских постројења која се могу регулисати а још су у погону према карактеристикама јединице великих капацитета, потребно обезбедити могућност регулације капацитета на нижи ниво. Стога се нови блокови требају моћи регулисати у много већој мери него што је то данас случај, између 50-100%, што технологија данашњих нуклеарних електрана треће генерације без проблема може да омогући, а што као

<sup>2</sup> Combined Cycle Gas Turbine –електране са гасном турбином и комбинованим циклусом

обавезу и прописује Правилник о раду мађарског електроенергетског система (Magyar Villamosenergia-rendszer Üzemi Szabályzata).

### 1.3.2. Компарација алтернатива за производњу енергије са аспекта животне средине

Са циљем анализе животних циклуса производње електричне енергије, као сектора мађарске енергетике, обављено је самостално испитивање [3]. Анализа животног циклуса проверава аспекте и потенцијални утицај на животну средину за време појединих временских периода унутар века трајања неког производа, процеса или услуге. Предмет анализе животног циклуса генерално је онај производ, процес или услуга код које постоји могућност избора између система са истим функцијама, али они у различитим размерама утичу на животну средину. Испитиване могуће алтернативе за производњу електричне енергије су нуклеарна енергија и фосилни енергенти (лигнит, смеђи угаљ, црни угаљ, земни гас, нафта), алтернативни извори енергије (отпад) и обновљиви извори енергије (дрвена маса, биогаз, биоетанол, енергија воде, ветра и сунца).

Систем садржи све у Мађарској примењене моделе LCA (Life Cycle Assessment – анализа животног циклуса) технологија за производњу електричне енергије, почевши од фосилних енергената преко кориштења нуклеарне енергије, до оних који користе обновљиве изворе енергије. Мора се нагласити да се анализа односи само на производњу електричне енергије.

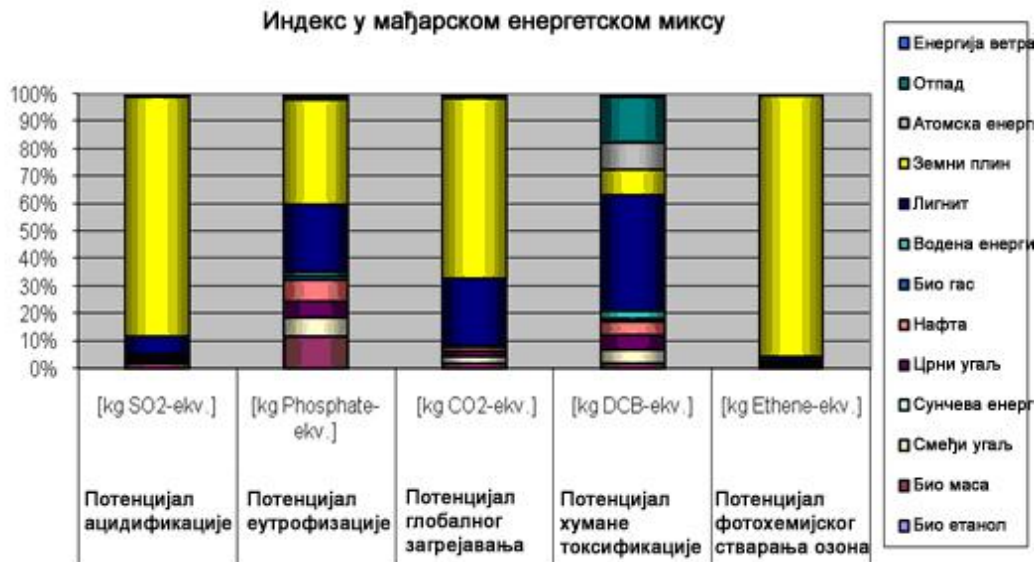
За процењивање су кориштене методе EcoIndicator '99 и CML 2001, које су развијене у Холандији на Универзитету у Лејдену [3]. EcoIndicator '99 са једном агрегатном вредношћу без димензија карактерише утицај на животну средину једне технологије, док индикатори CML 2001 егзактно нормирају количине појединих емисија референтних материјала, са лакоразумљивим јединицама мерења. Границе система анализе простиру се од добијања горива, па све до његове трансформације, где је коначни производ функционална јединица. Код анализе кориштења нуклеарне енергије није се испитивао само процес добијања енергије, већ и оптерећења везана уз изградњу електране и њихов престанак рада, као и господарење отпадом.

Компаративна анализа је проведена на основу мађарског енергетског микса. Мађарски енергетски микс је систем у којем моделирани технолошки системи у мери која одговара стварности доприносе да функционална јединица, односно 1 MJ електричне струје буде произведен, па је код анализе могуће узети у обзир емисије које из њих произлазе тако да буду у односу који одговара стварности. Полазећи од енергетског микса успоређене су различите опције производње енергије, а анализа се искључиво бави електричном енергијом па је зато из анализе изостављена искористивост термалне енергије. *Слика 1.3.2-1.* приказује резултате за које су кориштени следећи индекси система CML 2001:

- Потенцијал ацидификације (kg SO<sub>2</sub>-ekv.), тј. колико задани систем доприноси промени рН-фактора животне средине.
- Потенцијал еутрофизације (kg foszfát-ekv.), тј. опис концентрације хранљивих твари из животне средине у односу на фосфате
- Потенцијал глобалног загревања (kg CO<sub>2</sub>-ekv.), тј. допринос учинку глобалног загревања пројигирано на угљиков диоксид.
- Потенцијал хумане токсикације (kg DCB-ekv.), тј. отровни утицај на човека, који је нормиран на диклор-бензол.
- Потенцијал фотохемијског стварања озона (kg etilén-ekv.), тј. улога у процесу стварања озона у нижим слојевима, нормирано на етилен.

Код потенцијала ацидификације велику улогу има изгарање земног гаса, што је разумљиво, јер он покрива 35% опскрбе енергијом. Овде се јавља још и утицај лигнита који је одговоран за 15%. У случајевима концентрације хранљивих твари изгарање лигнита готово је једнако као код 35%-тног изгарања гаса, унаточ томе што је његов удео у енергетском миксу само

половина - близу 15%. Овде се види утицај технологија које користе друга два фосилна горива, нафту, те црни и смеђи угаљ, мада њихов удео износи свега 1–2%. Поред њих мерљиви утицај има и изгарање био-маса (дрва за ложење), која имао удео од 3,7% у енергетском миксу.



слика 1.3.2-1.: Индекси утицаја на животну средину према мађарском енергетском миксу (CML 2001)

У раздеоци потенцијала глобалног загревања земни гас заузима највећи удео, што може да утиче на његову важну улогу у енергетским услугама. Иза њега следи лигнит, па остале фосилне технологије.

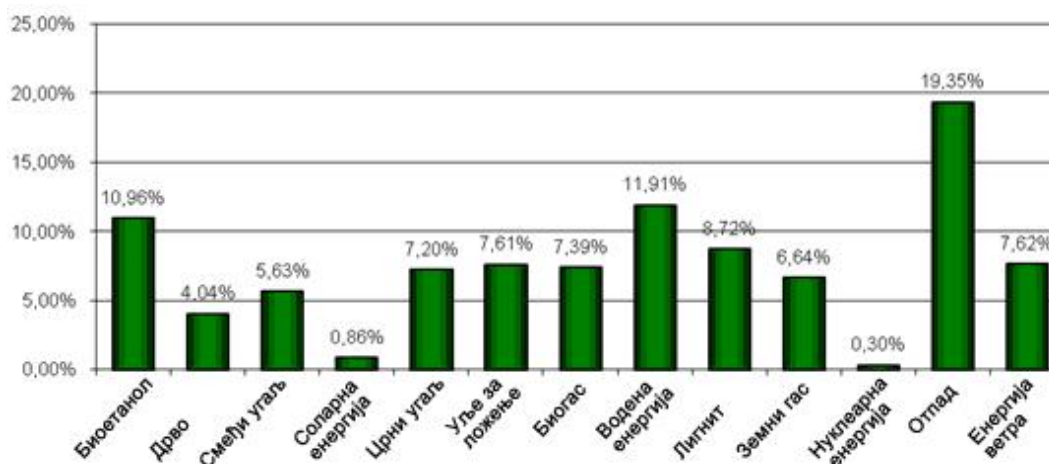
Код потенцијала хумане токсикације појављује се више начина производње енергије. У највећој мери присутан је лигнит, а за њим следи сагоревање отпада. Значење гаса овде већ пада и ниво му је скоро идентичан са нуклеарном енергијом, који одговара улози коју има у производњи енергије (близу 35-35%), мада се нуклеарна енергија досад код нити једног индекса није могла установити.

У потенцијалу фотохемијског стварања озона скоро 100%-тно главну улогу игра сагоревање земног гаса. Из свега је видљиво да даље повећање удела лигнита и земног гаса у мађарској производњи енергије са аспекта утицаја на животну средину није повољно.

Атомска енергија може да се исказе само код потенцијала хумане токсикације, па зато ова технологија има најповољнији утицај на животну средину од свих испитаних у мађарском енергетском миксу.

Податке утицаја на животну средину за поједине технологије производње електричне енергије и вредности EcoIndicator-а '99 најбоље приказује *Слика 1.3.2-2.*





Слика 1.3.2-2.: Вредности EcoIndicator-a '99 појединих технологија производње енергије

Сагоревање отпада се међу испитиваним технологијама рачуна као процес који највише утиче на животну средину, с обзиром да примењен хијерархијски поступак унутар екоиндикатора узима у обзир канцерогени утицај, а код сагоревања отпада много је виша емисија тешких метала и диоксида (оне улазе у ту категорију) него код других испитиваних технологија па је стога и вредност индикатора већа. Технологије које користе фосилна горива скоро су на истом нивоу, мања одступања могућа су због различитих метода производње горива. Најбољу вредност у овој категорији досегло је сагоревање земног гаса. Између технологија сагоревања најбоља је примена дрва, али за њу треба да се успостави одговарајући систем и у шумарству, како би се увек могла обезбедити довољна количина горивог материјала. Интересантан је и случај водене енергије, која одмах иза сагоревања отпада има најмањи утицај. То је због великог волумена искориштеног грађевног материјала, а ту још нису урачунати проблеми са разним типовима насипа, емисије услед труљења наноса уз насипе или штета екосистема. Сагоревање етанола има једнак ниво оптерећења као и земни гас, што већином произлази из утицаја на животну средину пољопривреде. Енергија ветра има исти ниво као биоетанол, али је потреба уложеног рада мања, не треба да се произведе пољопривредна сировина. Међу обновљивим енергијама соларна енергија даје најбољи резултат, за ред величине мање оптерећење животне средине од осталих.

Најбоље учинке даје нуклеарна енергија, пуно боље од учинака осталих енергената. На овој слици не може да се види утицај господарења отпадом, али ни други процеси не садрже тај утицај. Дакле нема га, као што се код соларне енергије не спомињу искориштени соларни панели, или код угља пепео (који је такође више-мање радиоактиван, с обзиром да сагоревање функционише као селекција у којој радиоактивни изотопи из елемената горива остају у чврстом стању и ту се акумулирају). Одлагање радиоактивног отпада представља већи ризик и може да се безбедно одложи у правилно конструисане контејнере. Разлог за добре учинке нуклеарне енергије је то што директна производња енергије има ниску, или нулту „традиционалну“ емисију штетних материјала те у просеку треба за 2-3 реда величине мање количине горива за производњу истог волумена електричне струје.



## **2. Локација, технологија производње нуклеарне енергије и карактеристике могућих варијаната за планиране нових блокова**

### **2.1. Представљање локације**

#### **2.1.1. Смештај локације**

Локација Пакш налази се у жупанији Толна, 118 км јужно од Будимпеште, 5 км јужно од центра града Пакша, 1 км западно од реке Дунав и 1,5 км источно од главног магистралног пута бр. 6. Јужна државна граница протеже се на удаљности од 63 до 75 км од локације, на реци Дунав низводно 94 км (постојећа електрана је на 1527. речном км, државна граница на 1433. речном км). Простор нове електране налази се одмах поред активне нуклеарне електране у Пакшу, унутар исте земљишне парцеле. Смештај локације и непосредну околину приказује *слика М-1. у Прилозима*, на којој се може видети да ширу околину локације Дунав дели на два дела. Западни део налази се у Задунављу, а источни део налази се између Дунава и Тисе. [4]

Површина целе локације старе нуклеарне електране Пакш износи 5,8 км<sup>2</sup>. Ова локација са апекта функције и чувања може да се подели на следећа две зоне:

- Оперативна зона нуклеарне електране Пакш:  
Четири постојећа блока нуклеарне електране, припадајућа стројарница турбине, постројење за испуштање воде те сва њима потребна помоћна опрема; канцеларије, радионице за одржавање и магацини. Објекат Привремени Резервоар Изгорелих Касета <Kégett Kazetták Átmeneti Tárolója (KKÁT)>, имовина предузећа Оператер радиоактивним отпадом <Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Nonprofit Kft. (RHK Kft.)> такође спада у оперативну зону.
- Зона улагања нуклеарне електране Пакш:  
Тренутачно се овде налазе радионице за одржавање, магацини и канцеларијски објекти вањских институција и предузећа потребних за рад нуклеарне електране.

Планирана површина локације нових блокова нуклеарне електране износи 106 ха, од којих ће се према плановима 29,5 хектара налазити у садашњој оперативној зони нуклеарне електране Пакш, а око 76,3 хектара на такозваној прилазној зони. Положај локације нуклеарне електране Пакш са означеном зоном за градњу нових блокова може да се види на слици *М-2. у Прилозима*.

Планирана локација нових блокова се по функцији такође може поделити на два дела. У оперативној зони место ће да добију блокови електране, пратећа постројења, системи и остали објекти, а прилазна зона обезбеђује одговарајући териториј у фази изградње. У овим зонама сада се могу наћи пратећи објекти постојеће електране, њени системи, канцеларије, радионице и магацини. Териториј нових блокова налази се под катастарским бројем 8803, према Локалном грађевинском правилнику Града Пакша (Одлука локалне самоуправе бр. 24/2003. (од 31. 12.)) са ознаком Гип – М, грађевинска зона, индустријско земљиште.

#### **2.1.2. Инфраструктурни прикључци локације**

##### **2.1.2.1. Прикључци на електроенергетску мрежу**

Садашња четири блока нуклеарне електране у Пакшу за Мађарски електроенергетски систем <Magyar Villamosenergia-rendszer (VER)> производе електричну енергију као основна

електрана. Произведена електрична енергија у турбогенераторима електране трансформишу се кроз главне трансформаторе на напон од 400 kV. Два главна трансформатора која припадају једном реакторском блоку путем 400 kV-них водова прикључују се на државну основну мрежу преко 400 kV-не трафостанице смештене на југоисточној страни локације електране у Пакшу. На њу се прикључује далековод који је главни смер за дистрибуцију произведене електричне енергије. 400 kV-на станица се преко два трансформатора прикључује на 120 kV-ну трафостаницу која је смештена поред ње и саставни је део главне разводне мреже у држави па се одатле даље прикључује на 120 kV-не далеководе.

За прикључак планираних нових блокова нуклеарне електране на локацији је потребно да се изгради једна нова 400 kV-на прикључна трафостаница.

### **2.1.2.2. Цестовни, железнички и бродски прикључци**

Подједнако добро може се приступити локацији електране у Пакшу цестом, железницом и Дунавом као међународним путем. Локација се налази на око 1 километар западно од главног саобраћајног пута бр. 6 у сектору између Дунафелдвар–Пакш–Сексард. Локацији се може прићи и главним путем бр. 6 гледано од Будимпеште иза града Пакша, преко два цестовна прикључка (северни, теретни прилаз и јужни, цивилни прилаз). 31. марта 2010. године пуштен је у саобраћај и аутопут М6, деоница поред Пакша на сектору Дунајуварош–Печуј, чији се правац протеже на око 3 км западно од локације паралелно са главним путем бр. 6. Са аутопута се локацији може приступити преко јужне петље, а затим главним путем бр. 6.

Железницом може да се стигне на локацију линијом Будимпешта–Пустасаболч–Дунајуварош–Дунафелдвар–Пакш, а задња станица железничког огранка бр. 42 Пустасаболч–Дунајуварош–Пакш налази се у Пакшу. Са железничког огранка на простор локације нуклеарне електране води индустријска пруга, а у нуклеарну електрану може да се дође само циљним композицијама. Железнички колосек сада је ван употребе. За поновно пуштање у промет он треба да се обнови и одржава.

Река Дунав важан је правац домаћег и међународног саобраћаја. У подручју Пакша лагано се плови, река је спора, а сигнализација воденог пута добра. Нуклеарна електрана налази се на 1 км западно од Дунава. Локација на каналу хладне воде располаже са пристаништем, које може да прихвати тешке терете који долазе бродовима и шлеповима.

У радијусу од 50 км нема званичног аеродрома отвореног за јавни саобраћај. Затворени аеродроми налазе се у Дунајуварошу, Калочи-Фокту и Ечењу. (Од ових бивши војни аеродром у Калочи-Фокту сада је ван употребе.)

### **2.1.2.3. Смештај водова и канализације**

Опскрба објеката електране одвија се из два извора, један део може да се опскрби узимањем воде из Дунава, а други из подземних вода путем дубинских бунара. За хлађење постојећа четири блока нуклеарне електране у Пакшу примењује се хлађење са свежеом водом, за коју се употребљава вода из Дунава која се преко канала хладне воде узима воденим пумпама, а након кориштења преко канала топле воде враћа у базен.

Нуклеарна електрана сада за хлађење кондензатора турбина из Дунава вади 100–110 м<sup>3</sup>/с. Извађена количина тренутно износи око 15% најниже пролазне масе Дунава, а од просечне пролазне масе око 5%. Теоретска потреба расхладних система блокова 1–4 износи 2,5–3,1 милијарди м<sup>3</sup> у години, а дефинисана вредност потрошње воде износи 2,9 милијарди м<sup>3</sup> у години (службено ограничење). Загрејана расхладна вода одводи се натраг у Дунав кроз

канал за топлу воду, који има зидано корито и отворену површину. Код увођења топле воде у Дунав изграђена је конструкција за разбијање енергије.

Индустријска и протупожарна вода која је потребна за рад електране такође се црпи из воде која се узима из Дунава, а њезини извори су пумпне станице са филтерима саграђене на северној страни канала за хладну воду. Индустијској пумпној станици с филтерима припада и 9 бунара великог и средњег промјера. Ови бунари прикључују се на индустријску и ватрогасну мрежу електране. Цевоводи се протежу кроз оперативну зону садашње електране, као и на простор планираних нових блокова. Извор питке воде је пумпна станица у Чампају. У интересу водоопскрбе нуклеарне електране у Пакшу изграђено је 9 дубоких бунара, од којих је четири сада у погону, а два стоје на располагању као резерва. Један бунар има улогу контролног бунара, а преостала два су зачепљена. Дозвољена количина која може да се користи из водених бунара у Чампају износи 300 000 м<sup>3</sup> у години.

Отпадне воде са тзв. зоне улагања која се налази северно од северног прикључног пута канализацијска мрежа одводи у градску канализацију Пакша. Њихова процењена количина износи 1200 м<sup>3</sup> на месец. Комуналне отпадне воде са простора који се налази јужно, дакле са целе оперативне зоне одлази у прочистач отпадних вода електране. Очишћене комуналне воде каналом за топлу воду одводе се у Дунав.

Индустријске отпадне воде које настају из технологије у електрани (воде припремних и помоћних процеса, отпадне воде из погона за припрему воде, технолошким уљима онечишћене отпадне воде и повремене воде од прања) након сабирања, односно чишћења такође кроз канал за топлу воду пуштају се у Дунав.

### 2.1.3. Однос и повезаност са плановима развоја и уређења простора и насеља

Прилагођеност простора означеног за изградњу новог нуклеарног постројења прописима о уређењу простора треба да се испита на ниже наведеним нивоима уређења простора и према законским прописима:

- Закон бр. L из 2008. године којим се модифицира Закон бр. XXVI из 2003. године о Државном плану уређења простора:  
Локација нуклеарне електране у Пакшу у прилогу бр. 1/8 Државног плана уређења простора <Országos Területrendezési Terv> под насловом „Нуклеарне и остале електране” <„Atomerőmű és egyéb erőművek”> означена је према плану „Структурални план државе” <„Ország Szerkezeti Terve”>.
- Одлука бр. 1/2005 (од 21.2.) самоуправе жупаније Толна о плану уређења простора жупаније Толна:  
Жупанијски план уређења простора истина потиче из ранијег периода од модификације државног плана уређења простора, али у многим случајевима садржи детаљније мапе у прилозима, односно могу да се нађу нека одступања између државних и регионалних планова. На планској мапи ц. „Структурни план жупаније” локација нуклеарне електране приказује се слично као на државном плану.
- Уредба бр. 24/2003 (од 31.12.) самоуправе града Пакша о локалном грађевинском правилнику града Пакша (интегрална верзија), те уредби припадајући План регулисања:  
Концепцију развоја града Пакша представничко тело је прихватило одлуком бр. 55/2010 (од 26.5.). Град је у својим плановима структурирања насеља прописао локацију постојеће нуклеарне електране (У Прилозима слика М-3.).  
Према Локалном грађевинском правилнику Града Пакша (Одлука локалне самоуправе бр. 24/2003 (од 31.12)) локација електране лежи у грађевинској зони (са ознаком

Гип – М) предвиђеној за индустријску намену са циљем производње електричне енергије помоћу нуклеарне електране. За време планирања, односно изградње објекта потребно је придржавати се прописаних захтева из локалног грађевинског правилника, који се односе на објекте на локацији електране.

#### **2.1.4. Резиме карактеристика локације у Пакшу**

Са аспекта изградње нових блокова нуклеарне електране, локација у Пакшу располаже бројним погодностима, које могу да се искористе приликом градње. Повољне погодности могу се резимирати како следи:

- ради се о локацији већ постојеће нуклеарне електране, која је у погону,
- нема потребе за новом локацијом која би се изградила уз велика улагања (евентуално са „гринфилд” инвестицијом),
- од почетака кроз протеклих скоро 30 година уз значајне издатке испитивана је локација кроз бројне аспекте безбедности и заштите животне средине, услед чега је ово највише разоткривено и истражено подручје у држави,
- у околици локације већ је изграђена инфраструктура која стоји на располагању,
- околица локације је равничарски терен па због карактеристика тла градња насипа и темеља могу лако да се проведу,
- због специјално обликованог нивоа тла на овом простору осигурана је заштита од поплава и интерних вода,
- узимајући у обзир количину воде која се вади из Дунава за електрану у погону, преостала количина резерви у воденој маси Дунава може се искористити за хлађење,
- метеоролошке карактеристике су повољне, превладава северозападни смер ветра који тако нема смер према насељу Пакш јер је оно смештено северно од електране,
- у радијусу од 30 км око електране, осим Пакша, насељеност је мања од државног просека,
- локација се економски исплативо може прикључити на већ изграђену мрежу далеководна у држави,
- због повољног положаја електране поправља се опскрба електричне енергије у јужном делу државе, као и расподела учинака између појединих делова државе,
- материјал за изградњу и један део великих постројења могу се достављати воденим путем,
- оперативној зони се лако може приступити, лако може да се обезбеди прикључење оперативне зоне на цестовне и железничке путеве,
- постојање електране претпоставља специјална стручна знања и радну културу која могу да се користе и у новим блоковима,
- међу локалним становништвом постојање и рад нуклеарне електране у Пакшу је већ прихваћено, што може дати потицај за настојања изградње електране,
- насеље Пакш због природних и инфраструктурних погодности обезбеђује добру могућност за смештај запосленика,
- даљи развој града Пакша у случају потребе може да се реши,
- инвестиција има пресудни значај са аспекта даљег индустријског развоја жупаније Толна, која претежно има пољопривредни карактер.

## **2.2. Представљање нуклеарне технологије производње енергије**

База производње енергије у нуклеарним електранама је фисија атомских језгара, регулисана и самоодржива ланчана реакција. Топлоту насталу услед ланчане реакције одводе расхладни медији и након трансформације је искориштавају за производњу електричне енергије.

### 2.2.1. Представљање типова нуклеарних електрана

Досадашња историја развоја нуклеарних електрана може да се подели на 4 одвојена дела. 4. генерација реактора сада је још у фази развоја, примарно са циљем даљег повећања нуклеарне безбедности. Зато се њима у даљем тексту нећемо бавити.

#### 1. генерација – демонстрациони и прототипни реактори

У прву генерацију спадају демонстрациони или прототипни блокови малог учинка, који су грађени 1950.-их и '60.-их година, и са неким изузецима већ су сви затворени и демонтирани. Ови блокови су радили на различитим технолошким принципима: Обнинск (СССР, 1954.) је користио графитни модератор и водено хлађење; Шипингпорт (САД, 1957.) радио је са термичким инкубаторским реактором, хлађеним лаком водом; Дресден 1 (САД, 1960.) био је први комерцијални блок са врелом водом; Ферми 1 (САД, 1957.) радио је са брзим инкубаторским реактором, а Магнокс (Велика Британија, 1956.) је имао хлађење угљен-диоксидом и користио је графитни модератор.

#### 2. генерација – нуклеарне електране данас у погону

2. генерација конструисана је у 1970.-има и '80.-има на основу искустава са прототипним реакторима. Током развоја створено је више типова који се сматрају стандардним. То су тип реактора са водом под притиском (*PWR – Pressurized Water Reactor*), реактор са кључалом водом (*BWR – Boiling Water Reactor*), и затим реактор модериран тешком водом, који је користио природни уранијум КАНДУ <*CANDU*> (CANada Deuterium Uranium). Велика већина реактора који данас раде (па тако и четири блока у Пакшу типа ВВЕР-440<sup>3</sup> <*VVER-440*>) припадају 2. генерацији.

#### 3. генерација – блокови који се данас граде

Након нуклеарних несрећа на острву Три миље (САД, 1979.) и у Чернобиљу (СССР, 1986.), поред повећања безбедности активних реактора, у целом свету уложен је значајни напор да се конструишу нови типови реактора који ће значајно повећати безбедносне карактеристике у односу на раније типове реактора. 3. генерација настала је 1990.-их година еволуционим унапређењем типова 2. генерације. Најважнији развојни циљ био је смањити вероватност тешких несрећа, односно смањити последице тешких несрећа чија је вероватност наступања минимална.

Типови такозване 3+ генерације више примењују пасивне безбедносне системе. За њихов погон употребљавају се искључиво природни извори (њих покреће гравитација, природна циркулација или енергија сабијеног гаса), зато нема потребе да се користи електрична енергија у кризним ситуацијама.

Од данашњих типова, 3. (односно 3+) генерацијом сматрају се реактори пуштени у погон крајем 1990.-их година у Јапану и то напредни реактор са кључалом водом АВВР (*Advanced Boiling Water Reactor*), високо продуктивни Мицубиши <*Mitsubishi*> блок са водом под притиском АВВР (*Advanced Boiling Water Reactor*), Арева ЕРР (*Evolutionary Pressurized Water Reactor*), Тошиба-Вестингхаус <*Toshiba-Westinghouse*> типови АР600 (*Advanced Pressurized Water Reactor 600*) и АР1000 (*Advanced Pressurized Water Reactor 1000*) те нове

---

<sup>3</sup> Блокови VVER који су у погону у Пакшу спадају у типове са водом под притиском.

варијанте блока VVER-1000 (AES-2006 / MIR.1200), јужнокорејски APR1400 и блок АТМЕА1 који су заједно развили Арева и Мицубиши.

## 2.2.2. Рад реактора са водом под притиском (PWR), нуклеарне електране 3. генерације са водом под притиском

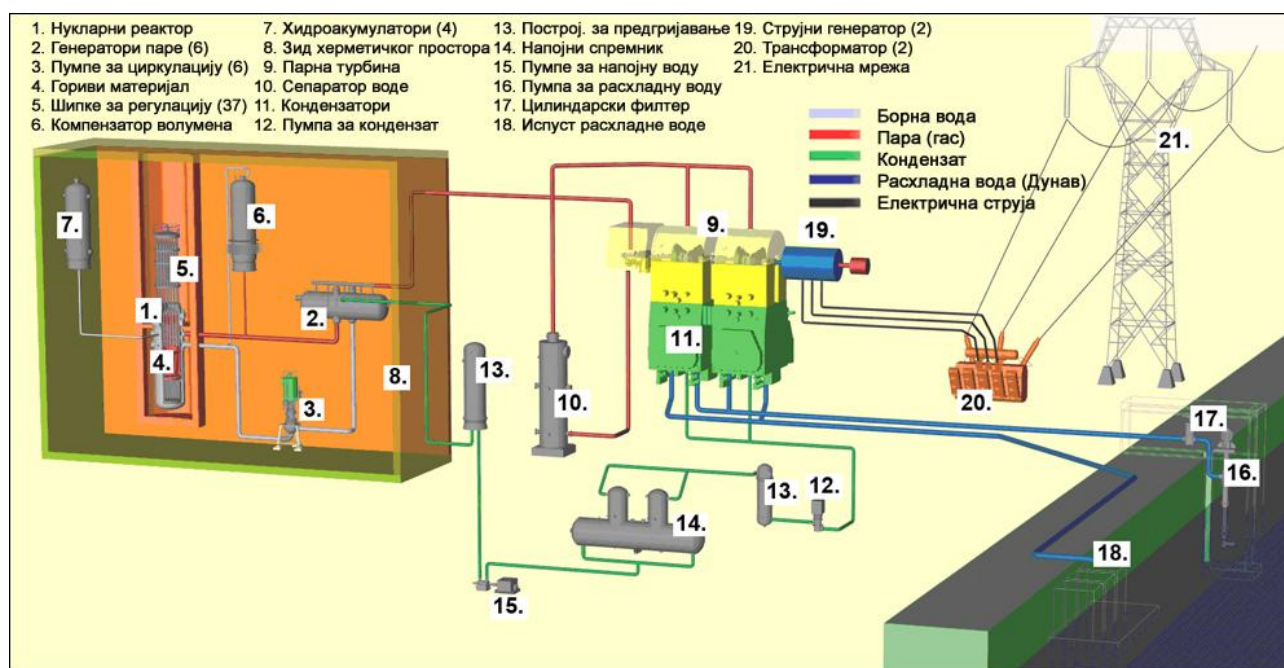
### 2.2.2.1. Процес производње енергије

У реакторима са водом под притиском три кружна система за хлађење брину о одвођењу топлоте од реактора до крајњег хладњака. Велику количину топлоте која настаје током цепања језгре одводи прочишћена вода која кружи у једном затвореном систему (у тзв. примарном кругу) у којем влада такав притисак да расхладна вода нити на високој радној температури још не може да заврије (одавде и назив „вода под притиском“). Топлота одведена из реактора у другом затвореном кругу (у тзв. секундарном кругу) у великим измењивачима топлоте (генераторима паре) развија пару, а пара окреће турбину. Ова ротација у генератору магнетном индукцијом производи електричну енергију. Произведена електрична енергија путем прикључних постројења и трансформатора одлази у државну струјну мрежу.

Кориштена пара, која је обавила рад у кондензатору поново се претвара у воду (кондензује) применом крајњег хладњака, чији медиј може да буде морска вода, речна вода или ваздух код расхладног торња.

Количина расхладне воде извађена из мора или реке, мало загрејана поново се враћа у море или реку, па је на тај начин отворен трећи водени круг (тзв. терцијарни круг).

Поред овога, нуклеарном постројењу за генерирање паре припадају и бројни помоћни технолошки системи који извршавају безбедносне задатке, поправљају степен учинка електране и континуирано чисте водене кругове. Рад једне нуклеарне електране са водом под притиском приказује *Слика 2.2.2.1-1.*



Извор: „Како ради?“, Брошура Центра за посетиоце, MVM Paksі Atomerőmű Zrt.-а

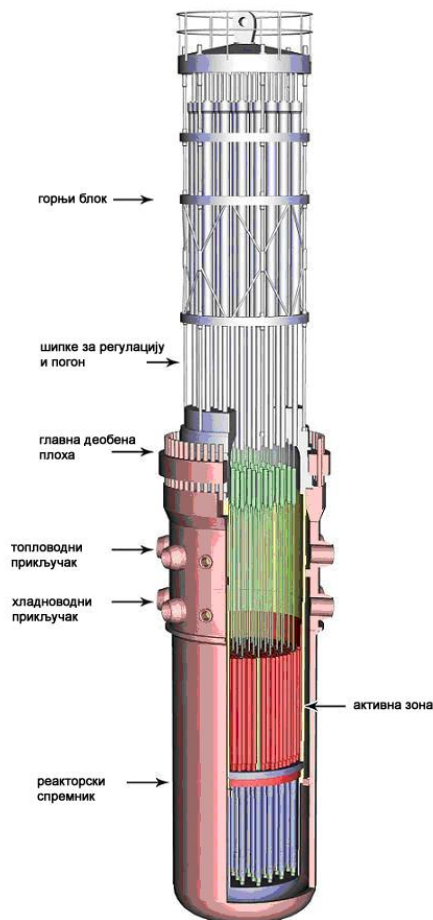
**Слика 2.2.2.1-1.: Рад нуклеарне електране са водом под притиском**

### 2.2.2.2. Примарни круг

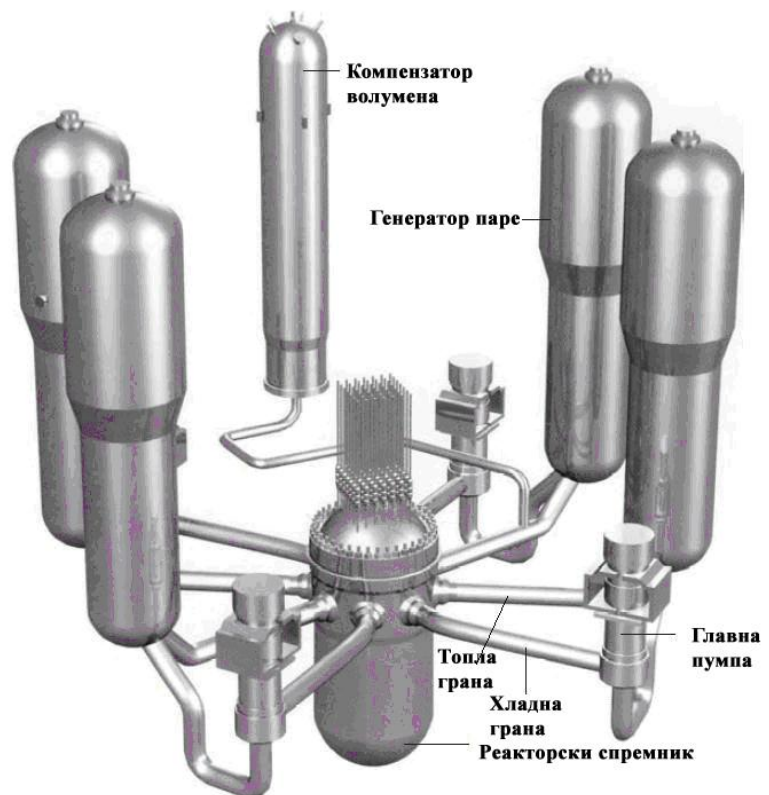
Активна зона налази се у једном вертикалном цилиндричном челичном реакторском spremнику, који на унутрашњој страни има нанесени (тзв. платирањем) слој од нерђајућег челика у циљу заштите од корозије. На горњој страни spremника смештени су улазни и излазни прикључци за улаз и излаз расхладног медија (Слика 2.2.2.2-1.).

О одвођењу топлоте која се ослободила у активној зони, зависно од типова, брине 2, 3, 4 или 6 расхладних кругова. Тродимензионалну слику једног примарног круга са четири чвора приказује слика 2.2.2.2-2. Регулација притисака у примарном кругу задатак је компензатора волумена везаног за један од кругова. Компензатор волумена по потреби са електричним грејачима који се налазе у spremнику повећава или уштрцавањем хладне воде из хладне гране смањује притисак примарног круга.

Расхладна вода кроз хладне гране улази у реакторски spremник, док вода загрејана у активној зони на 300–320 °С кроз топле гране долази у генераторе паре смештене око реакторског spremника. Загрејана вода у реактору један део своје топлоте овде предаје води секундарног круга услед чега вода секундарног круга у генератору паре прокључа (претвори се у пару). Охлађени расхладни медиј кроз хладну грану враћа се у реактор, а циркулацију воде обезбеђују пумпе главне циркулације (ФКСЗ <FKSZ>). Притисак у примарном кругу реактора са водом под притиском, зависно од типа, износи 123–156 бара. Овај високи притисак обезбеђује да расхладна вода која излази из активне зоне под високом температуром не прокључа.



Слика 2.2.2.2-1.: Слика једног VVER-440 реакторског



Слика 2.2.2.2-2.: Слика примарног круга једног блока са четири чвора (Mitsubishi APWR)



## спремника

### 2.2.2.3 Секундарни круг

Задатак секундарног круга је да у реактору произведену топлоту претвори у ротациону, а касније у електричну енергију. Вода примарног круга температуре 300–320 °С, кружи танким цевима генератора паре, загревава и доводи до врења напојну воду која струји на секундарној страни.

Пара која излази из генератора паре долази на турбину где искориштавајући енергију кретања покреће лопатице турбине. У турбини су на истој осовини смештени једно високопритисно кућиште и два нископритисна кућишта, те ротациони део генератора. У високопритисном кућишту турбине температура паре пада, а количина влаге у пари пак значајно расте. Због тога пара пре уласка у нископритисно кућиште турбине пролази кроз тзв. сепаратор капи и постројење за прегревавање паре, у којем се уклањају водене капљице које могу оштетити лопатице турбине.

### 2.2.2.4. Терцијарни круг, крајњи хладњак

Пара (кориштена) која је већ извршила рад одлази у кондензатор, где кроз хиљаде танких цеви струји расхладна вода. На расхладним цевима пара се на температури од око 25 °С кондензује те се уз помоћ пумпи кроз постројења за прочишћавање и предгревавање користи у интересу побољшања степена учинка и враћа у генератор паре.

Крајњи хладњак обезбеђује одвођење оног дела топлоте настале у реактору који се није претворио у електричну енергију (зависно од степена учинка циркуларног процеса тај удео се креће од око 65–67%). Постоји више врста решења за крајњи хладњак, зависно од локације. У случају да је електрана смештена поред реке с великим капацитетом воде, већег језера или мора, из њих извађена вода за хлађење се користи као крајњи хладњак (овакво решење имају и садашњи блокови у Пакшу). На оним локацијама где нема на располагању одговарајуће количине „свеже“ воде за опскрбу терцијарног круга примењују се расхладни торањ.

### 2.2.2.5. Главне зграде нуклеарне електране са водом под притиском

Мада између појединих типова постоје одступања, карактеристични објекти нуклеарне електране са водом под притиском добро се могу илустрирати зградама блока EPR (*Слика 2.2.2.5-1.*):

- 1. Реакторска зграда (контејнмент):** у њој је смештено нуклеарно постројење генератора паре, у који се убраја и сам реакторски spremник, примарни круг и генератори паре. Контејнмент је херметичка зграда (претежно са две стјенке), која може да поднесе високи притисак и која спречава, односно ограничава, доспевање радиоактивних материја у околину.
- 2. Зграда горивих елемената:** служи за манипулацију и одлагање свежег и потрошеног (сагорелог) нуклеарног горива.
- 3. Зграда безбедносних система:** због вишеструке редунације у нуклеарним електранама постоји више безбедносних система (нпр. за хлађење зоне погонског квара), од којих је одговарајући рад једног довољан за поступање у случају погонског квара. Због одговарајућег физичког раздвајања они се претежно смештају у одвојене зграде.
- 4. Дизел зграде:** дизел-генератори који осигуравају унос изменичне струје код погонских кварова због одговарајућег физичког раздвајања налазе се у више одвојених зграда.



5. **Помоћна зграда:** у њој се налазе важни помоћни системи који припадају примарном и секундарном кругу.
6. **Зграда за манипулацију отпадом:** овде се одвија манипулација са текућим и крутим радиоактивним отпадом који је настао радом блока.
7. **Хала са турбинама:** зграда у коју је смештена турбина и генератор, те припадајући помоћни системи.



Слика 2.2.2.5-1.: Важније зграде реакторског блока EPR [5]

#### 2.2.2.6. Филозофија безбедности, принцип дубинске заштите за нове нуклеарне електране

##### Принцип дубинске заштите

Процес доспећа радиоактивних материја спречавају четири физичке баријере:

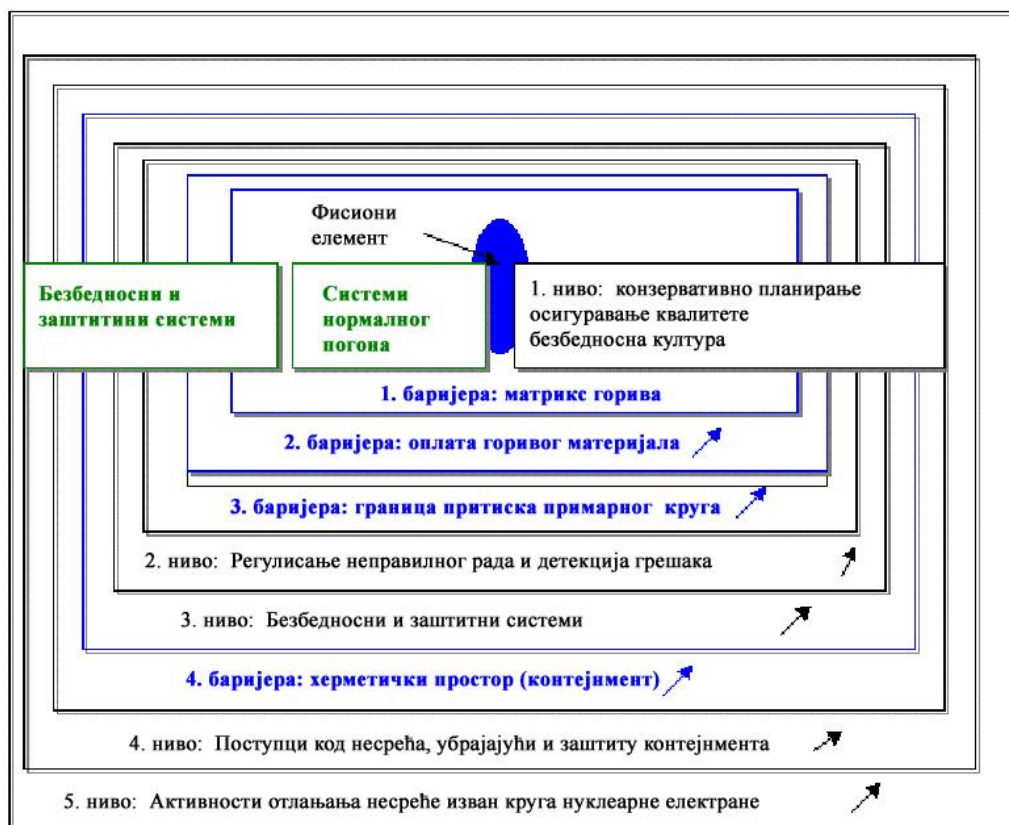
1. матрикс горива (материјал таблете горивог елемента),
2. херметичка оплата горивог елемента,
3. граница притиска примарног круга (реакторски spremник и цевоводи примарног круга),
4. херметички затворен, претежно контејнмент са две стјенке.

Принцип дубинске заштите већ је примењен и код пројектирања прве нуклеарне електране. Осим што обезбеђује превенцију погонских кварова, прикладан је и за ублажавање последица евентуално насталих несрећа. Нивои дубинске заштите дефинисани су зависно од постепености погоршања услед погонског квара: ако први ниво не функционише, тада наступа други ниво, итд. Оригинална концепција дубинске заштите имала је три ([6], [7], [8]) нивоа, затим су принцип даље развили и у 1990.-им годинама увели разред „погонских кварова изван планом предвиђених“ (енглески BDBA – Beyond Design Basis Accident). У ову категорију спадају они погонски кварови који у основи пројектирања блокова оригинално нису узети у обзир (нпр. погонски кварови настали као резултат вишеструких кварова и тешке несреће). За ову категорију су уведена два нова нивоа дубинске заштите. Основни циљ

дубинске заштите је да се уз помоћ аутоматских или манулних система за безбедност и заштиту одржи интегритет физичких баријера код наступања унутрашњих или вањских догађаја који угрожавају њихову целовитост. Пет нивоа дубинске заштите, четири физичке баријере те однос аутоматске и мануалне интервенције илуструје *Слика 2.2.2.6-1*.

### Примена дубинске заштите на нове блокове

Важећа концепција дубинске заштите за нове блокове према *слици 2.2.2.6-1* садржи пет нивоа [7]. Код нових блокова већ се у оквиру основа за пројектирање обрађују такви погонски кварови који су уврштени код данашњих реактора у категорију изван планираних (такви су нпр. вишеструки погонски кварови и тешке несреће које узрокују отапање зоне). Због тога садржај разреда „погонских кварова изван планом предвиђених“ одступа између оних који су у погону и код нових реактора. Даљи напредак је да се у односу на постојеће реакторе где се дубинска заштита са нуклеарним горивом односи претежно на оне ситуације када је гориво у реактору, код нових блокова подручје проширује на сва могућа стања нуклеарног горива (нпр. и на оне ситуације када се касете са горивом одлажу у базене за одмарање).



**Слика 2.2.2.6-1.: Хијерархија заштитних баријера, нивоа дубинске заштите и интервенција [6], [8]**

Ако се један безбедносни систем који служи за одржавање једне безбедносне функције оствари са више (претежно 3 или 4) паралелних подсистема који функционишу по идентичном принципу, тада можемо говорити о редувантом решењу, које треба међусобно физички раздвојити како вањски догађаји који потенцијално угрожавају њихово деловање (нпр. ватра, поплава) не би могли узроковати истовремени губитак паралелних система.

О диверзном решењу се говори када се један безбедносни систем остварује са више подсистема базираних на различитим принципима рада.

Једну функцију онда називамо „отпорном на грешку“ ако ју остварују редувантни системи. Погонски кварови који настају једанпут<sup>4</sup> у поједином редувантном систему не узрокују губитак функције.

### **2.2.2.7. Карактеристике реактора 3. генерације**

Један од најважнијих развојних циљева била је превенција хипотетских тешких несрећа, односно смањење последица тешких несрећа чија је вероватност наступања минимална. Примењена пројектна и технолошка решења обезбеђују да се ни код тешких несрећа радиоактивне честице не могу проширити на околину, па тако блокови 3. генерације не могу нити у случајевима тешких несрећа имати мерљиви учинак на стновништво или животну средину око електране.

За поступање код евентуалне појаве „отапања зоне“ услед тешке несреће, једна од често кориштених конструкција је и „зона за отопину“ (енглески „core catcher“), којом се отапање бетона испод spremника реактора спречава тако што се обликују просторије за разливену отопину на дну окна или се постављају такви материјали испод spremника кроз које отопљена зона не може да продре. Оваква решења користе се код блокова EPR, ATMEA1 и MIR.1200. Потпуно другачије решење се примењује код блокова типа AP1000, где се отопљену зону по сваку цену настоји задржати унутар реакторског spremника. Зато се spremник хлади извана, на начин да се окно реактора поплави водом. Слична метода се користи и код стандардних верзија кореанских блокова типа APR1400, али се уз верзију за европско тржиште већ користи „core catcher“.

Дубинска заштита важан је део контејнмента, јер он представља задњу баријеру између радиоактивних материја и животне средине око електране. Због тога су настала многа иновативна решења за ојачање блокова 3. генерације, с циљем дугорочног задржавања интегритета конструкције. Унутрашњи зид пасивних контејнмента примењених код блокова типа AP1000, израђен од нерђајућег челика, одводи топлоту из унутрашњости контејнмента коју ваздух теран природном циркулацијом односи даље. У случају потребе започиње и хлађење вањске површине унутрашњег зида водом која се испушта из воденог spremника великих димезија смештеног на врху контејнмента, пасивно помоћу гравитације.

Интегритет контејнмента обезбеђује се и поступцима за процесуирање водоника, који може да настане код хипотетичних процеса приликом тешких несрећа, јер водоник помешан са ваздухом контејнмента при одређеној концентрацији може да буде експлозиван. У пасивном поступку, са каталитичним рекомбинаторима континуирано се везује водоник који доспева у простор, а код активног поступка се пак користе „упаљачи за водоник“, којима се намерно пали у контејнменту накупљени водоник пуно раније него што он досегне критичну концентрацију, обезбеђујући тиме да нигде не дође до експлозивне концентрације.

Данашњи прописи у већини земаља захтевају да контејнмент може да издржи налет једног великог путничког авиона, унаточ снажном пожару који може да настане услед велике количине просутог керозина.

---

<sup>4</sup> Погонски квар који настаје једанпут је квар једног од елемената система који је проузрокован једном случајном грешком те попраћен губитком функције једног од елемената система и/или функције система који садржи тај елемент.

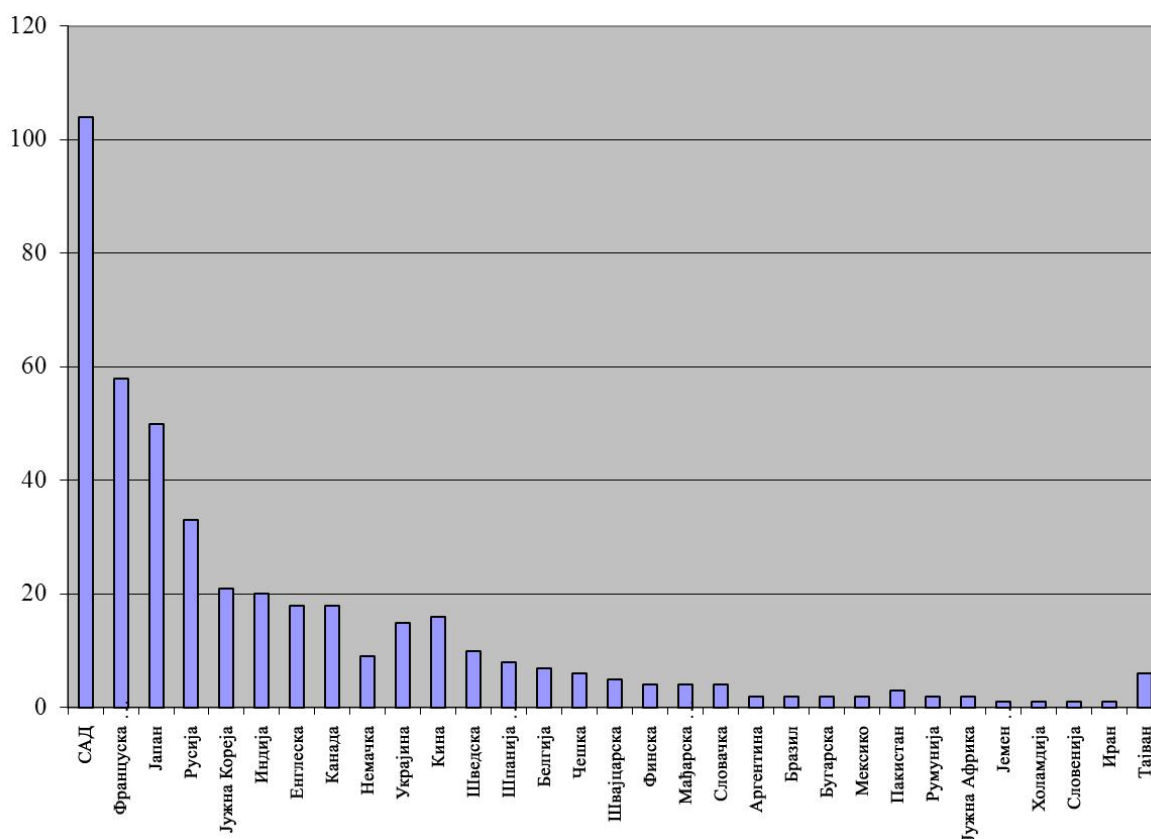
### 2.2.3. Производња нуклеарне енергије у свету, референце производње нуклеарне енергије

Нуклеарна енергетика се 1960.-их и 1970.-их година брзо развијала, али је тај развој успорио након инцидента на острву Три миље (*Three-Mile Island*) (САД, 1979.), да би након катастрофе у Чернобиљу (СССР, 1986.) био потпуно заустављен. Ситуација се променила почетком 21. века, услед две значајне околности. Једна је тренутно висока цена нафте и гаса, која ће према анализи тржишта и даље остати висока, па се чак може и повећавати услед утицаја политичких криза. Друга околност је бојазност услед глобалних климатских промена и међународне обавезе. За одрживи развој потребна је „чиста“ производња енергије (са нултом емисијом  $\text{CO}_2$ ) тако да нови енергетски извори (обновљиви и фузија), односно нови носачи енергије (нпр. водоник), у кратком року, а вероватно чак ни средњерочно, нису право решење. Због тога је широм света поново у првом плану примена нуклеарних електрана, још више и због тога што су се технологије нуклеарних електрана значајно усавршиле, па су тако техничко-безбедносне карактеристике типова блокова 3. генерације такве да се и рад великог броја нуклеарних електрана може сматрати безбедним [9].

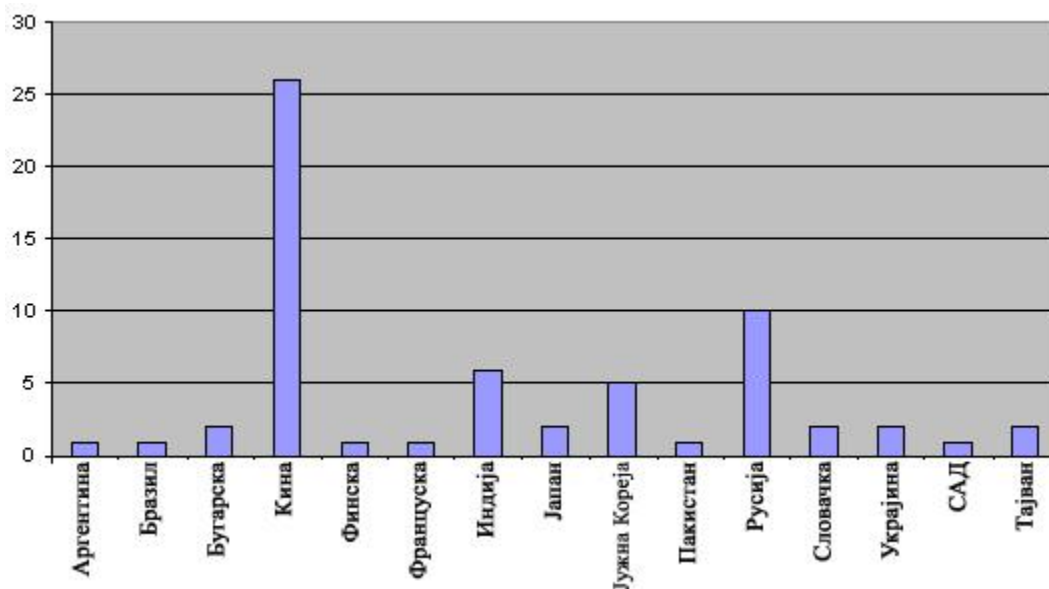
Тенденције у свету утицале су и на Европску унију. ЕУ је појачано осетљива на проблеме везане за фосилне носаче енергије, јер је опште познато да властита производња гаса и нафте покрива само мали део потрошње.

На основу података које приказује *Слика 2.2.3-1*, може да се установи да се око 25% од свих 435 нуклеарних електрана у погону налазе у САД-у. На другом месту је Француска, где 58 француских нуклеарних реактора даје око 76% од укупне производње енергије у земљи (стање 31. децембра 2009. године). У Кини тренутно има само 16 блокова нуклеарних електрана који раде и који дају сасвим безначајан допринос производњи електричне енергије у тој земљи [10]. Потпуно другачију слику даје количина и удео реактора који су у изградњи. Кинеске нуклеарне електране чине око 44% свих реактора који се граде у свету, шта јасно показује доминацију азијских земаља. Распоред по државама свих реактора који се граде (укупно 63) приказује *Слика 2.2.3-2*.

На почетку 2012. године велика већина од 435 блокова нуклеарних електрана у свету, који производе укупно око 373 GW електричне струје, спадају у тип реактора с водом под притиском (тип PWR) или тип реактора с кључалом водом (тип BWR), али многи раде и на основу канадске КАНДУ технологије са тешком водом [10]. Има још неколико реактора који раде са RBMK технологијом ово је „чернобиљски“ тип са кључалом водом, воденим хлађењем и графитним модератором), а у погону су још и реактори хлађених гасом.



Слика 2.2.3-1.: Приказ броја активних реактора по земљама (јануар 2012.) [10]



Слика 2.2.3-2.: Приказ броја реактора у изградњи по земљама (јануар 2012.) [10]

Тренутно се на тржишту налазе следећи велики добављачи који нуде различите типове блокова 3. генерације: Areva, AECL (Atomic Energy Canada Ltd.), Atomsztrójeexport, General Electric (GE), Hitachi, Mitsubishi, Toshiba-Westinghouse, те јужнокорејски KEPCO (Korea Electric Power Corporation). Ове компаније поред тога што су међусобно јака конкуренција на појединим пројектима сарађују те имају и неке заједничке развојне пројекте. Савремено развијени реактори с водом под притиском долазе из пет фабрика (Areva, Toshiba-

Westinghouse, Atomsztróexport, Mitsubishi и КЕРСО). Поред ових 2007. године започело је са радом једно заједничко предузеће компанија Areva и Mitsubishi под именом АТМЕА, које има за циљ развој једног блока 3. генерације од 1000–1100 MW<sub>e</sub> снаге.

Преглед нуклеарних електрана које су у изградњи (Таблица 2.2.3-1. и 2.2.3-2.) указује на доминацију типа реактора с водом под притиском. Преко 80% реактора припада овом типу. Насупрот томе стопа реактора са кључалом водом је мања од 10%. Индија која се бори за нуклеарну самосталност представља изузетак јер се тамо већином граде блокови са посудама под притиском (тип РНWR) које су сами развили.

**Таблица 2.2.3-1.: Реактори који су у изградњи, према типу реактора (јануар 2012.) [10]**

| Тип                                  | Број блокова у изградњи [ком] | Укупна снага [MW] | Удео [%] |
|--------------------------------------|-------------------------------|-------------------|----------|
| Са кључалом водом (BWR)              | 4                             | 5 250             | 8,6      |
| Са брзом инкубацијом (FBR)           | 2                             | 1 274             | 2,1      |
| РВМК* (LWGR)                         | 1**                           | 915               | 1,5      |
| Са тешком водом под притиском (PHWR) | 4                             | 2 582             | 4,2      |
| Са водом под притиском PWR)          | 52                            | 51 011            | 83,6     |
| Укупно                               | 63                            | 61 032            | 100,0    |

\* Реактор са кључалом водом, графитним модератором и хлађењем са лаком водом.

\*\* Изградња 5. блока руске нуклеарне електране у Курску започета је 1985., али је касније обустављена. Степен завршености блока је 70%. У бази података нуклеарног информационог система <Power Reactor Information System> [10] Међународне агенције за нуклеарну енергију, под рубриком изградња блока наведено је: „стоји”, намера коначног обустављање градње није назначена.

**Таблица 2.2.3-2.: Реактори 3. генерације који су у изградњи (јануар 2012.) [10]**

| Тип                  | Произвођач   | ком |
|----------------------|--------------|-----|
| PWR, EPR             | Areva        | 4   |
| ABWR                 | Toshiba      | 4   |
| PWR, AP1000          | Westinghouse | 4   |
| PWR, APR1400         | Јужна Кореја | 2   |
| VVER, AES-2006       | ROSATOM      | 4   |
| VVER, AES-92 (V-466) | ASE          | 2   |
| Укупно:              |              | 20  |

Већина сувремено развијених реактора 3. генерације гради се у Азији, првенствено у Кини. Док се у Јапану и Јужној Кореји граде реактори властитог развоја, Кина се одлучује за Areva и Westinghouse. Преглед реактора који су у изградњи по земљама приказује Таблица 2.2.3-3.

**Таблица 2.2.3-3.: Реактори који су у изградњи по земљама (јануар 2012.) [10]**

| Земља | Број блокова у изградњи [ком] | Тип блокова у изградњи | Укупна снага [MW] | Удео [%] |
|-------|-------------------------------|------------------------|-------------------|----------|
|-------|-------------------------------|------------------------|-------------------|----------|

| Земља        | Број блокова у изградњи [ком] | Тип блокова у изградњи  | Укупна снага [MW] | Удео [%] |
|--------------|-------------------------------|---|-------------------|----------|
| Аргентина    | 1                             | Са тешком водом под притиском   | 692               | 1,1      |
| Бразил       | 1                             | Саводом под притиском   | 1 245             | 2,0      |
| Бугарска     | 2                             | Са водом под притиском  | 1 906             | 3,1      |
| Кина         | 26                            | Са водом под притиском  | 26 620            | 44,0     |
| Финска       | 1                             | Са водом под притиском  | 1 600             | 2,6      |
| Француска    | 1                             | Са водом под притиском  | 1 600             | 2,6      |
| Индија       | 6                             | 3 са тешком водом под притиском<br>1 са брзом инкубацијом<br>2 са водом под притиском | 3 766             | 6,2      |
| Јапан        | 2                             | Са водом под притиском  | 2 650             | 4,4      |
| Јужна Кореја | 5                             | Са водом под притиском  | 5 560             | 9,3      |
| Пакистан     | 1                             | Са водом под притиском  | 300               | 0,5      |
| Русија       | 10                            | 8 са водом под притиском<br>1 са брзом инкубацијом<br>1 RBМК*                         | 8 203             | 13,6     |
| Словачка     | 2                             | Са водом под притиском  | 782               | 1,3      |
| Украјина     | 2                             | Са водом под притиском  | 1 900             | 3,1      |
| САД          | 1                             | Са водом под притиском  | 1 165             | 1,9      |
| Тајван       | 2                             | Са кључалом водом   | 2 600             | 4,3      |
| Укупно       | 63                            |   | 60 589            | 100,0    |

\* Изградња 5. блока руске нуклеарне електране у Курску започета је 1985., али је касније обустављена. Степен завршености блока је 70%. У бази података нуклеарног информационог система <Power Reactor Information System> [10] Међународне агенције за нуклеарну енергију, под рубриком изградња блока наведено је: „стоји”, намера коначног обустављање градње није назначена.

Због катастрофалног земљотреса у марту 2011. године у Јапану, сви процеси проширења нуклеарних електрана и поступци издавања дозвола, односно динамика изградње нуклеарних електрана, иду на контролну проверу, вероватно у целом свету. Према прописима Савета Европске уније, у свим земљама које имају нукларне централе морала је да се проведе безбедносна контрола над свим блоковима нуклеарних електрана у погону. Извјештаје са извршене контроле провериле су надлежне државне службе те су саставиле Национални извјештај Европској комисији о безбедности нуклеарних електрана у погону у тим земљама. Ове извјештаје ће непристрано и заједнички преиспитати једна међународна радна група, која ће бити састављана од експерата делегираних од безбедносних служби сваке земаље чланице ЕУ.

Предузеће MVM Paks Atomerőmű Zrt. је до заданог рока, 31. октобра 2011., Државној агенцији за нуклеарну енергију <Országos Atomenergia Hivatal (OAH)> доставила свој извјештај о резултатима циљане контроле безбедности за 1–4. блок. Државна агенција за нуклеарну енергију је извјештај прихватила и анализирао, те је до краја децембра 2011. дефинисала оне активности које нуклеарна електрана Пакш мора да проведе у интересу даљег повећања безбедности. Национални извјештај <Nemzeti Jelentés><sup>5</sup> са резултатима које је

<sup>5</sup> Национални извештај <Nemzeti Jelentés a Paks Atomerőmű Célzott Biztonsági Felülvizsgálatáról, Országos Atomenergia Hivatal, Budapest, 2011. december 29.>



Државна агенција за нуклеарну енергију послала Европској комисији објављен је 29. децембра 2011. године.

Темељем анализе резултата циљане контроле безбедности, Државна агенција за нуклеарну енергију је у Националном извјештају установила да је основа планирања (пројектна основа) нуклеарне електране у Пакшу одговарајућа и у складу са захтевима дефинисаним законом и међународном праксом. Безбедносни системи и функције одговарају очекивањима која су узета у обзир у основама планирања (пројектним основама) те нема потребе проводити изненадне интервенције. Службена контролна провера указала је и на то да се може идентификовати и неколико могућности промена, чија provedба може још више да повећа безбедност нуклеарне електране.

### **2.3. Представљање нуклеарне електране и привременог резервоара изгорелих касета који су сада у погону на локацији**

#### **2.3.1. Важније технолошке карактеристике постојеће нуклеарне електране**

Реакторски блокови, сваки са капацитетом од 440 MW електричне енергије, типа VVER-440/213 са водом под притиском, с радом су почели између 1982. и 1987. године те од тада нуклеарна електрана континуирано ради по плану. Првобитно планирани радни век блокова био је 30 година, који се у случају провођења планског продужавања радног века повећава на даљих 20 година. Захваљујући модификацијама извршеним у интересу што економичнијег рада и удовољавања безбедносних захтева, номинални електрични капацитет појединог блока досегао је 500 MW, па тако номинални електрични капацитет целе нуклеарне електране сада износи 2000 MW. Нуклеарна електрана ради као базна електрана, са релативно уједначеним оптерећењем.



**Слика 2.3.1-1.: Поглед на блокове нуклеарне електране Пакш**

Поједини реактори смештени су у зградама које изгледају као „блокови близанци“. Блокове близанце који у себи имају по два реакторска блока приказује *Слика 2.3.1-1.* Реакторски блокови у нуклеарној електрани Пакш двокружне су конструкције, па се према томе састоје од радиоактивног примарног круга и нерадиоактивног секундарног круга. Електрана је типа са водом под притиском, а код водом хлађених и модерираних енергетских реактора носач топлоте кружи у затвореном примарном кругу у који је укључен и сам реактор, те нема директног контакта са вањским светом.

Из нуклеарне електране радиоактивни изотопи у оклину могу доспети само на планирани и контролисани начин, унутар прописаних граница, кроз димњаке за проветравање и путем канала за топлу воду, а за време нормалног рада и одржавања настају радиоактивни отпади. Ваздух из система за проветравање, односно ваздух који потиче из технолошких испуштања, прочишћава се у систему за процесуирање испуштања ваздуха употребом аеросола и јодних филтера, а тек затим испушта у околину кроз димњаке који су код блокова високи 100 м, а код медицинске лабораторије 30 метара. Настале отпадне воде сакупљају се у контролне резервоаре, а њиховом испуштању у сваком случају претходе строге хемијске и радиолошке контроле. Вода из контролних резервоара која је окарактерисана исправном за испуштање, уз поштивања ограничења количине, одлази кроз топоводни канал у реку Дунав.



Настали крути радиоактивни отпад мале или средње контаминираности прерађује се (разврстава, компримује, а муљ се консолидује) и привремено се одлаже у главним и помоћним зградама електране. Радиоактивни отпад мале или средње контаминираности који настаје радом садашње нуклеарне електране и који ће да настаје из будуће демонтаже, ће се на крају одложити у Национални депониј радиоактивног отпада <Nemzeti Radioaktív hulladék-tárolóban (NRHT)> који је изграђен у регији Батаопати <Bátaapáta>.

Високо радиоактиван отпад, упакован у амбалажи која омогућује рецикажу, одлаже се у бунаре (резервоаре). О крајњем смештају отпада из ових бунара треба бринути код демонтаже електране. Привремено одлагање изгорелих грејних елемената (касета) извађених из реактора електране проводи се у објекту који је специјално изграђен за ту намену - Привремени резервоар изгорелих касета <Kiégett Kazetták Átmeneti Tárolójába (ККАТ)> којим руководи предузеће RHN Kft.

### 2.3.2. Привремени резервоар изгорелих касета

Годишње се просечно 400 комада истрошених касета са горивом насталих из радног процеса нуклеарне електране привремено одлаже пре њиховог коначног збрињавања, са и без евентуалне раније прераде. Базен за одмарање, који је смештен непосредно поред реактора, па стога има ограничени складишни капацитет, обезбеђује одлагање за временски период од 3,5 године, колико је потребно да специфична активност и топлотна енергија горива извађеног из реактора падну на ону која омогућава премештај изгорелог горива у привремени резервоар. Након процеса одмарања изгореле касете с горивом смештају се у Привремени резервоар изгорелих касета <Kiégett Kazetták Átmeneti Tárolójába (ККАТ)>, који може да обезбеди минималних 50 година складиштења касета.

Слика 2.3.2-1. приказује ККАТ сухи модуларни резервоар са окнима (MVDS – Modular Vault Dry Storage), са складишним шупљинама распоређеним у матрицу које су погодне да приме снопове горивих елемената. Одговарајући штит и заштиту обезбеђује бетонска конструкција. Одвођење топлоте постиже се циркулацијом ваздуха око касета, односно вањских плоха складишних шупљина, а затим се тај ваздух пушта директно у атмосферу. Ефект димњака (ваздушног термосифона) настао услед топлоте одузете од ускладиштених касета горива, ваздуху који циркулише у комори обезбеђује погонску снагу, а тиме и одговарајуће хлађење без активних машинских система и људске регулације.



Слика 2.3.2-1.: Привремени резервоар изгорелих касета у Пакшу

Модул објекта са прве 3 коморе и пратећа зграда изграђени су до 1997. године, а резервоар ККАТ је тада започео са радом. По један модул са 4 коморе пуштен је у рад 2000. и 2003., а затим је у 2007. завршена изградња новог модула са још 5 комора, па је тако резервоар са 16 комора постао погодан за прихват укупно 7200 комада касета. Дана 31. просинца 2010. у ККАТ-у је било укупно 6547 изгорелих касета. У децембру 2011. пуштен је у рад још један нови модул са 4 коморе, па је тиме капацитет складиштења објекта порастао на 9308 комада касета.

### 2.3.3. Безбедносна зона привременог резервоара изгорелих касета

Границе безбедносне зоне нуклеарних постројења и ограничења која се односе на безбедносне зоне треба да се дефинишу према прописима Владине уредбе бр. 246/2011 (од 24.11.) о нуклеарном постројењу и безбедносној зони резервоара за радиоактивни отпад. По тој уредби хоризонтална удаљеност безбедносне зоне и у случају атомске електране и привременог резервоара износи минимално 500 м од равни зида који представљају крајњу технолошку заштитну баријеру. На граници безбедносне зоне, особа која се тамо задржава у време правилног рада нуклеарног постројења, не сме да буде изложена зрачењу услед радиоактивних материјала испуштених или на други начин доспелих у околину, већем од 100  $\mu\text{Sv}/\text{година}$ . Владина уредба за целу безбедносну зону прописује разна ограничења (нпр. забрану градње стамбених објеката и објеката за одмор, забрану одлагања опасног опада, забрану свих људских активности опасних за нуклеарно постројење).

Границе безбедносне зоне нуклеарне електране Пакш, прописане Владином уредбом бр. 246/2011 (од 24.11.), дефинисала је Државна служба за нуклеарну енергију решењем бр. НА5538, изданим 2. августа 2012. године. Обим безбедносне зоне приказује *Слика М-4 у Прилогу*. Границе безбедносне зоне Привременог резервоара изгорелих касета дефинисала је Државна служба за нуклеарну енергију решењем бр. НА5540, које је издала 31. јула 2012. на темељу Владине уредбе бр. 246/2011 (од 24.11.). Локалним Правилником о градњи града Пакша (Уредба локалне самоуправе бр. 24/2003 (од 31.12.)) забрањује се градња унутар безбедносних зона нуклеарне електране и ККАТ-а (привременог резервоара изгорелих касета).

## 2.4. Представљање укалкулисаних типова за будуће нове блокове

### 2.4.1. Основни подаци укалкулисаних типова блокова

Претходном анализом [9] која је проведена у припремној фази изградње нових блокова за нуклеарну електрану, недвосмислено је предложено да се граде типви блокова 3. генерације нуклеарних електрана. Осим што 80% од свих нових блокова који се граде у свету припадају овом типу, то оправдавају и постојећа домаћа стручна сазнања и дугогодишње позитивно искуство стечено на блоковима нуклеарне електране у Пакшу. Према студији остваривости *<Megvalósíthatósági Tanulmány>* [9] у којој су успоређене и оцењене све технолошке, безбедносне, радне, сервисне и монтажне карактеристике, али и каснијим APR1400 анализама, следећи типови блокова се сматрају прихватљивим за изградњу:

- AP1000 – Advanced Pressurized Water Reactor 1000 (Toshiba-Westinghouse),
- AES-2006 (Atomsztrólexport, назив типа на међународном тржишту MIR.1200),
- EPR – Evolutionary Pressurized water Reactor (Areva),
- ATMEA1 (Areva-Mitsubishi),
- APR1400 – Advanced Pressurized Reactor (KEPCO – Korea Electric Power Corporation).

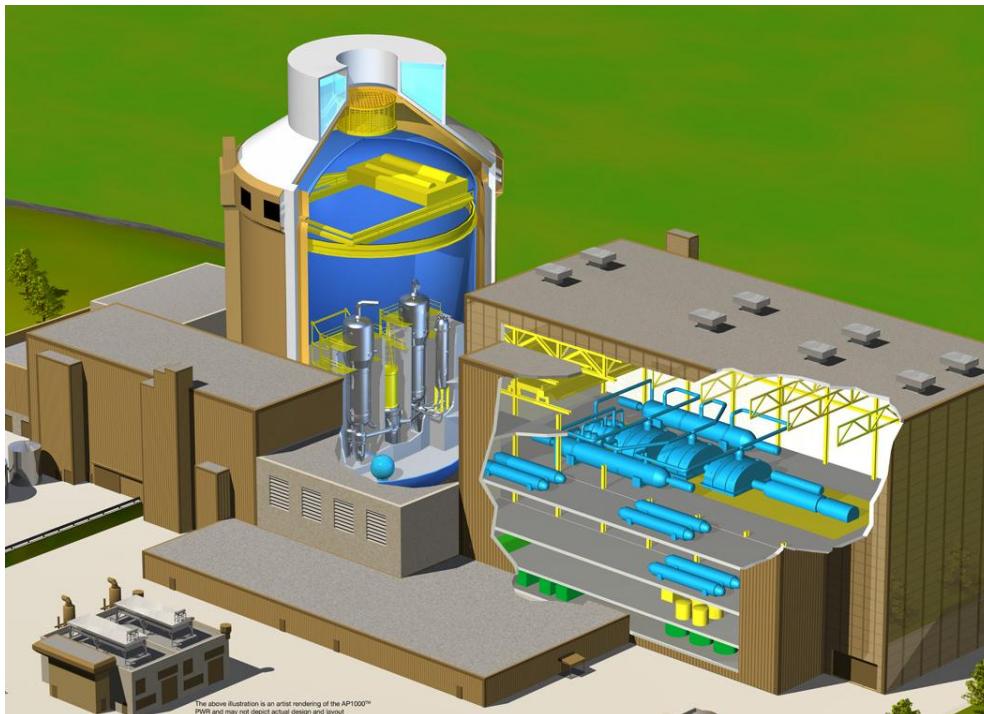
Главне техничке и безбедносне параметре појединих типова наводи *Таблица 2.4.1-1.*, а *Таблица 2.4.1-2.* садржи безбедносне циљеве и пројектна решења кориштена да се они постигну, те процедуре за смањење последица.

#### 2.4.1.1. AP1000 – Westinghouse Advanced Passive PWR

##### Техничке карактеристике

AP1000 (*Слика 2.4.1.1-1.*) је једноставна, дотерана и безбедна конструкција. Због уграђеног капацитета већег од просека, специфични инвестициони трошкови су повољни, а трајање

генералног ремонта који мора да се изврши сваких десет година траје око 40 дана. Америчке власти за нуклеарну енергију (NRC) издале су дозволу за овај тип блока, а блок задовољава захтеве EUR<sup>6</sup> (European Utility Requirements for LWR Nuclear Power Plants).



Слика 2.4.1.1-1.: Приказ блока AP1000 [11]

У зони се налази 157 стандардних PWR касета горива са  $17 \times 17$  позиција, од којих је 69 регулационих касета. На крају радног циклуса 43% зоне се замењује са свежим горивим елементима. [12], [13], [14]

Примарни круг има два чворишта, а сваки чвор има 2 хладне и 1 топлу грану. У хладним гранама су укупно 4 пумпе за главну циркулацију, а монтиране су директно на доњи излазни прикључак вертикалног генератора паре. Спремник реактора идентичан је некадашњем spremнику компаније Westinghouse који се раније много користио. Секундарном кругу блока припада 60 Hz-на спороротациона турбина (1800 rpm), а у току је пројектовање спороротационе турбине (1500 rpm) која може да се прикључи на 50 Hz-ну мрежу.

### Безбедносне карактеристике

Безбедносни системи блокова типа AP1000 су пасивне варијанте, тј. не садрже активне компоненте (нпр. пумпе) и за њихов рад нису потребни помоћни системи безбедносног разреда (нпр. за унос изменичне струје или расхладне воде). Он има четири пасивна безбедносна система (систем за хлађење зоне код погонских грешака, безбедносни систем за убризгавање и смањење притиска, систем за одвођење заостале топлоте, те систем за хлађење контејнмента), који могу да задовоље принцип толеранције једне грешке. Поузданост им је испитана у оквиру експерименталних програма на два различита нивоа учинка (600 MW и 1000 MW).

Управљање безбедносним системима захтева врло мало интервенција оператера, јер је циљ принципа да се елиминише потреба за интервенцијама, а не да се интервенције аутоматизују.

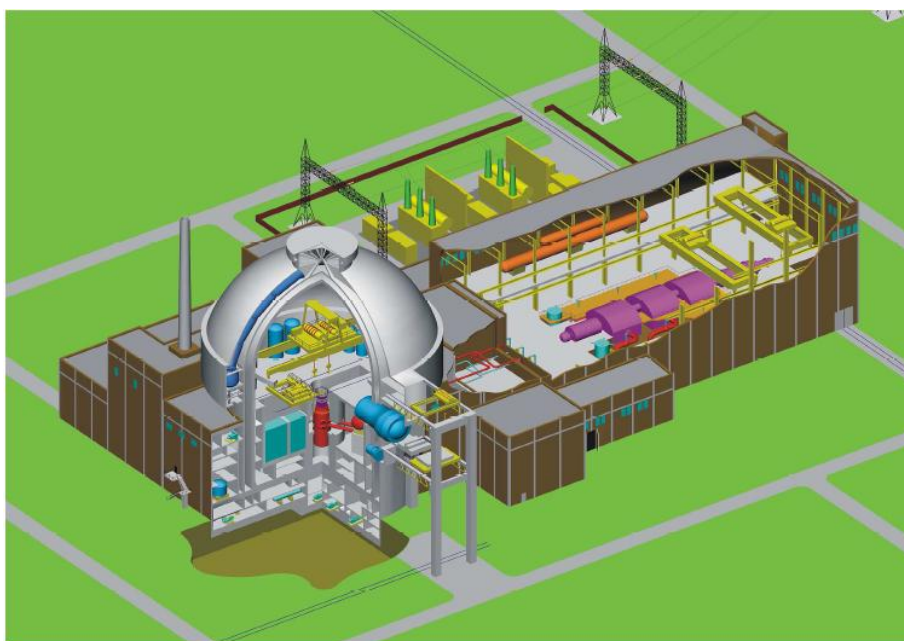
<sup>6</sup> Свеобухватни систем услова који су израдили власници и управитељи западноевропских нуклеарних електрана на почетку 1990-их година

Сви безбедносни системи могу да се нађу у контејнменту који је конструисан за надпритисак од 4,1 bar.

#### 2.4.1.2. MIR.1200

##### Техничке карактеристике

Руски произвођач данас у принципу испоручује две верзије блокова типа VVER: тип AES-92 3. генерације [13] и његову развијенију варијанту блок типа AES-2006 (Слика 2.4.1.2-1. ), којих ће се у Русији према плану до 2020. године изградити 17 комада (са укупним капацитетом од 20 000 MW<sub>e</sub>). Слично ранијим типовима VVER и у овима се налазе 4 чворишта примарног круга и водоравни генератори паре.



Слика 2.4.1.2-1.: Приказ блока MIR.1200 [15]

AES-2006 верзија је блок типа MIR.1200, који је намењен за међународно тржиште. На њему су у односу на блок AES-92 извршена унапређења у циљу да се повећа економичност (јединична снага, ефикасност) и време искориштавања (нпр. досезање 92%-ног фактора искоришћености капацитета и 60 година трајања). Поред безбедносних иновација, извршено је побољшање рада пумпи за главну циркулацију (избацивањем уљног подмазивања), уводи се ново гориво (модератор) које садржи „сагориви отров“<sup>7</sup>, те је повећана поузданост генератора паре. Планира се да ће MIR.1200 бити погодан за кориштење MOX горива. Код нових се блокова примењују интегрисана, дигитална техника управљања. Секундарни круг блока садржи турбину са високим бројем окретаја (3000 rpm), а у плану је примена машина са ниским бројем окретаја (1500 rpm). Доследном применом међународно опште прихваћених безбедносних стандарда и захтева EUR-а, блокови MIR.1200 у суштини су подигнути на разину типова AP1000 и EPR. То потврђује и то да је организација EUR тип AES-92 испитала и оценила га задовољавајућим.

##### Безбедносне карактеристике

<sup>7</sup> Реакторни отрови (модератори) су они елементи који могу да апсорбују неутроне (чиме се смањујући фактор множења), а да притом не доприносе ланчаној реакцији.



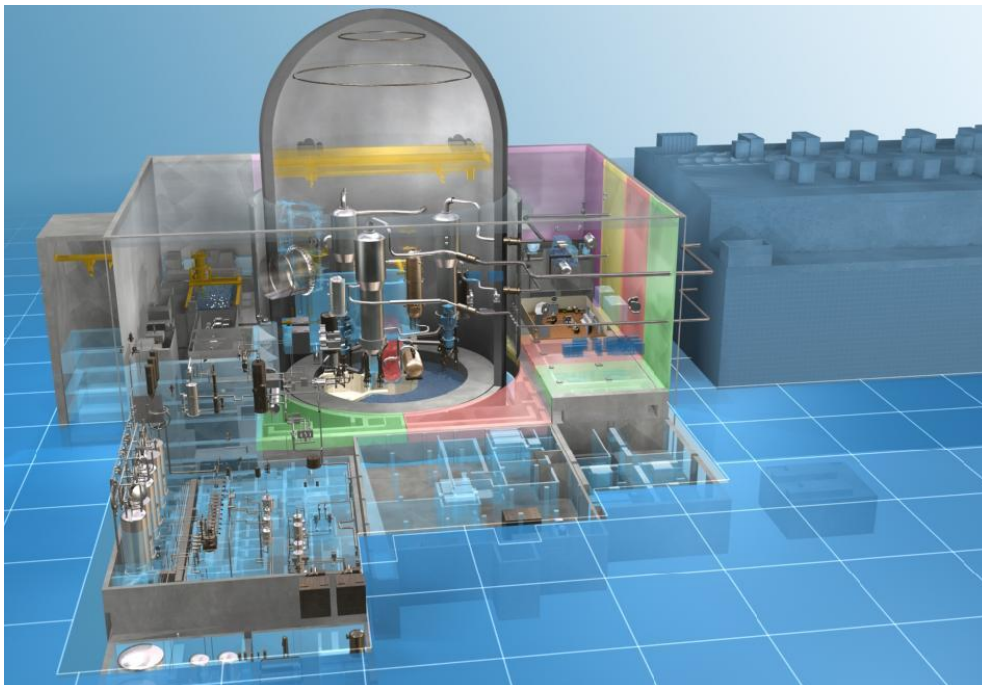
У случају погонских кварова дуготрајно хлађење реактора и примарног круга може да се оствари без интервенције опаратера, помоћу 4 хидроакумулатора под високим притиском и 8 хидроакумулатора под ниским притиском, заједно са аутоматским системима за хлађење зоне.

Нуклеарни системи блока смешетени су у контејнменту са две стјенке, који је пројектован тако да код погонског квара издржи надпритисак од 4 bar, а унутрашња челична оплата располаже са пасивним хлађењем. Сваки од безбедносних система за расположивих 100% капацитета је поједуиначно распоређен у четири међусобно независна канала. Енергију потребну за сваки безбедносни канал осигурава по један дизелгенератор снаге 6,3 MW. Предњи део контејнмена функционише као замка за отопљену зону.

### 2.4.1.3. АТМЕА1

#### Техничке карактеристике

Тип АТМЕА1 (Слика 2.4.1.3-1.) развијен је као резултат даљег развоја испробане технологије Areva и Mitsubishi са водом под притиском. Блок се заснива на Mitsubishi типу са водом под притиском са три чворишта. Међутим у њега су уграђена многа EPR решења. Нацрти блока одговарају захтевима EUR-а. Код изградње може да се рачуна са роком од 5 година, а због изнадпросечног уграђеног капацитета (1000–1150 MW) специфични инвестициони трошкови су повољни. Касете за гориво имају 17×17 позиција, и оне у суштини одговарају касетама које могу да се пуне у EPR зони, само су краће, а генерални ремонт треба да се врши сваких десет година. Снага блока може да се мења максимално брзином од 5% по минути. Блок може да ради и у погонском режиму аутоматске регулације фреквенције. [16], [17]



Слика 2.4.1.3-1.: Приказ блока АТМЕА1 [18]

#### Безбедносне карактеристике

Безбедносни системи садрже три независне 100% редувантне активне гране, а њихово одржавање може да се обавља и за време рада. За операције са последицама при тешким хаваријама код блокова 3. генерације већ се примењују решења која се сматрају

стандардним: замка која локализује и хлади отопљену зону, рекомбинатори и упаљачи водоника за везивање водоника који се накупио у контејнменту, односно за смањење концентрације водоника, те филтерисано испуштање и хлађење за што дуже одржавање интегритета контејнмента. Контејнмент има двоструки зид, заштићен је и против налета једног великог путничког авиона. Заштита блока од земљотреса је таква да се он може градити и на просторима на којима може да дође до земљотреса.

#### 2.4.1.4. EPR – Evolutionary Pressurized Water Reactor

##### Техничке карактеристике

Тип EPR („European Pressurized Water Reactor”, чији је назив при уласку на америчко тржиште промењен из маркентишких разлога у: „Evolutionary Pressurized Water Reactor”) (Слика 2.4.1.4-1.) настао је даљим развојем испробане француске технологије Framatome и немачке технологије Siemens-KWU са водом под тлаком. За нацрте блока, надлежне власти у Финској, Француској и Кини већ су издале дозволе, а власти у САД-у и Уједињеном Краљевству тренутно још увек контролишу нацрте. Блок одговара захтевима EUR-а. [19]



Слика 2.4.1.4-1.: Приказ блока EPR који се гради у Олкилуту <Olkiluoto> у Финској [19]

Због великог уграђеног капацитета специфични инвестициони трошкови су повољни, али велики капацитет јединице је због ситуације са електричном мрежом у Мађарској истовремено и недостатак. Ако пак претпоставимо регионалну сурадњу за изградњу додатних капацитета, онда се конкурентност блока EPR значајно не мења са потребним додатним инвестицијама. Време преслагивања зоне заједно са превентивним одржавањем траје 17 дана, а генерални ремонт који треба да се врши сваких десет година траје око 40 дана.

У активној зони налази се 241 касета са горивом, од којих свака има 17×17 позиција за шипке. Регулација нуклеарне реакције проводи се са 89 шипки које могу да се регулишу.

Примарни круг се састоји од четири чвора, са по једном пумпом и генератором паре на сваком чвору. Секундарни круг му је настао даљим развојем немачких блокова Konvoi, који су се доказали и имају изванредне индексе доступности. Оптимализиран је и систем пара-

кондензат-напојна вода, те степени турбина ниског и високог притиска, што је као резултат дало значајно повећање стопе ефикасности.

Регулација код нормалног погонског рада и безбедносни системи изграђени су тако да имају двоструку редунданцију, те су обезбеђени од појединачних кварова. Решавање пролазних (транзиентних) погонских грешака одвија се са по 2 редундантна и диверзна система, док се код оних погонских кварова који се држе могућим (постулатним) користе системи са четвороструком редунданцијом система. Унос енергије у случају опасности обезбеђују четири дизел-генератора, који су смештени у посебној згради. Са аспекта одржавања од изузетног је значаја то што се код система изграђених са четвороструком редунданцијом, по један систем било када за време погона може да се извади за потребе одржавања или поправка.

### **Безбедносне карактеристике**

Главни индекси безбедности (учесталост таљења зоне, вероватност веће радиације и сл.) блока су одлични. Безбедносни системи имају четвороструку редунданцију, подсистеми су појединачно израђени са 100% капацитетом.

Нема ињектирања са високим притиском, има само система за убризгавање са средњим и ниским притиском. In-containment Refueling Water Storage Tank (IRWST) <претоварни резервоар> смештен је на дну реакторске зграде и комбинује функције складиштења медија за хлађење и дна окна (поднице). Код тешких хаварија код којих долази до таљења зоне користи се замка за таљевину зоне. Ускладиштена вода у резервоару IRWST на пасиван (гравитациони) начин поплављује таљевину.

Унутарњи зид контејнмента са две стјенке израђен је из пренапрегнутог армираног бетона са оплатом од челика дебљине 6 мм. Вањски зид од нормалног армираног бетона служи као заштита од вањских догађаја и димензиониран је тако да може да поднесе последице настале услед налета једног великог путничког авиона.

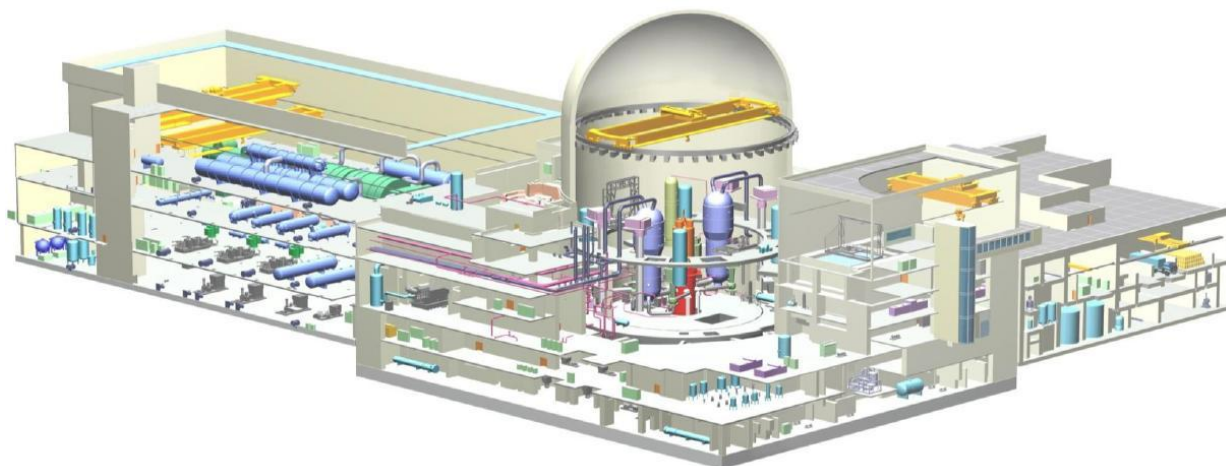
Код тешких кварова примењује се пасивна манипулација са водоником (користе се каталитички рекомбинатори). Да би се умањиле последице тешких несрећа користе се пасивни системи за уклањање водоника помоћу каталитичких рекомбинатора, те систем за хлађење како би се дошло до смањења притиска у контејнменту.

#### **2.4.1.5. APR1400 – Advanced Pressurized Reactor**

##### **Техничке карактеристике**

Блок APR1400 (Слика 2.4.1.5-1.) развила је јужнокорејска корпорација KEPCO (Korea Electric Power Corporation) из блока типа OPR1000 (Optimum Power Reactor) снаге 1.000 MW. Базу за оба типа реактора чини блок ознаке System 80+ компаније Combustion Engineering, који је почетком 1990-их година израђен у САД. Нацрти блокова добили су дозволе корејских власти за нуклеарну енергију, и тренутно се ради на припреми захтева потребног да се добије типска дозвола NRC-а. Овај тип још не располаже сертификатом EUR-а.





Слика 2.4.1.5-1.: Приказ блока APR1400 [18]

Индекси безбедности блока су добри, примењена су сва међународно призната решења за превенцију од тешких хаварија и умањење њихових последица. Према условима електричне мреже у Мађарској недостатак блока је његова велика јединична снага, али уз претпоставку регионалне сурадње оно што је горе наведено за блокове EPR важи и овде.

У активној зони реактора налази се 241 касета са горивом, и оне одговарају стандардним PWR касетама са 16×16 позиција. Гориво израђује предузеће KNF (KEPCO Nuclear Fuel). Блок може да функционише и са пуњењем које садржи максимално 1/3 огревних елемената MOX-а <мешаног оксидног горива>.

Примарни круг блока APR1400 састоји се од два чворишта. У једном чворишту налази се једна топла и две хладне гране. Обе хладне гране имају пумпу за главну циркулацију (конструкција је слична као код блока AP1000 којег производи Westinghouse). Топла се грана спаја са по једним вертикалним генератором паре великих димензија, који појединачно могу да носе топлински капацитет од 2000 MW. Количина воде на секундарној страни је толика да ако се изгуби комплетна напојна вода генератор паре може да ради још 20 минута, а да притом потпуно не пресуши.

Блоку APR1400 припада само једна турбина високог учинка која има један степен са високим и три степена са ниским притиском, те број окретаја 1800 у минути (за 60 Hz-ну мрежу). Систем је тако конструисан да је у случају смањења оптерећања генератора са 100% могуће одводити пару, а да притом не дође до заустављања турбине или реактора. Прве турбине са 1500 окретаја у минути за 50 Hz-ну мрежу уградит ће се у блокове APR1400 који се граде у Уједињеним арапским емиратама.

### Безбедносне карактеристике

Безбедносни систем реактора садржи четвороструку редунацију, користећи равномерно и активне и пасивне безбедносне системе у интересу да се постигну безбедносни циљеви.

Реакторски spremnik кроз четири цевна прикључка који обезбеђују директно ињектирање може да добива воду из великог (скоро 2.500 м<sup>3</sup>) претоварног резервоара (IRWST – In-containment Refueling Water Storage Tank) који је смештен унутар контејнмента. Свака поједина грана има 50%-тни капацитет, што значи да има редунацију од 4×50%. Поред убризгавања под високим притиском помоћу пумпи, свака од грана има и један резервоар воде (акумулатор) под притиском, са пасивним начином рада.

Базни контејнмент APR1400 блока израђује се од пренапрегнутог армираног бетона, на чију унутарњу страну зида се поставља херметичка челична оплата. Базни контејнмент извана је



обложен другим зиданим контејнементом, који обезбеђује одговарајућу заштиту од опасности из вана (нпр. налет авиона). Спреј систем (за прскање) који се примењује за смањење температуре и притиска контејнмента, састоји се од две независне гране, а њихове се пумпе прикључују на резервоар IRWST. Ваздушни простор контејнмента толико је велик да и у случају хипотетички тешке несреће, и после 24 часа притисак остаје у границама, а концентрација водоника нигде не достиже опасне вредности.

У случају тешких хаварија растаљену зону се настоји држати унутар spremника хлађењем с вањске стране, али за европско тржиште развијене верзије EU-APR1400 садржи и замку за растаљену зону. Настали водоник везује се рекомбинаторима, али се као допуна примењују и упаљачи за водоник. [20].

**Таблица 2.4.1-1.: Важнији технички подаци за укалкулисане типове блокова**

| Тип блока  | AP1000                                | MIR.1200                                  | ATMEA1                             | EPR                                   | APR1400                               |
|--|---------------------------------------|---|------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Нето снага која може да се добије                      | 1117 MW                               | 1150 MW                                   | 1000 MW                            | 1600 MW                               | 1400 MW                               |
| Век трајања  | 60 година                             | 50 (60) година                            | 60 година                          | 60 година                             | 60 година                             |
| Планирани фактор искориштења капацитета                | 93%                                   | 92%                                       | 92%                                | 92%                                   | Минимално 92%                         |
| Годишњи испад из рада због планског генералног ремонта | 17 дана                               | 20 дана                                   | 16 дана                            | 14 дана                               | 17 дана                               |
| Самопотрошња   | 6,9%                                  | 7,0%                                      | 5,8%                               | 7,0%                                  | 3,8%                                  |
| Тип горива који може да се користи                     | UO <sub>2</sub> , MOX                 | UO <sub>2</sub>                           | UO <sub>2</sub> , MOX              | UO <sub>2</sub> , MOX                 | UO <sub>2</sub> , MOX                 |
| Извор горива који може да се користи                   | Westinghouse                          | ТВЕЛ                                      | Areva и МНН                        | Areva                                 | КЕРСО Nuclear Fuel                    |
| Циклус горива  | 18 месеци                             | 18–24 месеца                              | 12–18–24 месеца                    | 12–18–24 месеца                       | 18 месеци                             |
| Потребна количина горива                               | 43,2 t UO <sub>2</sub> / 18 месеци    | 43,0 t UO <sub>2</sub> / 24 месеца        | 42,7 t UO <sub>2</sub> / 24 месеца | 64 t UO <sub>2</sub> / 24 месеца      | 44,7 t UO <sub>2</sub> / 18 месеци    |
| Број свежих касета код преслагавања                    | 68 ком. (18 месечно)                  | 82 ком. (24 месечно)                      | 60 ком. (18 месечно)               | 120 ком. (24 месечно)                 | 92 ком. (18 месечно)                  |
| Просечна zasiћеност свежих касета                      | 4,8%                                  | 4,0%                                      | 4,95%                              | 4,4%                                  | 4,09%                                 |
| Способност маневрисања                                 | између 25%–100%, дневни 100%–50%–100% | између 30%–100%, год. макс. 250 ком. Δ70% | између 30%–100%                    | између 20%–100%, дневни 100%–25%–100% | између 20%–100%, дневни 100%–25%–100% |
| Притисак примарног круга                               | 155,2 bar                             | 157 bar                                   | 155 bar                            | 155 bar                               | 155 bar                               |
| Улазна температура код реактора                        | 280,6 °C                              | 291,0 °C                                  | 290,9 °C                           | 295,5 °C                              | 290,6 °C                              |
| Излазна температура код реактора                       | 321,1 °C                              | 320,0 °C                                  | 326,3 °C                           | 328,0 °C                              | 323,9 °C                              |
| Излазни притисак код генератора паре                   | 57,6 bar                              | 62,7 bar                                  | >70 bar                            | 78,0 bar                              | 69,0 bar                              |
| Употребљена количина воде за хлађење                   | 136 000 m <sup>3</sup> /h             | 140 000 m <sup>3</sup> /h                 | 122 000 m <sup>3</sup> /h          | 190 000 m <sup>3</sup> /h             | 173 000 m <sup>3</sup> /h             |

**Таблица 2.4.1-2. : Решења и процеси за умањење последица примењени за постизање циља**

| Безбедносни циљеви<br>које се желело постићи   | Решења и процеси за умањење последица примењени за постизање циља   |   |  |   |   |
|--|---|---|--|---|---|
|  | AP1000  | MIR.1200  | ATMEA1   | EPR   | APR1400   |
| Поступање код погонских кварова који припадају проширењу основне конструкције                | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Пасивни безбедносни системи</li> <li>– Задржавање у реакторском резервоару</li> <li>– Поплављивање реакторског окна и вањско хлађење резервоара</li> <li>– Рекомбинатори и упаљачи водоника</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Контејнмент са две стјенке</li> <li>– Пасивни системи за хлађење</li> <li>– Пасивни систем за хлађење контејнмента</li> <li>– Рекомбинатори водоника</li> <li>– Замка за зону</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Контејнмент од напрегнутог бетона великог волумена</li> <li>– Дуготрајно хлађење контејнмента</li> <li>– Рекомбинатори водоника</li> <li>– Замка за растаљену зону</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Контејнмент са две стјенке</li> <li>– Систем за хлађење контејнмента</li> <li>– Рекомбинатори водоника</li> <li>– Замка за таљевину зоне (раширивање таљевине, хлађење)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Контејнмент од напрегнутог бетона великог волумена</li> <li>– Дуготрајно хлађење контејнмента</li> <li>– Рекомбинатори водоника</li> <li>– Задржавање у реакторском спремнику (опционално замка за таљевину зоне)</li> </ul> |
| Превенција процеса са великим притиском који могу да доведу до ранијег оштећења контејнмента | Аутоматски редуccionи вентили за притисак примарног круга   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Редуccionи вентили за притисак</li> <li>– Пасивни системи за хлађење</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Брзи, редуccionивни вентили за редуccionију притиска</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Ручни редуccionи вентили за притисак примарног круга</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Ручни редуccionи вентили за притисак</li> <li>– Контејнмент спреј (прскање водом)</li> </ul>   |
| Манипулација насталим водоником  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Пасивни рекомбинатори (за пуцање цеви)</li> <li>– Упаљачи водоника (за тешке хаварије)</li> </ul>  | – Пасивни рекомбинатори   | – Пасивни рекомбинатори  | – Пасивни рекомбинатори   | – Пасивни рекомбинатори + упаљачи водоника  |
| Стабилизација и хлађење растаљене зоне   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Задржавање у реакторском спремнику</li> <li>– Поплављивање реакторског окна и вањско хлађење резервоара</li> </ul>   | – Замка за зону   | – Стабилизација растаљене зоне изван резервоара  | – Стабилизација растаљене зоне изван резервоара   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Задржавање у реакторском спремнику</li> <li>– Поплављивање реакторског окна и вањско хлађење резервоара (код европске варијанте биће и замка за растаљену зону)</li> </ul>   |
| Смањене притиска у контејнменту  | Пасивни системи за хлађење контејнмента   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Пасивни, хладионици велике површине (од нултог до 24. сата)</li> <li>– Мобилна опрема (између 24.–72. сата)</li> </ul>   | – Контејнмент спреј (прскање водом)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Хлађење око контејнмента:</li> <li>– Пасивно поплавлљивање таљевине одозго, хлађење одоздо</li> <li>– Хлађење контејнмента ручно покренутим спрејем (прскањем)</li> </ul>            | Контејнмент спреј + систем за одвођење топлоте за време заустављања   |

### 2.4.2. Приказ планираног система за хлађење

Анализа опција хлађења које могу да се примене код нових блокова нуклеарне електране на локацији Пакш извршена је у оквиру посебног испитивања [21], [95]. Циљ испитивања био је да се у заданим околностима и условима околине одабере одговарајући начин хлађења који би имао најбоље техничко решење и учинак, и који може да се економично реализује и користи за време планираног животног века електране. На основу проведене анализе одабрано је хлађење са свежеом водом, слично оном које се примењује код садашња четири блока.

За време рада система за хлађење са свежеом водом, индустријска вода и вода за хлађење кондензатора која је потребна за нормалан рад блокова узима се из реке Дунав. Примена система за хлађење са свежеом водом ограничена је захтевима за заштиту животне средине који се односе на топлотно оптерећење настало услед поврата загрејане воде за хлађење у реку. Да би се, након пуштања у погон нових блокова, и при екстремним околностима (висока температура Дунава, ниски водостај) могло придржавати важећих граничних вредности, на располагању су као техничка решења следеће интервенције: мешање загрејане воде за хлађење која излази из блокова са свежеом хладном водом, а у изванредним ситуацијама и смањивање снаге (оптерећења) у блоковима.

Проточни систем хлађења са свежеом водом функционише тако да се вода узима из Дунава и користи сирова и у хемијски нетретираним стању, али након механичког чишћења (филтрације) од пливајућих и плутајућих наноса. Таблица 2.4.2-1 приказује потребну количину расхладне воде за кондензаторе блокова, тј. количину свеже воде која треба да се извади из Дунава у случају испитиваних оптерећења блокова. Након употребе, целокупна количина загрејане воде за хлађење враћа се натраг у Дунав. Слика 2.4.2-1. приказује нацрт смештаја система за хлађење са свежеом водом.

**Таблица 2.4.2-1.: Основни подаци узети у обзир код испитивања система за хлађење са свежеом водом**

|  | код оптерећења<br>2×1200 MW | код оптерећења<br>2×1600 MW |
|--|-----------------------------|-----------------------------|
| Загрејавање воде за хлађење у кондензатору [°C]                      | 8                           | 8                           |
| Номинална потреба за водом кондензатора по блоку [m <sup>3</sup> /s] | 66                          | 86                          |
| Укупно   | 132                         | 172                         |

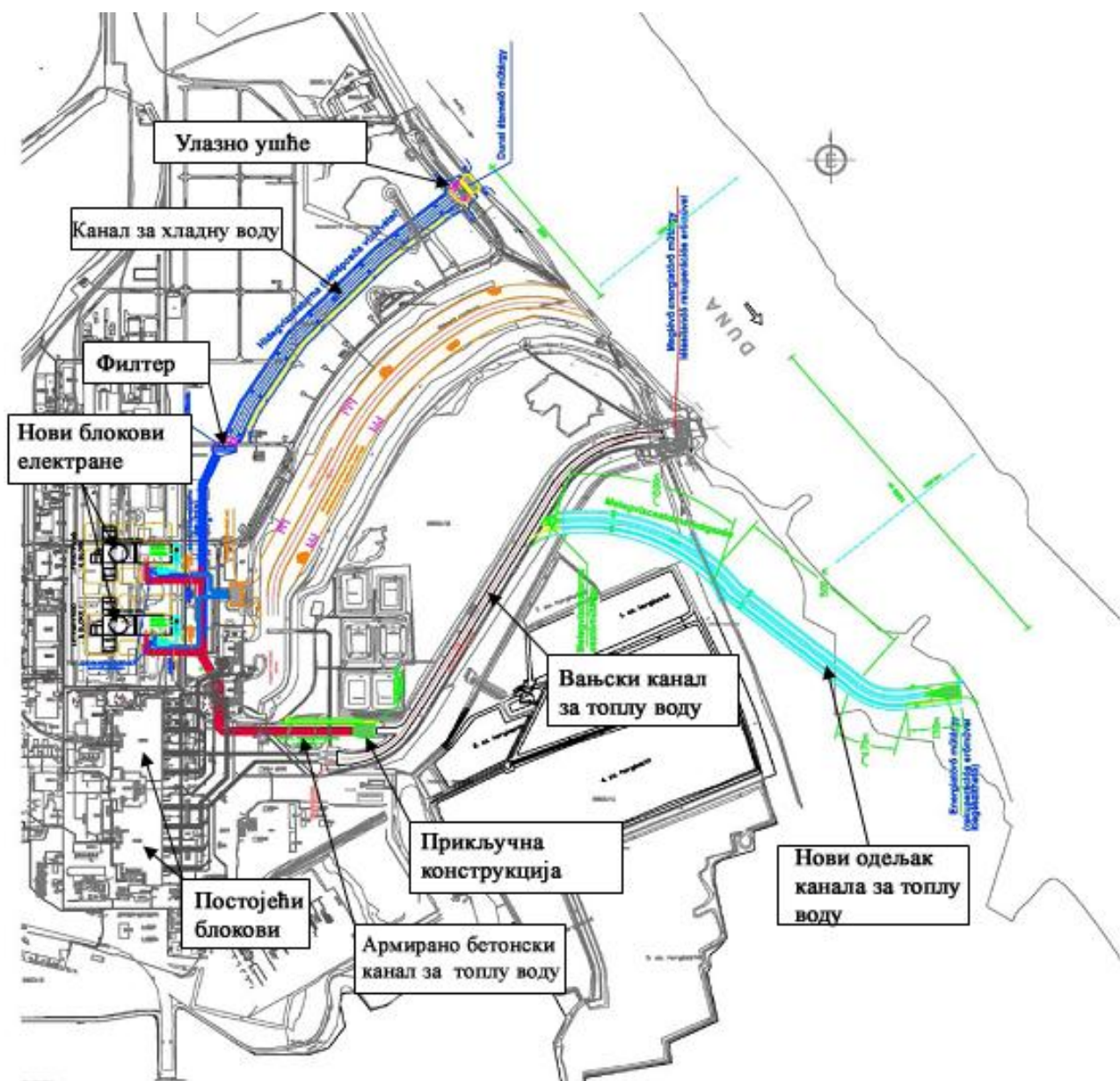
Црпна станица за вађење дунавске воде сместит ће се изнад ушћа постојећег канала за хладну воду електране. Линија транспорта воде имат ће две степенице. У првом кораку црпна станица за вађење из дунава пумпа свежу воду у нови канал за хладну воду, а у другом црпна станица кондензатора из канала пумпа воду за хлађење до кондензатора. Дубина новог канала за хладну воду је око 4 м, а овисно о типу блока ширина корита је 12–20 м, а дужина му је око 1000 м.

Од станице за филтрацију до црпне станице кондензатора вода за хлађење долази кроз затворени канал од армираног бетона. Задатак црпне станице је провођење потребне воде за хлађење кроз кондензаторе из долазног канала за хладну воду до одлазног канала за топлу воду. Одвођење топле воде из главне зграде одвија се кроз канале од армираног бетона који се са посебним конструкцијама које одржавају ризину прикључују на канал за топлу воду

постојеће електране. Према претходно извршеним хидрауличним прорачунима [21], постојећи канал за топлу воду способан је да одведе не само количину воде од 100–110 m<sup>3</sup>/s (макс. 120 m<sup>3</sup>/s) из садашњих блокова у раду, него и количину од 172 m<sup>3</sup>/s која припада новим блоковима 2×1600 MW снаге.

Одвођење загрејане воде за хлађење у Дунав путем новог канала за топлу воду доводи до стварања нове тачке уливања, који би по плану требао бити на око 1000 м јужно од садашњег ушћа у Дунав. Нови одељак канала се од постојећег канала одваја преко једне каналне раскрснице, непосредно пре његова скретања према Дунаву (Слика 2.4.2-1.). (У будућности се планира изградња рекулперационе хидроелектране на каналима за топлу воду.)

Јужна обала новог одељка канала за топлу воду ће уместо леве обале постојећег канала за топлу воду од места одвајања новог канала до ушћа функционисати као стална брана од поплаве.



Слика 2.4.2-1.: Тлоцрт и делови двостепеног система за хлађење са свежеом водом

### 2.4.3. Остали објекти потребни за омогућавање рада и припадајуће активности

Блокови садашње нуклеарне електране у раду прикључује се на електроенергетски систем у Мађарској преко 400/120 kV трансформаторске станице путем 400 kV разводника који су у власништву предузећа MAVIR Zrt., које има дозволу за пренос електричне енергије у мрежу. Са аспекта прикључка преко 400 kV чворишта, које располаже са одговарајућим арактеристикама за локацију Пакш, интеграција нових блокова електране може да се реши само новим мрежним прикључцима. До одабира добављача потребно је рачунати са више типова блокова, а за различите величине уграђене снаге потребна је пак различита величина проширења мреже.

За време припреме изградње нових блокова нуклеарне електране извршени су претходни прорачуни мреже [22], како би се испитало под којим увјетима се може пренети произведена снага код нормалног погона и код евентуалних одступања блокова чија нето снага износи 1000–1600 MW.

Резултати су потврдили потребу за следећим проширењима за испитивану снагу:

- Основни незаобилазни услов за пуштање у рад нових блокова је изградња двосистемног далековода Пакш–Албертирша.
- Због резултата испитивања која су се односила на стање двоструког мањка и осигуравање резерви за нову електрану оправдана је уградња трећег 400/120 kV трансформатора у садашњу трафостаницу (Пакш-I).
- Зависно од величине будућих блокова и њихових динамичких карактеристика, за појачање стабилности транзијента потребно је да се изгради други високонапонски прикључак за смер према Литеру или Мартонвашару. Ово питање треба касније да се подвргне даљим испитивањима након што буду познати тачнији параметри блокова.

За мрежно прикључење нових блокова изградиће се нова 400 kV прикључна станица (Пакш-II), чија локација још није дефинисана. [23] Могућа локација је на траси далековода у северозападном смеру на подручју између путева између Пакша и Нађдорога, према Келешду, на око 6 км од планираног места нових блокова.

За прикључење резервне опскрбе за властити погон блокова потребно је да се изгради нови 120 kV кабелски прикључак између планираног места нових блокова и постојеће 120 kV разводне станице Пакш-I.

Основна инфраструктура (водовод, канализација, цестовна мрежа, телекомуникације итд.) за нове блокове стоји на располагању на локацији, но вероватно ће у будућности бити потребно њихово проширење и модернизација. *Подглава 2.1.2.* детаљно описује инфраструктуру која стоји на располагању на локацији Пакш.

За комуналну отпадну воду насталу услед рада планираних нових блокова, отпадне воде из здравствених и лабораторијских објеката те за поврмени прихват водених вишкова и њихово прочишћавање требаће да се изгради нови прочистач отпадних вода.

### 2.4.4. Приказ међународних референци типова блокова, који су узети у калкулацију

#### 2.4.4.1. AP1000 (Westinghouse)

Тренутно се у Кини већ граде три блока AP1000 (Санмен 1–2 <Sanmen> – *Слика 2.4.4.1-1.* и Хаијанг 2 <Haiyang> – *Слика 2.4.4.1-2.*), који се планирају предати између 2013. и 2014. године. Вероватно ће се и у САД-у започети изградња блокова типа AP1000. Тренутно се већ



на две локације изводе припреме за градњу (електрана у Вогтлу, држава Џорџија), а према најавама поднеће се захтеви за изградњу укупно 12 блокова AP1000 на 6 локација. Кинеске блокове планирају изградити за 5-6 година, а у референцама AP1000 пројектанти тврде да ју је могуће изградити за 5 година.



Слика 2.4.4.1-1.: Постављање трећег прстена  
контејнмента на локацији Санмен 1



Слика 2.4.4.1-2.: Изградња електране Хаијанг 2

#### 2.4.4.2. AES-2006 (MIR.1200) (Atomstrojexport)

У току је изградња два блока типа AES-2006 (MIR.1200) у Русији, у лењинградској нуклеарној електрани (Сосновиј Бор – Слика 2.4.4.2-1.) и још се два блока AES-2006 гради у нуклеарној електрани Нововороњеж. У Русији се значајно повећање нуклеарних капацитета планира градњом блокова типа AES-2006, по плану до 2020. изградиће се капацитет од 20 000 MW<sub>e</sub> (17 блокова).



Слика 2.4.4.2-1.: Изградња блока у електрани Сосновиј Бор

#### 2.4.4.3. ATMEA1 (Areva-Mitsubishi)

Технички пројекти за блок ATMEA1 завршени су крајем 2009., а затим су започеле предрадње потребне за добијање дозвола. Са добијањем дозвола за блок и доказивањем да

одговарају захтевима EUR-а вероватно неће бити проблема јер су принципи пројекта израђени према EUR-у, уз потпуно поштивање прописа NRC-а.

Чланови мешовитог предузећа Areva-MHI располажу са великим градитељским искуствима. До сада су заједно изградили 123 блока нуклеарне електране и грађевински капацитет им је значајан. Способни су да на 12 локација у свету граде нуклеарна постројења.

#### 2.4.4.4. EPR (Areva)

Тренутачно се у Европи граде два блока EPR: први се гради у Финској на локацији Олкилуто [24], а други у Француској на локацији Фламанвил [25]. Градња блока ОЛ-3 започета је 2005., а у Нормандији градња блока Фламанвил-3.) започета је у лето 2006. (Слика 2.4.4.4-1). Предаја касни у односу на првотни термински план. Areva располаже и са уговорима за изградњу два кинеска блока EPR (Таишан 1, Таишан 2<Taishan>). Они се већ граде (Слика 2.4.4.4-2.) и према плановима ће бити прикључени на мрежу 2013., односно 2014. године.



Слика 2.4.4.4-1.: Градња Фламанвила-3



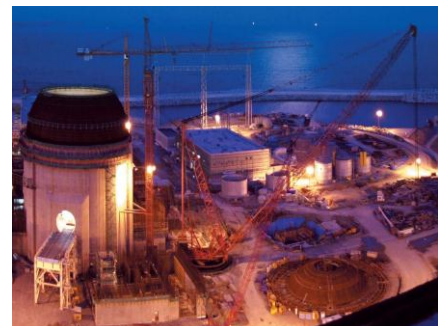
Слика 2.4.4.4-2.: Радови на Таишану 1–2

#### 2.4.4.5. APR1400 (Korean Hydro and Nuclear Power)

Сада се у Јужној Кореји на две локације (Шин-Кори <Shin-Kori> – Слика 2.4.4.5-1. и Šin-Ulč'in <Shin-Ulchin> - Слика 2.4.4.5-2. ) укупно граде четири блока APR1400, са конзорцијем којег води јужнокорејска фирма КЕРСО, који је крајем 2009. склопио уговор за изградњу четири блока у Уједињеним Арапским Емиратима.



Слика 2.4.4.5-1.: Радови у згради контејнмента на 3. блоку  
у Шин-Кори



Слика 2.4.4.5-2.: Грађевински  
радови на електрани Шин-Кори



## 2.5. Представљање фаза градње, опис технологија градње и других карактеристика

### 2.5.1. Приказ података карактеристичних за градњу

#### Заузимање подручја за будуће објекте

Планирана површина локације нових блокова нуклеарне електране износи око 106 ha, од којих се према плану 29,5 хектара простире на садашњој погонској зони нуклеарне електране у Пакшу, а 76,3 хектара простире се на тзв. подручју за приступ. Смештај локације у Пакшу са означеним местима градње нових блокова приказује *Слика М-2 у Прилогу*. Просторне потребе за зграде, објекте или друга постројења за поједине разматране типове блокова према подацима добивеним од добављача наведени су у *Таблици 2.5.1-1*.

**Таблица 2.5.1-1.: Простор потребан за поједине типове блокова**

| Тип блока | Карактеристике потребног простора   | Површина за два блока |
|-----------|---|-----------------------|
| AP1000    | Димензије површине потребне за зграду једног блока су: 250×233 м, што је 5,825 ha. Рачунамо са кориштењем целе површине подручја за приступање од 100 ha. [26]  | ≈ 12 ha               |
| MIR.1200  | Површина коју заузима зграда једног блока је 2,6 ha, двоструку површину са припадајућим објектима, односно покривеним површинама сматрамо потребном површином. За подручје приступа и овде рачунамо са кориштењем целе расположиве површине. [27] | ≈ 10 ha               |
| ATMEA1    | Према расположивим скицама за један блок треба око 12 ha површине. За приступ и овде може да се користи цела површина. [28]   | ≈ 24 ha               |
| EPR       | Димензије потребне површине за један блок су: 384×283 м, тј. 10,867 ha по блоку. Рачунамо са кориштењем целе површине подручја за приступање од 100 ha. [29]  | ≈ 22 ha               |
| APR1400   | За смештај два блока треба 36 ha површине. За подручје приступа и овде рачунамо са кориштењем целе расположиве површине. [30]   | ≈ 36 ha               |

За време градње на простору радилишта и вероватно на целом простору подручја за приступ, треба рачунати на оштећење или потпуно уништење садашњих биљака и зелених површина. То има ограничен значај у погледу заштите животне средине јер је простор радилишта и подручје приступа унутар садашње локације ионако индустријска зона. По завршетку градње потребно је извршити рехабилитацију подручја за приступ и површина које се налазе између изграђених објеката.

#### Рокови трајања радова

Могуће временско трајање радова овисно од типа блокова које су навели извођачи радова наведено је у *Таблици 2.5.1-2*.

**Таблица 2.5.1-2.: Трајање радова овисно од типа блока**

| Тип блока | Задане фазе градње   |
|-----------|--|
| AP1000    | Време потребно за припрему локације 18 месеци. Изградња до завршетка погонских проба 4–5 година. [26]  |
| MIR.1200  | Од првог бетонирања до пуштања у рад 60 месеци. [27]   |
| ATMEA1    | Градња једног блока од првог бетонирања до уметања првих огревних елемената мање од 40 месеци. Пробни рад траје 8,5–10,5 месеци. [28]  |
| EPR       | Од првог бетонирања до пуштања у рад 62 месеца. [29]   |
| APR1400   | Комплетно време потребно за изградњу два блока APR1400, од првог бетонирања до паралелног укључивања 58 месеци. Ово време у себи садржи изградњу, монтажу, пуштање у рад – све до примопредаје. [30] |

### Потребе радне снаге за изградњу и потребно грађевинско особље

Таблица 2.5.1-3. садржи потребан број особља за процес изградње у просечним и вршним периодима за поједине типове блокова према подацима који су добивени од добављача [26 – 31]. За време изградње потребно је да се предвиди рад у три смене. [32]

**Таблица 2.5.1-3.: Бројно стање радника зависно од типа блока у просечним и вршним раздобљима**

|                              | AP1000 |       | MIR.1200 | EPR    |       | ATMEA1                     |                             | APR1400        |
|------------------------------|--------|-------|----------|--------|-------|----------------------------|-----------------------------|----------------|
|                              | Просек | Врх   | Макс.    | Просек | Врх   | Задан минимални број (врх) | Задан максимални број (врх) | Мах. (месечно) |
| Бројно стање радника [особа] | 3 000  | 4 300 | 5 600    | 800    | 2 400 | 6 000                      | 7 000                       | 1 200          |

Стварна потребна радна снага код градње новог блока (у вршним раздобљима градње око 5000–7000 особа) увелико овиси о одабраној инвестицији јер постоје елементарне разлике због њихових техничких решења која су везана за потребе радне снаге прије саме изградње.

За смештај судионика у градњи има више могућих решења у Пакшу, односно околним насељима. Уколико се за раднике граде нови стамбени објекти, тада се они након завршетка радова могу дати на продају локалном становништву, или се могу искористити за смештај запосленика. Постоје могућности куповине или унајмљивања постојећих станова или кућа, али и за изградњу привремених радничких насеља у близини радилишта или у оближњим насељима. Предност овог решења је то што се након ослобађања од привремено ангажиране радне снаге, привремни стамбени контејнери могу поново користити и преселити на другу локацију [32], [33].

### Средства и радни стројеви

За време градње потребно је рачунати да ће одједном требати више радних стројева и то различитих врста, односно потребно је рачунати са кретањем великог броја теретних возила за обављање транспорта унутар локације. Према подацима [30] који су добијени од добављача блокова типа APR1400, за време градње постоји потреба за ангажирањем следећих стројева и возила:

### 1. Тешке дизалице (главни грађевински радни строј)

За монтажу великих и тешких главних делова нуклеарног постројења (спремник реактора  $\approx 530$  t, генератор паре  $\approx 775$  t) неопходно је користити тешке дизалице. За градњу 3. и 4. блока нуклеарке Шин-Кори, што може да буде референца за блок типа APR1400, за подизање главних делова кориштена је једна тешка дизалица од 1350 t.

### 2. Остали радни стројеви, опрема

- У припремним радовима (припрема терена, израда темеља и сл.) користе се: реморкери, шлепови, приколице (100 t), багери (0,2; 1 и  $8 \text{ m}^3$ ), булдожери, компактори са гуменим точковима, вибрациони ваљци, стројеви за бушење тла, торањска дизалица (50 t), хидраулична дизалица, дизалица на гусеницама (200 t), утоваривачи песка, демпери (15 и 25 t), дозери (32 t), аутомешалице за бетон, камиони, компресори.
- За време грађевинских радова користе се: торањске дизалице (5, 10–12 и 20 t), аутодизалице (90, 200 и 300 t), дизалице за бетон (35 и 50 t), хидрауличне дизалице (35 и 50 t), дизалице на гусеницама (100 и 150 t), камиони-пумпе ( $80 \text{ m}^3/\text{сат}$ ), бетонске пумпе, чистачи путева, приколице (25 t), аутоцистерне за воду (6000 l), камиони са платоима (25 t), ваздушни компресори (100 и  $210 \text{ m}^3/\text{мин}$ ), трактори (10 t), виљушкари (5–10 t).
- Код монтаже машинских постројења и осталих монтажних радова (нпр. уградње цевовода, електричне опреме) користе се: главна грађевинска дизалица (1350 t), хидрауличне дизалице (30, 50, 100, 150, 300 и 400 t), виљушкари (7,5 и 10 t), аутодизалице (140 и 300 t), приколице, електричне дизалице (2 t), дизелгенератори.

Због сличности потребних грађевинских радова и процеса градње, односно појединих фаза радова, и код градње других типова блокова у обзир долази кориштење горе наведених или сличних средстава и радних стројева (углавном земљани радни стројеви, подизачи и утоваривачи, транспортна возила, дизалице итд.). Број радних стројева, њихови параметри и типови могу да одступају код појединих варијанти типова блока, а тачније дефинисање одвија се у каснијој фази пројектирања, када се узимају у обзир и специфичне карактеристике локације.

На градилишту истовремено ради више радних стројева и транспортних средстава. Код одређивања утицаја (ефеката) у обзир смо их узели 50, а касније, како радови буду одмицали, очекује се значајније смањивање овог броја.

### Специјалне фазе рада (темељење, уклањање воде)

Темељи нуклеарних блокова који су сада у погону израђени су темељењем у равни и имају повезану монолитну темељну плочу на дубини од 6,5 м. Стројарнице леже на тракастим темељним зидовима. Дубина темељне равни налази се на 7,0 м. Темелење турбинских постројења решено је или монолитном темељном плочом (темељењем у равни) или дубинским темељењем (са пилот ступовима Франки дугим 6–7 м) чија је дубина темељења на 7,5 м. Зграде са мањим оптерећењем, објекти (дизел-генераторске станице, помоћне зграде, расхладне стројарнице, компресорске станице, прометни и технолошки мостови) израђени су темељењем у равни, са монолитном темељном плочом, а дубина темеља кретала се између 3 и 7 м. Максимално оптерећење тла испод главних зграда износи  $700 \text{ kN/m}^2$  ( $= 0,7 \text{ МПа}$ ), док испод објеката с мањим оптерећењем износи  $250\text{--}450 \text{ kN/m}^2$  ( $0,25\text{--}0,45 \text{ МПа}$ ).

Код израде темеља за планирану инвестицију, усред сличних геотехничких односа, у обзир долазе и слични начини темељења. Радови на изради темеља реакторских блокова, неовисно

од типа блока, подразумевају ископање и претовар више стотина хиљада м<sup>3</sup> тла за сваки поједини блок.

Тачна места и димензије јама за темеље још нису познати. Оптерећење будућих зграда за турбинска постројења вероватно ће бити већа од оних које су сада у погону, па ће се стога њихово темељење решити дубинским темељима.

Ако је ниво подземних вода виши од доње равни темеља тада је потребно уклањање воде из темељних јама. Ископавање темељних јама ће се вероватно до око –7 м моћи обавити без снижавања нивоа подземних вода, али ће већ код даљег продубљивања темељних јама бити потребно снизити ниво подземних вода. За снижавање нивоа подземних вода најделотворнији начин може бити решење са вакуумским бунарима. Ово решење је кориштено и приликом изградње садашња четири блока реактора, када су за уклањање воде из темељних јама око њих избушена два реда бунара са дубинама на –6,8 м и –9,0. Максимална дубина темељне јаме на северној страни градилишта износила је 12,1 м.

Радове на уклањању воде практично и економично је обављати у раздобљу када домирају ниски водостаји подземних вода. Количина воде која мора да се уклони овиси о водостају подземних вода и водостају Дунава у време израде темеља. Квалитета воде настале уклањањем захтева континуирану контролу, а након таложења муља и уклањања уља извађена вода се може вратити у Дунав.

### 2.5.2. Начин и волумен довоза и одвоза везаног за изградњу

За довожење грађевног материјала, односно за одвожење ископане земље и отпада могу се користити цестовни, железнички и водени путеви. За цестовни транспорт прикладна је главна прометница бр. 6 и аутопут М6. Са аутопута до градилишта тренутачно може да се дође само преко насеља Пакш. Према информацијама добивеним од Наручитеља [32] може се претпоставити да ће се за приступ према градилишту одредити приступни правац који не пролази кроз град Пакш непосредно иза излаза Пакш-Југ <Paks-Dél> са аутопута М6.

Превоз радника цестовним путем може да се реши првенствено аутобусним превозом из Пакша, односно околних насеља. Бројно стање радника овисно до типа блока и одређене фазе градње може да се креће од 800 до 7000 особа. Претпостављајући да омјер особа које долазе аутобусом и оних које долазе личним аутомобилима износи 80% напрема 20%, дневно може да се очекује долазак 16–140 аутобуса и 80–700 аутомобила.

Рок трајања радова на изградњи биће пуно дужи него код других обичних инвестиција (5–6 година). У том периоду потребно је рачунати на значајан довоз и одвоз (земље, бетона, технолошке опреме, итд.).

Количина манипулисане земље, према подацима добијеним од добављача [27], за изградњу два блока типа MIR.1200 износи 4–6 милиона м<sup>3</sup>, а за изградњу два блока типа APR1400 скоро 3 милиона м<sup>3</sup> [30]. Добављач блокова EPR [29] у зависности од услова локације навео је за градњу једног блока манипулацију од више стотина хиљада м<sup>3</sup> земље. Димензије зграда и изградња, односно величина заузете површине код појединих верзија блокова се разликују па се тако и количина земље која мора да се ископа приликом градње блокова AP1000 и АТМЕА1, узимајући у обзир количине које су дали други добављачи, вероватно креће у распону од више стотина хиљада до 4–6 милиона м<sup>3</sup>, у случају да се граде два блока.

Транспорт може да омета јужне рубне делове града Пакша, односно подручја уз главну прометницу бр. 6, и евентуално западни руб Дунасентђерђа или насеље Чампа. Како би се ометање svelo на минимум најбоље је да се већина материјала за градњу превози воденим путем. Транспорт железницом је повољнији од цестовног, железнички колосеци постоје, али врло је вероватно да ће требати реконструисати трасе на линији Дунафелдвар–Пакш.

Озбиљно треба размислити о томе да се највећи део транспорта преусмери на водени пут, посебно зато што је већ и сада због великих димензија модула грађевинских конструкција транспорт могућ само на тај начин.

Уколико се целокупни транспорт одвија цестовним путем, полазећи од количине потребног материјала, процењена просечна количина саобраћаја који припада транспорту материјала износи око 80 тешких теретних возила, односно у вршним раздобљима градње око 130 тешких теретних возила на дан. Транспорт материјала се одвија 12 сати на дан.

## 2.6. Планирани објекти, постројења и мере за заштиту животне средине

У садашњој фази припреме изградње нових блокова нуклеарне електране још не можемо говорити о конкретним, већ пројектованим објектима, односно мерама које би служиле и за испуњење циљева заштите животне средине. Међутим, на основу искустава у раду постојеће нуклеарне електране, могу се именовати многи објекти и мере које ће бити основни услови и приликом изградње нових блокова. Овакве мере морају да обухваћају сва раздобља градње и рада нуклеарне електране, као и раздобље њеног престанка рада.

Нуклеарна електрана код нормалног рада нема традиционално (нерадиоактивно) зрачење које би оптерећивало квалитет ваздуха. На онечишћење ваздуха може се рачунати само због транспорта терета и људи, те вероватно и због пробног рада дизел-генератора, односно њиховог евентуалног рада у случају нужде. У интересу смањења загађења препоручује се употреба најмодернијих модела возила и осталих постројења, како у раздобљу градње тако и у раздобљу рада електране. У превозу особа на локацију нове електране приликом градње и након почетка њеног рада, предност треба дати јавном превозу увођењем одговарајућих аутобусних линија са прилагођеним возним редом.

Изградња и касније рад електране ствара потребу за значајнијим додатним количинама питке воде. Са гледишта капацитета постојећих водоцрпилишта вероватно ће се моћи осигурати потребна додатна количина воде. Истовремено ће заштитно подручје водоцрпилишта да се прошири повећањем потреба за водом. Поновно одређивање заштитног хидрогеолошког појаса нужно је у интересу заштите водоцрпилишта.

Приликом избора технолошких решења приоритет треба дати онима која штедљиво троше воду и која могу да раде са рециклираном водом. На новој локацији сакупљање, и по потреби обраду и одвођење падавинских вода треба тако решити да оне не проузрокују онечишћење нити надземних нити подземних вода.

Код изградње и рада нових блокова мора се рачунати и на настајање отпадних вода. На највећу количину комуналних отпадних вода треба рачунати у раздобљу градње. За прочишћавање комуналних отпадних вода у том раздобљу постојећи прочистач електране неће бити довољан, па ће зато вероватно требати изградити нови модерни погон за прочишћавање. Дунав може бити приматељ воде из новог погона. У интересу очувања добре квалитете воде према Оквирној директиви за воду Дунава <Víz Keretirányelv (VKI)> препоручује се изградња намодернијег постројенја.

У планираном постројенју поред отпадних комуналних вода треба рачунати и на индустријске отпадне воде. Код њих треба решити припрему (чишћење) јер се према законским прописима у приматеља може пуштати само припремљена (прочишћена) вода.

Код изградње блокова ће вероватно бити потребно искapanje значајне количина земље. На планираној локацији вероватно један део те количине неће бити чиста земља, већ меšana земља, односно шут, инертни отпад. По закону се мора обезбедити одговарајуће руковање и одлагање таквог материјала. Поред овога, уз специјални гломазни отпад који настаје за време изградње, у раздобљу и градње и

rada dolazi do stvaranja komunalnog i industrijskog otpada koji može da bude i opasan i neopasan. Manipulacija, neutralizacija i odlaganje ovakvog otpada mora da se provodi u skladu sa zakonskim propisima. To znači da će i na novoj lokaciji trebati izgraditi prostor za odlaganje i rukovanje otpadom, odnosno industrijske deponije. Sakupljanje mora da se provodi selektivno.

Posebna pažnja treba da se posveti recikliranju nastalog otpada, u svrhu smanjenja njegove količine kako bi minimalna količina otpada išla na deponiranje. Zbog toga se, već kod izbora tehnologija, a zatim i kod odabira materijala koji će se upotrebiti, treba nastojati naći tehnologije siromašne otpadom i materijale koji se mogu reciklirati.

Neizostavno treba na novoj lokaciji izgraditi parkove, ne samo zbog uklapanja u okolinu, već i u interesu povećanja zadovoljstva tamošnjih radnika. Pored toga, predlaže se i sadnja zaštitne šume na granicama nove lokacije.

Zbog dimenzija planiranih građevina, one se neće moći potpuno uklopiti u okolinu. Ali se zgrade mogu arhitektonskim rešenjima (vođenjem linija, bojadisanjem i sl.) učiniti harmoničnijim i manje upadljivim.

Radiološke i tradicionalne uticaje nove građevine na životnu sredinu u razdoblju rada treba pratiti izgradnjom i radom jednog sistema monitoringa za kontrolu zračenja i životne sredine. Sistem za kontrolu životne sredine kontinuirano treba da daje podatke o promenama stanja životne sredine koje su vezane za rad novih blokova elektrane. To pruža mogućnost provere pouzdanosti izgrađenih modela životne sredine, odnosno prognoza, i u slučaju da se zabeleže eventualni negativni efekti i nepovoljne promene osigurava mogućnost za brzu intervenciju sa ciljem uklanjanja nepovoljnih procesa, pa čak i za prevenciju.

## **2.7. Неизвесна тачност приказаних података**

U trenutnoj fazi provedbe izgradnje novih blokova nuklearne elektrane još nisu na raspolaganju izvedbeni građevinski projekti, a nije još izvršen ni odabir konkretnog tipa bloka koji će da se gradi, niti je odabran dobavljač za jedan tip od pet potencijalnih tipova bloka predstavljenih pod *Tačkom 2.4.1.* U ovoj prethodnoj konsultacijskoj dokumentaciji prikazana rešenja i podaci sastavljeni su u principu na temelju prethodnih informacija dobijenih od proizvođača/dobavljača, odnosno iz njihovih publikacija, te na osnovu referentnih podataka sličnih blokova koji su već izgrađeni ili koji se tek grade.

Kako bude napredovalo projektovanje i nakon što budu poznati rezultati tendera za dobavljača, u sledećoj fazi postupka za dobijanje dozvole za zaštitu životne sredine, ovde predstavljeni podaci će se tačnije definisati. Većina podataka vezanih za tehnologiju, odnosno ranije procenjeni podaci o opterećenju i uticaju na životnu sredinu trebaće da se modifikuju samo u manjoj meri.

### 3. Приказ утицаја на околину

Основни циљ испитивања утицаја на околину јесте да се унапред изврши процена промена које настају у појединим елементима/системима околине услед планиране делатности те оцена тих промена на темељу њиховог дејства на оне на које коначно утичу. Код испитивања утицаја најважније је да се до краја прати логички ланац фактор деловања → непосредни утицаји → посредни утицаји, односно ланац процеси деловања → непосредно и посредно погођени утицајем → крајњи погођени утицајем. За извршење процене утицаја прво треба да се одреде фактори деловања планиране делатности и потенцијални процеси деловања који од њих потичу. Потенцијалним процесима називају се зато што се у овој фази узимају у обзир сви замисливи процеси деловања који могу да се јаве током обављања делатности. У каснијим фазама, познавајући карактеристике лица места, може се концентрисати само на процесе који се заиста појављују.

Код испитивања утицаја на инвестиције, за одређивање потенцијалних процеса утицаја може се израдити дијаграм тока утицаја. Дијаграми тока утицаја су принципијалне природе, а то значи да се процесе утицаја може израчунати на основу познавања планова. Структура дијаграма тока утицаја који се односе на фазу грађења нових блокова (*Слика М-5 у Прилогу*) је уобичајена, дакле прва колона означава дотични елемент или систем околине. У другој колони су редни бројеви, а фактори утицаја који могу да се очекују током планиране делатности су у трећој колони. Дати фактор деловања увек се појављује код оног елемента околине на којег делује непосредно, без преноса. Један фактор деловања може да делује одједном и на више елемената околине, али на другачији начин, па зато треба да се наведе код свих елемената околине на које утиче. Очекивани непосредни утицаји се налазе у четвртој колони, а посредни утицаји у петој. Стрелице означавају кретање утицаја према крајњим елементима погођеним утицајем. Кретање може да се одвија кроз безброј фаза, углавном са стално опадајућим фактором утицаја, а ретко са јачајућим. Обично је током кретања интензитет утицаја све слабији. Крајњи елемент погођен утицајем обично је екосистем и/или човек. Он се на слици појављује посебно и истакнуто у последњој колони јер утицаји на околину, односно промене настале у елементима/системима околине, у свом темељу могу да се разумеју и да се оцењују са аспекта човека.

Најважнији фактори утицаја успостављања новог блока електране и грађевинских радова који су од пресудног значаја за околину су следећи:

- грађевински радови (прашина, издувни гасови транспортних и грађевинских машина, оптерећење буком и вибрацијама, ометање, појављивање одређеног броја људи који су на градилишту),
- транспорт радника и грађевинских материјала на градилиште (прашина, издувни гасови транспортних и грађевинских машина, оптерећење буком и вибрацијама, погоршање стања путева),
- трајно и привремено заузимање површине, грађење релативно великих размера (утицај урбанизације, промена структуре тла, промена количине подземних вода),
- успостављање и експлоатација налазишта сировина,
- настајање отпада за време грађевинских радова (комунални отпад, опасни и безопасни индустријски отпад),
- настајање канализацијских и отпадних вода,
- појављивање нових грађевина у кругу електране и њеној околини.

Начин одређивања процеса утицаја који могу да се повежу са радом планираних нових блокова једнак је оном описаном у делу који се односи на фазу успостављања. Прво се установе фактори утицаја, а кренувши од њих одређују се потенцијални процеси утицаја и саставља дијаграм тока утицаја. У пресудне факторе утицаја током рада спада следеће:

- ослобађање радиоактивности током рада (ваздух, вода),
- ослобађање топлоте у Дунав (промена микроклиме),
- саобраћај путничких аутомобила и камиона (загађење ваздуха, оптерећење буком и вибрацијама, ометање),
- настајање радиоактивног и класичног отпада,
- узимање воде (социјална потреба за водом),
- настајање отпадних вода, загађење воде код хаварије (промена квалитета акцептора),
- постојање изграђених и затворених површина (квантитативна и квалитативна промена надземних и подземних вода),
- постојање електране (видик, промена структуре околине, утицај урбанизације).

Дијаграм тока који сажима процесе утицаја рада нуклеарне електране на околину (*Слика М-6 у Прилогу*) скицира најважније факторе утицаја који могу да се повежу са постојањем електране и њеним радом, евентуалне хаварије које могу да се догоде, њихове непосредне и посредне утицаје, и процену на који начин они могу да доспеју до крајње погођене стране, до човека.

Стање пре успостављања нових блокова нуклеарне електране служи као базни податак код прогнозе очекиваних утицаја на околину. Приликом испитивања утицаја и код прогнозе промена стања треба да се узме у обзир цео радни век електране што може да се реализује приказом тенденција. Код поређења рада нових блокова треба да се узме у обзир и вишак оптерећења који је повезан са радом постојеће електране, као и тренутно стање. Према могућностима треба да се види на који начин нуклеарна постројења која већ раде утичу на промену основног стања.

Ова глава креће са општим приказом географске околине у којем се описују границе географских области, и најновије карактеристике којима располажемо о околини у којој ће доћи до градње. Затим – у раздеоби према елементима/системима околине – представљамо очекиване утицаје на околину услед градње нових блокова, њиховог рада, заједничког рада постојећих и нових блокова (процеси утицаја могу да се виде на *Слици М-7 Прилога*), и надаље могуће проблеме у раду и несреће, при чему су раздвојени радиолошки и традиционални утицаји.

### 3.1. Уопштен приказ географске околине

Околина у промеру од око 30 км од места где се налази постојећа нуклеарна електрана и где би требали да буду и нови блокови нуклеарне електране припада макрорегији Алфелд <равница>, а унутар ње су у првом реду део мезорегија Подунавска низија и Мезофелд. Унутар Подунавске низије налазе се микрорегије Шолтска равница, Калоча-Шаркез и Толна-Шаркез, а унутар мезорегије Мезофелд Средњи и Јужни Мезофелд и микрорегија Долина Шарвиз. Град Пакш налази се у северном делу микрорегије Јужни Мезофелд. Микрорегије са највећом површином у којима може да се очекује утицај су следеће [34]:

- Калоча-Шаркез (смештена је на подручју жупанија Бач-Кишкун и Толна са површином од 992 km<sup>2</sup>, равница на нивоу поплавног територија са надморском висином између 89,4 и 125,6 метара. Њен северни део је високи поплавни териториј, а јужни део ниски поплавни териториј. Висока поплавна површина највише је у североисточном делу испрекидана сланим терасама, а њен средњи део је испрекидан мртвим коритима и нископоплавним терасама. Најнижи део микрорегије је дугачко тресетно подручје уздуж Црвене мочваре, у непосредној близини високе обале Кецел-Баја. На десној обали Дунава је високи поплавни териториј који је делимично покривен живим песком (мадочанска тераса) који се попут широког, овалног земљаног језичка издиже изнад своје околине.)



- Толна-Шаркез (налази се на подручју жупанија Толна и Бач-Кишкун са површином од 680 км<sup>2</sup>, равница на нивоу поплавног територија са надморском висином између 88,1–162 метара. На територију постоји опасност од подземних вода. До регулације тока реке су мочварна подручја повремено прекривена водом заузимају велике површине, њихов остатак је шума Геменц. Њен северни део је повезани ниски поплавни териториј, а јужни део је ниски поплавни териториј на којима могу да се пронађу терасаста острва, односно на западном рубу су купе наноса које стварају потоци који долазе из смера брда Толне и Барање.)
- Јужни Мезофелд (налази се на подручју жупанија Фејер и Толна са површином 503 км<sup>2</sup>, низина са купастим наносима прекривеним живим песком и лесом, са надморском висином између 90–213 метара. Од своје околине се издваја оштром орографском<sup>8</sup> границом према западу и према истоку. На подручју микрорегије могу да се издвоје два орографска нивоа, један је разведена равница просечне надморске висине између 180 и 200 м, овај тип је прстенасто окружен површином живог песка мало разведене равнице просечне надморске висине од 150 до 160 м. Површину до половине прекрива живи песак у различитим пејзажним облицима.)
- Долина Шарвиз (налази се на подручју жупанија Фејер и Толна са површином 344 км<sup>2</sup>, терасаста речна низија са надморском висином од 89 до 161 м. На површини могу да се издвоје три карактеристична висинска нивоа. Долина Шарвиз је настала ерозионо-акумулационим начином, па је и настајање облика на површини везано уз то. Слику пејзажа украшавају облици живог песка високих поплавних територија и богатство ерозионо-дериационих облика леса који прекривају терасу.)

## 3.2. Карактеризација радиоактивности околине

### 3.2.1. Приказ основног стања

Неизоставни услов рада нуклеарне електране је стална контрола стања околине. За базни податак код прогнозе утицаја на околину планираних нових блокова може се узети стање пре успостављања нових блокова нуклеарне електране, а за његово одређивање су на располагању подаци мерења из прошлих десет година (2001–2010.) и годишњи извештаји под насловом «Делатност заштите од радијације у Нуклеарној електрани Пакш» који садрже сажетке тих података [35]. Поред еквивалентне дозе радијације околине испитивали смо и активност различитих средина у околини.

Код описа стања околине настојали смо да одредимо колико на основно стање утичу нуклеарна постројења која већ раде у близини планираних нових постројења. За оцену тога искористили смо широки спектар испитивања ради процене еквивалентне дозе радијације околине и концентрације радиоактивних изотопа у различитим материјама – тзв. основног нивоа – која су проведена пре пуштања у погон првог блока нуклеарне електране у Пакшу. Резултате смо ради лакшег оцењивања упоредили и са подацима Државног система за заштиту од радијације околине (OKSER-DSZRO) [36].

У много случајева су упркос мерним уређајима високе осетљивости и методама кориштених током мерења добијени резултати испод границе приказивања. Код вредности испод границе приказивања је уписивана граница уписивања и обрада је направљена с том вредношћу.

Дисперзија појединачних мерења је обично испод 10%, али узрок значајно веће несигурности од овога је узорковање у случају када се узорци узимају из материја са значајном нехомогенизованошћу. Код израчунавања просека нисмо рачунали дисперзију, јер

<sup>8</sup> Орографија: географија планина, грана географије која описује облике на површини Земље.

вредности од којих треба да се добије просек не могу у сваком случају да се сматрају нормалном расподелом [35], па смо истовремено дали и минималне и максималне вредности.

### 3.2.1.1. Ансорбована доза радијације околине

Основни ниво еквивалентне дозе радијације околине<sup>9</sup> одредили смо према подацима измеренима на аутоматским мерним станицама између 2011. и 2010. године. Мерења су вршена пасивним (ALNOR, односно PoGTL термолуминисцентни системи мерења дозе) и активним (мерна сонда типа БИТТ RS03/232) дозиметрима.

Према мерењима вршеним пасивним дозиметрима просечна еквивалентна доза околине је 76 nSv/h. За време десетогодишњег раздобља на месечном нивоу је најмања измерена доза била 46 nSv/h, а највећа 118 nSv/h [35]. Резултати мерења са сондом типа БИТТ показују добру подударност са подацима из дозиметара типа TL: просечна еквивалентна доза околине је 77 nSv/h, минимум измерен унутар једног месеца је 58 nSv/h, а максимум је 109 nSv/h. Резултати су у хармонији са подацима на државном нивоу и са вредношћу од 67±8 nGy/h [37] измереном између 1980. и 1982. године на 23 станице у кругу од 30 км од електране. Промене вредности могу да се објасне типовима тла, количином природних радиоактивних изотопа који се налазе у тлу те са променама времена.

### 3.2.1.2. Резултати гама-спектрометарских мерења ин-ситу

Гама-спектрометарска испитивања на лицу места (ин-ситу) извршена су преносивим полупроводничким детекторским мерним уређајем у близини аутоматских мерних станица и станица за узимање узорака. Према мерењима карактеристичним за горње слојеве тла може се рећи да у спектрима поред природних радиоактивних изотопа (<sup>40</sup>K, односно елементи уранијумовог реда и торијумовог реда) може добро да се измери и <sup>137</sup>Cs пореклом из атмосферских атомских експлозија, односно из Чернобиља. Резултати мерења у прошлих 10 година (просечна вредност, минимум и максимум) видљиви су из *Таблице 3.2.1.2-1.* [35].

**Таблица 3.2.1.2-1.: Радиоактивна концентрација горњих слојева тла у околини станица типа „А” на темељу гама-спектрометарских мерења на лицу места између 2001. и 2010. [35]**

| Концентрација активности на темељу гама-спектрометарских мерења на лицу места | Просек (мин-макс) [Bq/kg] |
|---|---------------------------|
| <sup>40</sup> K   | 240 (182–348)             |
| <sup>137</sup> Cs   | 3,7 (0,49–13,3)           |
| U-ред   | 17,7 (8,0–31,0)           |
| Th-ред  | 14,9 (8,4–26,6)           |

### 3.2.1.3. Концентрација активности атмосфере

<sup>9</sup> Код мерења радијације околине ознака значи збир гама-радијације из околине и космичке радијације. У студији смо преузели израз гама-радијација који се користи у изворним радовима, али наглашавамо да то укључује и космичку радијацију. Пошто је она у суштини стална вредност, код упоређивања не игра никакву улогу.

За карактеризацију атмосферске радиоактивности испитиваног подручја годишње се анализира око 500 узорака, а граница приказа метода за поједине изотопе је између  $10^{-5}$  и  $10^{-6}$  Bq/m<sup>3</sup>. На основу резултата аеросола велике запремине и *fall-out* узорака може се рећи да је концентрација активности појединих изотопа достигла границу приказа у мање од 1% узорака. Резултати су слични онима на државном нивоу [36], [38], и може да се претпостави да су мерени изотопи пореклом настали на глобалном нивоу.

Концентрација активности <sup>14</sup>C у ваздуху утврђује се у месечним интервалима, а просечна вредност је 43 mBq/m<sup>3</sup>.

#### 3.2.1.4. Радиоактивност узорака тла и траве

Између 2001. и 2010. године редовно су узимани узорци тла и траве. У узорцима је испитиван садржај <sup>7</sup>Be, <sup>40</sup>K, <sup>60</sup>Co, <sup>110m</sup>Ag, <sup>134</sup>Cs, <sup>137</sup>Cs, активност торијумовог и уранијумог реда је одређен гама-спетрометарским испитивањима, а поред тога је у узорцима је испитиван и садржај <sup>90</sup>Sr. Подаци показују ниске концентрације активности које су уобичајено карактеристичне за песковита тла, и добро се подударују са државним просеком [36] и вредношћу основног нивоа мереног осамдесетих година [39].

#### 3.2.1.5. Концентрација радиоактивних изотопа у површинским водама

У околини активних блокова нуклеарне електране редовно се врши узорковање воде. Циљ испитивања је у првом реду праћење радиоактивних изотопа који у околину доспевају услед рада блокова и утврђивање оптерећења, али резултати мерења могу да се користе и за процену стања околине. Концентрација активности укупне бета-радијације у узорцима воде се кретала између 0,06–0,55 Bq/dm<sup>3</sup>. Мерене концентрације активности су у основи природног порекла (отприлике пола мерене активности потиче од изотопа <sup>40</sup>K). Вештачки изотопи били су присутни само неколико пута и у малој концентрацији активности (<sup>137</sup>Cs и <sup>60</sup>Co, 10–20 mBq/dm<sup>3</sup>). Резултати су унутар граница концентрације активности укупне бета-радијације за природне површинске воде и граница вредности основног нивоа мереног почетком 1980-тих година. [39]

Концентрација активности трицијума у 70 узорака воде који се годишње узима на месту погона и у његовој околини била је, изузевши неколико случајева, у појединим годинама испод 3,5–10 Bq/dm<sup>3</sup>, а вредности које су прелазиле ту границу су биле унутар појаса 15–22 Bq/dm<sup>3</sup>. Мерене вредности су највише двострука до трострука концентрација активности трицијума у природним површинским водама [36], и мало су испод вредности измерене приликом процене осноног нивоа за Пакш.

#### 3.2.1.6. Активност узорака муља у површинским прикупљалиштима воде

Узимање узорака муља из корита површинских вода (Дунав, риболовно језеро и узгојилиште рибе млађи) је било редовно. У готово свим узорцима муља узетих из Дунава уз природне радионуклиде били су присутни и изотопи <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr. У узорцима муља рибењака измерена је мала количина <sup>137</sup>Cs за коју може да се претпостави да је пореклом из Чернобиља. Просечна концентрација активности <sup>90</sup>Sr у узорцима муља била је 0,3–0,5 Bq/kg, што је унутар појаса основног нивоа. Неколико пута је на једној мерној тачки на Дунаву измерена вредност изотопа <sup>131</sup>I вештачког порекла близу границе приказа, па је зато рађено додатно узимање и анализа узорака. Детаљним испитивањем је закључено да се ради о загађењу Дунава. Измерени вештачки радионуклиди не могу да се повежу са радом нуклеарне електране, они са дугачким временом полураспада су пореклом из Чернобиља, а за <sup>131</sup>I са кратким временом полураспада може се претпоставити да потичу од медицинских терапија.

### **3.2.1.7. Концентрација радиоактивних изотопа у узорцима риба**

Из рибњака који се налазе у близини нуклеарне електране сваких се четврт године узимају узорци риба. У временском периоду од 2001. до 2010. године ни у једном узорку није било мерљиве количине радиоактивног изотопа вештачког порекла (граница приказа: 0,5 Bq/kg), што је у складу са чињеницом да ни вода рибњака ни њихов муљ не садржи вештачке радиоактивне изотопе. У рибама уловљеним на деоници Дунава након нуклеарне електране измерене концентрације вештачких радионуклида су врло мале, у већини узорака су испод границе праказа. У мерењима између 2005. и 2010. године највећа концентрација активности  $^{137}\text{Cs}$  је била 1,3 Bq/kg, а највећа концентрација активности  $^{90}\text{Sr}$  је била 0,99 Bq/kg. Активност укупне бета-радијације је око 50–60 Bq/kg, а значајни део тога је пореклом из изотопа  $^{40}\text{K}$ . [36]

### **3.2.1.8. Активности подземних вода**

Стање подземних вода које се налазе на подручју и у околини нуклеарне електране може се закључити с једне стране из узорака узетих пре градње нуклеарне електране, а с друге стране из испитивања узорака контролних бунара успостављених изразито са наменом праћења подземних вода. Иако се на месту погона нуклеарне електране – у првом реду у подземним водама испод и око главне зграде и помоћних зграда – од средине 1980-тих година може измерити трицијум технолошког порекла, његово деловање може да се осети само на малом подручју, а његово деловање на место новог погона може да се занемари ([40] [41]). Као резултат поправака обављених до 1998. године у бунарима подземних вода уочено је знатно смањење концентрације трицијума. На основу свега тога може да се закључи да је у подземне воде престало доспевање воде технолошког порекла загађене трицијумом. У случају неколико бунара концентрација активности  $^{14}\text{C}$  прелази вредност позадинског зрачења, што указује на порекло из електране, али то значи оптерећење околине које је знатно мање и од оног са трицијумом.

### **3.2.1.9. Концентрација радиоактивних честица у узорцима млека**

Узорци млека купују се наизменично на фармама крава у Дунасентђерђу и Герјену које се налазе близу електране у јужном смеру, и испитују се полупроводним детекторским гамаспектрометрима. У узорцима се применом границе приказа од 0,5 Bq/dm<sup>3</sup> не могу наћи радиоизотопи пореклом ни из Чернобиља ни из нуклеарне електране.  $^{110\text{m}}\text{Ag}$  и  $^{137}\text{Cs}$  је у сваком случају био испод границе приказа, концентрација  $^{40}\text{K}$  варира између 40 Bq/dm<sup>3</sup> и 60 Bq/dm<sup>3</sup>, а просечно износи 51,1 Bq/dm<sup>3</sup>, што је у складу са вредностима на државном нивоу.

### **3.2.1.10. Радиолошка контрола околине**

На темељу Уредбе Министарства заштите околине бр. 15/2001 (од 6.6.) о радиоактивним испуштањима у ваздух и воду приликом кориштења атомске енергије и њиховој контроли, нуклеарна електрана у Пакшу треба да контролише повезаност нивоа радиоактивности околине са испуштањима из електране како у ваздух, тако и у воду. Систем мора да осигура податке одговарајуће количине и поузданости за свако погонско стање нуклеарне електране за процену утицаја на околину, односно за доношење потребних мера за дати случај. Главна подручја контроле су:

- мерење испуштања у ваздух и у воду у вентилационим димњацима, односно у резервоарима за скупљање воде те у одводним каналима,
- мерење хидролошких карактеристика Дунава,
- мерење концентрације радиоактивности ваздуха, падавина, тла, подземних вода и природног биљног прекривача (трава) у околини,
- мерење активности различитих узорака (вода, муљ, риба) површинских вода (Дунав и рибњаци) и канала за сакупљање кишнице,
- мерење концентрације активности узорака појединих намирница (млеко),
- мерење апсолутне дозе и еквивалентне дозе гама-зрачења околине.

Контрола има два нивоа, делимично се врши системима аутоматских станица, а делимично узимањем узорака и њиховом лабораторијском анализом, током које се годишње врши анализа око 4000 узорака. Систем аутоматских мерних станица даје онлајн податке, обично са мерењем целокупног зрачења.

Задатак мерних станица је да потврди да се у нормалном погону из електране не испушта у ваздух значајнија количина радионуклида. У случају погонског квара њихов најважнији задатак је да континуисано дају податке о најважнијим деловима зрачења околине, ако се испуштање не одвија преко димњака. Ове информације морају да буду прикладне како би се на њима темељиле мере које треба да се донесу за заштиту становништва које живи у околини.

- У полумјеру од 1-1,5 км око електране успостављено је 9 станица за мерење и узимање узорака типа „А” са следећим главним функцијама:
  - мерење еквивалентне дозе гама-зрачења,
  - мерење концентрације активности укупног бета-зрачења аеросола,
  - мерење елементарне или елементарне и органске фазе радиоактивног јода,
  - узимање узорака аеросола и јода за лабораторијска мерења.
- Контролна станица (Б24) која по свом типу потпуно одговара типу „А” функционише у Дунафелдвару.
- За боље покривање подручја између станица типа „А” стационисано је даљих 11 станица типа „Г” за мерење еквивалентне дозе гама-зрачења.

Податке аутоматских детектора допуњују лабораторијске анализе узорака узетих на местима испуштања те у различитим тачкама околине – на станицама за контролу околине и на другим местима. Ова испитивања су врло осетљива, и могу да се примене на све радионуклиде.

На станицама типа „А” узимају се и узорци аеросола и јода, *fall-out*-а, тла и траве са циљем специфичних лабораторијских испитивања нуклида високе осетљивости. На пет станица се узимају и узорци ваздуха, трицијума (у облику водоник-гаса (НТ) и водене паре (НТО)), CO<sub>2</sub> и C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>. Врши се специфично испитивање нуклида у узорцима воде, муља и рибе из површинских вода око електране (Дунав, рибњаци, појасни канал). За контролу радиоактивног загађења подземних вода од бунара на погонском подручју у њих 40 се врши мерење <sup>3</sup>H, а из 20 бунара се уз помоћ аутоматских узимача узорака одређују нуклиди са гама-зрачењем и изотоп <sup>14</sup>C, који се везују на стубовима јоноизмењивача.

Паралелно са мерењима нуклеарне електране врше се и мерења у склопу Државног система за контролу заштите од радијације околине <Hatóság Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer (HAKSER)>, којим управљају надзорна тела власти и радиолошке лабораторије са овластима контроле заштите од радијације околине где се годишње изврши анализа 2000-3000 узорака. У склопу контроле коју врше органи власти се уз контролу испуштања у ваздух и воду обављају и лабораторијске анализе узимањем узорака, а током чега се анализирају узорци дунавске воде и муља, тла, биљака и млека.

### 3.2.2. Радиолошки утицаји погона нових блокова

Услед погона нових блокова нуклеарне електране, оптерећење зрачењем становништва може да има три извора:

- непосредно зрачење из постројења и расуто вањско зрачење,
- испуштања у ваздух (вањско оптерећење зрачењем, унутрашње оптерећење зрачењем због удисања, загађење тла, утицаји копнених ланаца прехране),
- течна испуштања (пијаћа вода, потрошња рибе, кориштење дунавске околине).

Критична група становништва (односна група)<sup>10</sup> око постројења је група која је због свог смештаја, старосне структуре, прехране или других карактеристика (нпр. начина живота) изложена највећем оптерећењу зрачења. За њено одређивање су се користиле метеоролошке, хидрографске и демографске карактеристике и карактеристике пољопривредне производње, прехране и начина живота које вреде за околину погона. Оваква група може да буде и хипотетска у смислу да се специфичне карактеристике различитих група повежу како би се дошло до конзервативних претпоставки. Прорачуни су се вршили – слично анализама које вреде за постојеће блокове – за децу од 1-2 године старости и за одрасле.

У складу са ранијим анализама [42], [43], за случајеве испуштања у ваздух и непосредно и расуто гама и неутронско зрачење пореклом из постројења, за критичну групу становништва, односно референцијалне особе, могу да се узму деца од 1-2 године старости из насеља Чампа. Према анализи детаљно представљеној у студији [42], чланови ове групе могу да снесу највеће последице од примљене дозе зрачења услед испуштања из постројења у погону. За групу која је највише изложена последицама течног испуштања сматра се одрасло становништво општине Герјен поред Дунава. Током анализа је у интересу конзервативне процене извршено «уједињење» групе из Чампе и Герјена, и узео се у обзир збир примљених доза две референтне особе.

#### 3.2.2.1. Утицаји непосредног и расутог зрачења

Према EUR-у [44] циљана вредност непосредног озрачења становништва услед рада нуклеарне електране је 0,1 mSv/годину (то јест 100  $\mu$ Sv/годину), независно од снаге блок(ов)а. То се у пракси подудара са смањењем дозе које утврђују органи власти<sup>11</sup>. О дозама којима је изложено становништво а које потичу од непосредног зрачења из реакторских блокова, за поједине типове реакторских блокова постоји мало података, а често су ти подаци добијени врло конзервативном проценом.

У случају блока APR1000 оптерећење непосредним и расутим зрачењем за односну групу је утврђено са приближном вредношћу од 4  $\mu$ Sv/годину, и то као врло конзервативна горња гранична процена.

Код блокова EPR је на темељу задане еквивалентне дозе на удаљености од 1000 м (0,2 pSv/h) вањско оптерећење зрачењем годишње мање од 2 nSv.

За блок APR1400 је задана горња граница од 50  $\mu$ Sv/годину за удаљеност од 700 м. Но овај податак није израчунат или мерен и тиме би прихваћање овог податка за очекивано оптерећење зрачењем најближе домаће групе становништва (Чампа, 1300 м) било сувише

<sup>10</sup> Ранијих година је појам критичне групе у међународним препорукама замењен појмом карактеристичне (репрезентативне) особе: „...особа чија доза је карактеристична за особе које су примиле највеће оптерећење зрачења ...”. Пошто фактори дозе, карактеристике прехране и начина живота очекивано неће да буду различити у односу на карактеристичне количине за критичну групу према до сада кироштену методу, у прорачунима у пракси то неће да значи промену.

<sup>11</sup> Смањење дозе које потиче из извора као и построжење које се односи на извор и могућу личну дозу користи се у планској фази заштите од зрачења приликом оптимизације. Његову вредност одређује АНТSЗ ОТН <Национална служба за јавно здравство> .

конзервативно. Према подацима који су задани за блок EPR и зависни о удаљености, добија се вањско оптерећење зрачењем од 0,5  $\mu\text{Sv}$ /годину на раздаљини од 1300 м.

Узимајући оквирним податак за блок AP1000 на раздаљини од 100 м – чак и ако се узму у обзир подаци за блок типа APR1400 – може се рећи да ће оптерећење зрачењем најближе домаће групе становништва (Чампа, 1300 м) сигурно остати у вредности испод 4  $\mu\text{Sv}$ /годину. [42]

### 3.2.2.2. *Процена очекиваног испуштања радионуклида нових блокова*

Документ ЕУР утврђује критеријуме, циљане вредности за испуштање нуклеарних електрана у нормалном погону, у очекиваном погонском догађају и у случају несреће [44]. Према критеријумима, годишња количина течног испуштања са изузетком трицијума не сме да пређе 10 GBq, годишње ваздушно испуштање за племените гасове је укупно 50 TBq, док је за халогене и аеросоле укупно могућ 1 GBq. Ове вредности се односе на блокове са 1500 MW (електричне) снаге. Ако је снага блока испод 1500 MW, горе наведене вредности су мање сразмерно смањењу снаге. Осим што не смеју да се прекораче ове граничне вредности испуштања, даљи је критеријум да оне морају да буду најниже могуће према принципу ALARA<sup>12</sup>.

Податке за ваздушна и течна испуштања у нормалном погону за поједине блокове садржи студија израђена као основа за смањење дозе [42]. Међу заданим течним испуштањима нису наведени радионуклиди са временом полураспада око 1 сат и краћим. Наиме њихов утицај на дозу с аспекта оптерећења зрачењем становништва – узевши у обзир могуће начине загађења – је занемарљиво мали.

Подаци испуштања појединих типова блокова приликом очекиваних погонских догађаја – чија учесталост премашује вредност од  $10^{-2}$ /годину – такође могу да се пронађу у студији [42]. Испуштање изнад нивоа нормалног погона могу да узрокују само погонски догађаји који узрокују испуштање у ваздух. Очекивани погонски догађај који узрокује течно испуштање изнад нивоа нормалног погона не сме да се претпостави.

Загађење површинске воде (у овом случају Дунава) теоретски може да наступи на следеће начине као последица очекиваних погонских догађаја:

- а) непосредно загађење површинске воде,
- б) посредно загађење површинске воде преко подземних вода,
- ц) посредно загађење површинске воде преко падавина испуштања у ваздух у површинске воде, односно преко испирања са површине тла.

Пошто решења свих блокова која су узета у обзир осигуравају да се течна испуштања и током очекиваних погонских догађаја одвијају контролисано и према стандардима испуштања, према досадашњим искуствима практички је искључено да може доћи до непосредног, неконтролисаног загађења површинске воде. У опису очекиваних погонских догађаја типова блокова, не налази се ништа што указује на загађење подземних вода, зато и овај начин може да се искључи у овој фази планирања. Посредно загађење површинске воде путем „падавина испуштања у ваздух пореклом из очекиваног погонског догађаја, односно преко испирања са површине тла” не представља знатан допринос у односу на ваздушну компоненту. На основу горе наведеног закључује се да не може да се претпостави такав очекивани погонски догађај код којег се не би могло руковати течним испуштањима унутар система ограничења за нормални погон. [42]

<sup>12</sup> „As Low As Reasonably Achievable” то јест што ниже што разумно може да се постигне.

### 3.2.2.3. Оптерећење зрачењем становништва услед деловања нових блокова

За пет типова реакторских блокова је утврђено оптерећење зрачењем које потиче из ваздушних и течних испуштања. Пошто је према међународним и домаћим прописима за заштиту од зрачења критеријум да у случају очекиваних погонских догађаја последична доза не сме да премаши вредност смањења дозе, испитивана су и испуштања приликом очекиваних погонских догађаја.

Удео дозе испуштања смо одредили према моделима који су међународно признати: за нормални погон смо прорачуне вршили програмом PCCREAM [45], а за случајеве очекиваних погонских догађаја програмом PCCOSYMA [46].

За место испуштања смо претпоставили центар планираног погона, а код одређивања места становања, односно групе, смо узели у обзир најближе куће околних насеља.

Висину испуштања смо одредили у складу с појединим типовима: у случају MIR.1200 и АТМЕА1 смо рачунали са 100 м, а у случају ЕРР-а, АР1000 и АРР1400 са 60 м. За метеоролошке карактеристике насеља смо узели у обзир податке из 10-огодишњег посматрања вршеног од 2000. до 2009. године. Код површинске неравномерности која утиче на раширивање у обзир смо узели вредност карактеристичну за пољопривредна подручја. Код вршења прорачуна узели смо у обзир следеће начине зрачења:

- вањско зрачење пореклом из радионуклида из облака и наслага на тлу,
- унутрашње оптерећење зрачењем од удисања,
- унутрашње оптерећење зрачењем пореклом из поједених намирница.

За вањско оптерећење утврђена доза је интегрисана у годину дана, а за унутрашње оптерећење везана доза из једногодишње експозиције (пријема). Прорачун је извршен и за једногодишњу децу и за одрасле. Претпоставили смо да они 90% времена проведу у зградама. Фактор заштите зграда од дозе из облака је 0,2, а за дозе из тла је 0,1. Конзервативним приступом смо претпоставили да се становништво у целисти храни локално произведеним намирницама – то јест у датом сектору и на датој удаљености. За конзумацију намирница према старосној доби користили смо податке који се односе на жупанију Толна из истраживања за област Батаопати, а они могу да се сматрају важећима и у околини погона у Пакшу.

На основи прорачуна испуштања у ваздух у нормалном погону може да се утврди да је

- највећа вредност оптерећења зрачењем пореклом из испуштања у нормалном погону 2,0 $\mu$ Sv/годину,
- оптерећење зрачењем за једногодишњу децу веће за отпр. 50% у односу на одрасле,
- од насеља, максималној дози изложено становништво Чампе,
- максимално оптерећење резултат метеоролошких карактеристика 2003. године,
- највеће оптерећење зрачењем становништва резултат испуштања у ваздух приликом нормалног погона блока ЕРР, а најмање код блока АТМЕА1.

Код свих типова блокова су иста три радионуклида имала више од 1% удела у дози, и у свим случајевима је <sup>14</sup>С био одређујући радионуклид, што произилази из чињенице да смо у недостатку информација везаних уз хемијски облик у прорачунима на конзервативан начин у потпуности претпоставили облик СО<sub>2</sub> [38].

Што се тиче озрачења употребом намирница, унутрашње оптерећење зрачењем путем удисања једва прелази 1%, а удео вањског оптерећења зрачењем се може занемарити.

Током прорачуна PCCOSYMA за испуштања у ваздух приликом очекиваних погонских догађаја претпоставили смо неутралну категорију атмосферске стабилности (Pasquill „D”) (брзина ветра 5 m/s, суво време), пошто је то једна од најкарактеристичнијих метеоролошких категорија у подручју. Осим тога прорачуне смо извршили и за категорију Pasquill „F”.



Метеоролошке услове смо за време трајања препостављеног испуштања (0,5 h) сматрали сталнима, а прорачуне смо извршили за место најближе испуштању (Чампа).

Оптерећење зрачењем из облака, нуклида наталожених на тло и из удисања смо одредили за период од годину дана после очекиваног погонског догађаја, док смо у случају прехране израчунали везану ефективну дозу узевши у обзир прехрану у трајању од годину дана. Код прорачуна оптерећења зрачења преко ланца прехране конзервативним начином нисмо узели у обзир могућност прехране намирницама које су дошле из других делова. Претпоставили смо да се потрошене намирнице производе унутар кружног прстена површине 5 км<sup>2</sup> који се симетрички распрострањује за дату удаљеност.

На основи резултата може да се закључи да је највеће оптерећење зрачењем резултат испуштања у ваздух током очекиваних погонских догађаја за блок типа AP1000 (14 μSv/годину), а најмање код блока АТМЕА1 (0,71 nSv/годину). У случају испуштања која потпадају под очекиване погонске догађаје, највеће оптерећење зрачењем добијају одрасли, а највећи удео у дози имају изотопи <sup>134</sup>Cs и <sup>137</sup>Cs.

За одређивање оптерећења зрачењем пореклом из *течних испуштања* користили смо модел који је издала Међународна агенција за атомску енергију (ИАЕА) у Серији безбедносних извештаја <Safety Reports Series> 19 [47], узевши у обзир да се бочно мешање испуштања у Дунав – и у тачки која је врло удаљена од тачке испуштања – само делимично остварује. У прорачунима смо занемарили утицај седиментације на смањење концентрације активности [47], и рачунали смо са следећим начинима озрачивања:

- вањско оптерећење зрачењем од загађене водене масе, од загађене обале реке, те од наводњаваног тла,
- унутрашње оптерећење зрачењем због коришћења пијаће воде, рибе, наводњаваних биљака, те због прехране намирницама животињског порекла које су загађене због напоја, односно прехране наводњаваним биљкама.

Оптерећења зрачењем смо у случају вањског оптерећења зрачењем интегрисали унутар периода од 1 године, код унутрашњег оптерећења смо рачунали везану дозу услед прехране у трајању од 1 године, и прорачуне смо извршили за становнике до 1 године старости и одрасле у првом насељеном месту на десној обали (Герјен, 10 км). Према анализама може да се закључи следеће:

- Код блока APR1400 је доминантан допринос <sup>106</sup>Ru, а <sup>134</sup>Cs и <sup>137</sup>Cs, у случајевима осталих блокова највећи допринос дају изотопи <sup>3</sup>H или <sup>14</sup>C. Осим ових код појединих типова блока само изотопи <sup>60</sup>Co, <sup>63</sup>Ni, <sup>131</sup>I имају допринос близу 1% или нешто мало преко њега.
- Слично оптерећењу зрачењем код испуштања у ваздух, у нормалном погону одлучујуће је унутрашње оптерећење зрачењем.
- Због недовољних информација које су биле на располагању упоређивање целих доза није реално, али према заданим параметрима течна испуштања типа EPR дају највеће оптерећење зрачењем становника (4,4 μSv/годину).

Претпоставља се да *течним испуштањима* која настају као последица *очекиваних погонских догађаја*, према досадашњим искуствима и подацима који су добивени од превозника, може да се рукује у систему за ограничење нормалног погона.

Према извршеним испитивањима у случају једног блока утицај ваздушних и течних испуштања у нормалном погону не прелази 6 μSv/годину, а ако томе додамо допринос непосредног и расутог зрачења величине 4 μSv/годину добијамо вредност од 10 μSv/годину по блоку. Ако претпоставимо да уз испуштања нормалног погона наступи и један очекивани погонски догађај доза при најнеповољнијим метеоролошким условима може да нарасте за 14 μSv/годину. Претпостављајући да ће се уз 10 μSv/годину у нормалном погону догодити један очекивани погонски догађај, за један блок добијамо укупну дозу од 24 μSv/годину. Код

грађења два блока, додајући допринос нормалног погона и по један очекивани погонски догађај, у складу са горе наведеним се добије максимално 48  $\mu\text{Sv}$ /годину.

#### 3.2.2.4. Оптерећење зрачењем флоре и фауне

Пројект ERICA (Environmental Risks from Ionising Contaminants: Assessment and Management) <Опасност за околину од јонизујућих загађивача: Оцена и управљање> је добио своје место у шестом оквирном програму Европске Уније за помоћ истраживањима. Уз помоћ програма који је настао као резултат тога [48] може да се утврди оптерећење зрачењем биљног и животињског света (екосистема) који живи у близини неке нуклеарне електране, те ризици који се односе на неколико посебно осетљивих врста. Најважнији закључци пројекта ERICA су:

- Нема битне разлике у осетљивости на зрачење услед сталног испуштања у околину између живог света копнених, морских и слатководних екосистема.
- На живи свет истраживаних екосистема може уопштено да се примени један критеријум дозе. Ако оптерећење зрачењем из испитиваног објекта не достигне ту дозу онда је ризик за околину занемарљив. [49]

За биолошку дозу ( $D_b$ ) која утиче на биљни и животињски свет не може да се примени појам еквивалентне дозе која се односи искључиво на оптерећење зрачењем човека. Уместо тога тренутна међународна пракса – према предлогу International Commission on Radiological Protection (ICRP)<sup>13</sup> – примењује следећи начин израчунавања дозе:

$$D_b = \sum_R D \times w'_R \quad (3.2.2.4-1)$$

У једначини (3.2.2.4-1) индекс  $R$  означава тип зрачења, а  $w'_R$  је фактор опасности зрачења типа  $R$ . Вредност потоњег је за  $\alpha$ -зрачење 10, за мекано  $\beta$ -зрачење 3, а за  $\beta$ -зрачење средњих и високих енергија и за  $\gamma$ -зрачење 1.

У оквиру програма ERICA састављена је база података FREDERICA [50], у којој су наведене бројне биљне и животињске врсте и назив радионуклида који у њима узрокује највећу специфичну дозу.

Полазна тачка прорачуна јесте да се за поједине врсте флоре и фауне дефинише PNEDR („Predicted No-Effect Dose Rate” = еквивалентна доза која очекивано нема никаквог деловања [ $\mu\text{Gy/h}$ ]), а затим се према томе одреди вредност EMCL (Environment Media Concentration Limit = гранична концентрација околине). Вредност EMCL може да буде различита за радионуклиде који су испуштени у околину и за четири „елемента околине” (вода, муљ, тло, ваздух).

Програм ERICA је степенасте изградње и има три нивоа (Tier 1, 2 и 3) са којима расте детаљност и сложеност програма. У тренутној фази рада – с обзиром на детаљност података објекта који стоје на располагању – извршили смо испитивање првог нивоа (Tier 1). Анализу смо извршили узевши у обзир утицај радиоактивности која доспева у ваздух на чланове копненог биљног и животињског света који живи око ограде места погона.

Од оквирних података вредности максималног испуштања за пет испитиваних типова реакторских блокова, први и најконзервативнији ниво програма ERICA је дао за резултат фактор ризика мањи од 1, а и збир код претпостављања два блока је остао за више редова величина испод 1.

<sup>13</sup> Међународна комисија за заштиту од зрачења.

### **3.2.3. Заједнички радиолошки утицаји нуклеарних постројења који су у погону на локацији**

Код оцењивања радиолошког стања које настаје пуштањем у погон нових блокова, применом конзервативног приступа полазимо од тога да ће неко време заједнички радити садашња 4 блока VVER-440 са продуженим радним веком, нова електрана са максимално два блока, те складиште истрошеног горива. Стога је потребно да се испита заједничко радиолошко деловање нуклеарних постројења у погону на локацији.

Представљање заједничког радиолошког деловања на околину нуклеарних постројења која функционишу на погонском месту у Пакшу заснивамо на студијама које су израђене за подупирање предлога смањења дозе и на анализама представљеним у претходним главама, затим на утврђеним смањењима доза за постројења у погону и стварним гасовитим и течним испуштањима.

#### **Смањење дозе које се односи на објекте који су тренутно у погону на локацији у Пакшу и на планиране нове блокове**

ÁNTSZ OTN <Национална служба за јавно здравство> је у свом закључку број 40-6/1998 за блокове 1-4 нуклеарне електране Пакш утврдио смањење дозе од 90  $\mu\text{Sv}$ /годину. За нуклеарно постројење Привремени резервоар изгорелих касета са идентичним географским границама, али са којим управља друга правна особа са дозволом (данас под називом *Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhaszni Nonprofit Korlátolt Felelősségű Társaság, RHK Kft.*) утврђено је смањење дозе од 10  $\mu\text{Sv}$ /годину за стање пуне изграђености (33 модула) за истовремено складиштење око 16 200 потрошених касета. Из ових су вредности извели граничне вредности испуштања које се односе на поједина постројења и начине испуштања.

Пошто ће планирани нови блокови да буду другог типа од ових садашњих, за њих је потребно да се установи посебно смањење дозе специфично за објекат. На основу студије за утврђивање смањења дозе за планиране нове блокове [42] важеће смањење дозе које вреди за блокове који су у погону (90  $\mu\text{Sv}$ /годину) може да се примени и на два планирана блока сличне електричне снаге.

Из смањења дозе ће требати да се изведу граничне вредности испуштања радиоактивних материја. Граничну вредност испуштања треба да одреди носилац дозволе, и треба да оправда прорачунима да у случају придржавања истих чланови критичне групе (односно референтна особа) неће да буду изложене већој дози од оне утврђене смањењем дозе. За оцену је потребно да се тачно познаје следеће:

- I. Тачно место испуштања (нпр. димњак, канал, итд.), његово физичко и хемијско стање.
- II. Место боравка референтне особе и удаљеност од места испуштања.
- III. Метеоролошке, географске и геолошке карактеристике које одређују ширење испуштања.
- IV. Сви други „антропоморфни” фактори (нпр. земљорадња, потрошња воде, итд.) који могу да утичу на ширење.
- V. Фактори који утичу на изложеност референтне особе (фактори конверзије дозе за удисање, гутање и имерзију, подаци од прехране, времена боравка, итд.).

#### **Заједничко радиолошко деловање нових блокова нуклеарне електране и постојећих објеката на локацији у Пакшу**

Допринос нових блокова узимамо у обзир према изложеном у *Подглави 3.2.2.3.*, податке о испуштању постојећих блокова смо преузели из извештаја о заштити од зрачења у Пакшу [35], а податке који се односе на Привремени резервоар изгорелих касета из студије која је рађена за задњу ревизију [51]. У овој последњој је у прорачунима претпостављена потпуна изграђеност објекта, и примењен је један специјалан, тзв. композитни извор који је у смислу

потрошености и састава радиоактивних изотопа са становишта заштите од зрачења био најнеповољнији.

Максималну дозу од атмосферских испуштања нових блокова могу да добију деца старости 1-2 године у месту Чампа, највећа вредност оптерећења зрачењем од испуштања у нормалном погону је 2  $\mu\text{Sv}$ /годину, а испуштања од очекиваних погонских догађаја дају као резултат дозу од највише 14  $\mu\text{Sv}$ /годину. Утицај атмосферских испуштања садашњих блокова не прелази вредност од 1  $\mu\text{Sv}$ /годину, утицај Привременог резервоара изгорелих касета је мањи и од тога. Може да се процени да ће заједнички утицај атмосферских испуштања постројења у погону и планираних објеката бити 33  $\mu\text{Sv}$ /годину.

Група која је најизложенија последицама дозе течног испуштања је становништво општине Герјен, где може да се рачуна да ће доза и у случају одраслих и у случају деце 1-2 године старости износити 4  $\mu\text{Sv}$ /годину. Процењена последица дозе течног испуштања блокова који су сада у погону је према извештају [35] око 1  $\mu\text{Sv}$ . Студија [51] је за течна испуштања максимално изграђеног Привременог резервоара изгорелих касета одредило дозу 0,4  $\mu\text{Sv}$ /годину. Дакле сва течна испуштања рада погона могу код референтне особе да узрокују дозу од око 10  $\mu\text{Sv}$ .

У случају нових блокова компонента која је пореклом од непосредног и расутог зрачења је приближно одређена на 4  $\mu\text{Sv}$ /годину, шта је врло конзервативна горња процена. Утицај непосредног и расутог зрачења блокова који су сада у погону не достиже ред величине  $\mu\text{Sv}$ /годину. Због мицања снопова горивих елемената овај допринос дози везано уз рад Привременог резервоара изгорелих касета је према студији [51] највише 5  $\mu\text{Sv}$ -а годишње. Према наведеном је утицај непосредног и расутог зрачења постројења на месту погона 13  $\mu\text{Sv}$ /годину.

Сажимајући све горе наведено добија се да доза на референтну особу код истовременог рада шест блокова и деловања Привременог резервоара изгорелих касета има процењену вредност од 56  $\mu\text{Sv}$ /годину (Таблица 3.2.3-1.). У ово су урачунати и утицаји атмосферских и течних испуштања за нормални погон и годишње једног процењеног погонског догађаја, израчунатих као горња граница за нове блокове с врло конзервативним претпоставкама. На конзервативизам резултата указује и то да је тренутно испуштање у Пакшу с аспекта радионуклида који имају највећи удео у дози значајно, па и више редова величине, мањи у поређењу са вредностима које су за нове блокове задали добављачи у својој достави података. Из тога произилази да вредности које су доставили пројектанти нове нуклеарне електране нису очекивано просечна испуштања већ конзервативна горња процена циљане вредности. Истина је да су и ти резултати испод вредности од 90  $\mu\text{Sv}$ /годину, но касније ће бити потребно прецизирати податке добијене од добављача, а у неким случајевима и критички их контролисати.

**Таблица 3.2.3-1.: Заједничко радиолошко деловање нуклеарних постројења у кругу погона**

| Гасно испуштање<br>[ $\mu\text{Sv}$ /годину] |      |      | Течно испуштање<br>[ $\mu\text{Sv}$ /годину] |      |      | Непосредно и расуто<br>зрачење<br>[ $\mu\text{Sv}$ /годину] |      |      | Укупно<br>[ $\mu\text{Sv}$ /год<br>ину] |
|--|------|------|--|------|------|---|------|------|---|
| НЕП  | Ново | ПРИК | НЕП  | Ново | ПРИК | НЕП   | Ново | ПРИК |   |
| <1   | 32   | <<1  | 1  | 8    | <1   | <<1   | 8    | 5    | 56                                      |

НЕП – Блокови 1-4. који функционишу у нуклеарној електрани у Пакшу

Ново – планирани нови блокови

ПРИК – Привремени Резервоар Изгорелих Касета

### 3.2.4. Утицаји погонских кварова и несрећа

Према Трећем тому Нуклеарних Безбедносних Правилника (НБП) који чине прилоге Уредбе Владе бр. 118./2011 (од 11.07.) о нуклеарним безбедносним условима за нуклеарних постројења и њима повезане делатности, власти погонска стања новог блока нуклеарне електране (иза назива користимо скраћеницу из НБП-а, а иза тога одговарајућу скраћеницу EUR) дефинише на следећи начин:

- а) стање нормалног погона = ТА1 (номални погон) = DBC1 (Design Basis Condition 1),
- б) догађаји који спадају у пројектну основу:
  - ба) очекивани погонски догађаји = ТА2 = DBC 2,
  - бб) пројектни погонски кварови мале учесталости = ТА3 = DBC 3,
  - бц) пројектни погонски кварови врло мале учесталости = ТА4 = DBC 4,
- ц) догађаји који су ван пројектне основе = ТАК (проширење пројектне основе),
  - ца) погонски кварови ван пројекта = ТАК1 = DEC1 (Design Extension Condition – категорија комплексних процеса),
  - цб) тешке несреће = ТАК2 = DEC2 (категорија тешких несрећа).

#### 3.2.4.1. Пројектни погонски кварови

Према тачки 3.2.4.0100 Националног правилника о безбедности, у случају нових нуклеарних електрана, доза коју прима односна група становништва у случају процеса који настаје почетним догађајем чији је резултат погонско стање ТА3 не сме да пређе вредност од 1 mSv/догађају, и у случају процеса који настаје почетним догађајем чији је резултат погонско стање ТА4 вредност од 5 mSv/догађају.

#### Тип блока AP1000

Пројектни погонски кварови за реактор типа AP1000 су набројани у документу [53]. Иако терминологија мало одступа од стандардних EUR назива, из набројаних погонских кварова се види да су набројаним категоријама покривене категорије EUR DBC1–DBC4.

Према документу [53] електрана задовољава услове EUR-а, што смо проверили помоћу процењених вредности. Податке смо добили на начин да смо одговарајуће податке реактора EPR, за којег се сматра да има максималне факторе испуштања које предвиђа документ [42] израђен за давање основе за смањење дозе код нових блокова, помножили са разломком бруто електричне снаге два типа реактора. Овај поступак је конзервативан, дакле даје безбедну процену у односу на испуњење услова. Према извршеним анализама услови се испуњавају.

#### Тип блока MIR.1200

Пројектовање блока нуклеарне електране типа MIR.1200 извршено према условима важећим у Русији, и који делимично одступају од EUR-категоризације. У категоријама DBC1–DBC2 (ТА1–ТА2) је подударност потпуна, разлика се јавља код погонских кварова, јер правни прописи у Русији не праве разлику између погонских кварова различите учесталости и тежине. У случају пројектованих погонских кварова прописује се граница од 5 mSv-а за цело тело на граници зоне заштите здравља, а то одговара захтеву од 5 mSv/догађају из категорије EUR DBC4 (ТА4).Испуњавање услова смо проверили и на начин представљен код AP1000, па према томе MIR.1200 задовољава критеријуме.

#### Тип блока EPR

Код пројектовања нуклеарне електране EPR различита стања погона, прелаза, односно погонских кварова разврстана су у категорије DBC1–DBC4, како је одређено у EUR-у [56].

Испитивање задовољавања критеријума смо извршили и у овом случају, и утврдили смо да се захтеви испуњени.

#### **Тип блока АТМЕА1**

У случају пројектованих погонских кварова Таблица из Привитка 4. документа [57] садржи максималне дозе које настају на граници зоне заштите здравља.

Тип блока је пројектован према америчкој регулацији (US Regulatory Guide 1.183, јул 2000.), која за погонске кварове прописује последичну дозу од максимално 250 mSv. Захтеви EUR-а су строжи од тога, па је због тога током допуњавања података од стране добављача морало да се потврди извршење циљане вредности по EUR-у. Под претпоставком испуштања на нивоу димњака може да се закључи да су критеријуми EUR-а задовољени.

#### **Блок типа APR1400**

Извори за податке који се односе на APR1400 су документи [58] и [59]. Пројектанти блока типа APR1400 су такође кренули од америчке регулације 10 CFR, задовољење критеријума EUR-а може се проверити касније познавајући додатне податке. Критеријуме смо проверили и они су на основу анализа извршених са подацима о испуштању које је доставио добављач задовољени.

#### **3.2.4.2. Проширење пројектантске основе**

Догађаји уврштени у проширење пројектантске основе могу да се сместе у две групе: комплексни процеси и тешке несреће. У прве убрајамо оне процесе који доводе до веће количине радиоактивне материје због вишеструке грешке. Одређени ланци догађаја врло мале вероватности могу да доведу до оштећења зона и ослобађања веће количине радиоактивне материје. Ове догађаје називамо тешким несрећама. Избор ланаца догађаја се врши методом PSA (Probabilistic Safety Assessment – Вероватносна Процена Безбедности).

Изворним чланом се сматра испуштање из примарног круга у контејнмент. Према секвенцијама идентификованим помоћу PSA методе највећег приближавања, треба да се утврди референцијални члан извора (Reference Source Term – RST), и примени за потврду задовољења критеријума испуштања. PSA анализа 2. нивоа сличне секвенције треба да се уврсти у категорију члана извора. Посебно требају да се испитују групе секвенција које прелазе RST, и треба да се докаже да њихова вероватност не прелази циљану вредност од  $10^{-7}$ /години. Уз то збир вероватности група чије испуштање прелази нови RST не сме да буде већи од  $10^{-6}$ /годину.

На основи EUR-а циљ је да испуштање не пређе вредност

- која би могла да узрокује увођење хитне мере заштите (евакуације) на удаљености већој од 800 метара,
- која би на удаљености већој од 3 км могла да узрокује увођење прелазне мере заштите (пресељење),
- која би на удаљености већој од 800 м учинила потребним увођење касније мере заштите (исељење),
- која би била узрок великих економских последица (забрана прехране и хранења стоке би биле потребне у ограниченој мери у простору и времену).

#### **Блок типа AP1000**

У документу [53] који се односи на тип блока AP1000 је у посебној анализи приказано задовољавање ограничења испуштања за тешке несреће према EUR-у. AP1000 задовољава критеријума испуштања.

### **Блок типа MIR.1200**

Испуштања у случају тешке несреће за MIR.1200 испитивана су за случај хаварије са топљењем унутар зоне којој је узрок лом вода највећег пресека (850 мм) и потпуни губитак напона, што је узето за „референцијалну тешку несрећу” [55]. У случају типа MIR.1200, задовољени су критеријуми испуштања.

### **Блок типа EPR**

Прорачуне за случај нуклеарне електране EPR садржи документ [62]. Методологија прорачуна је само делимично усклађена са захтевима EUR-а, међутим на основу њих може да се закључи да блок EPR задовољава критеријуме.

### **Блок типа ATMEA1**

Везано за тешке несреће документ [57] садржи вредности испуштања у тренутку 48 часова после почетка несреће, за процес тешке несреће са потпуним сломом напона. На основу овога напоље доспева врло мали део инвентара зоне, међутим за оцењивање треба да се допуне подаци добијени од добављача.

### **Блок типа APR1400**

Вредности задане у документацији [59] не могу да се упореде са критеријумима EUR -а без дојаве података. Вредности у документацији [58] су мање од критеријума доза према EUR -у који се на њих односе, али да би се у потпуности потврдило задовољење критеријума потребно је да се допуне подаци добављача.

#### **3.2.4.3. Вероватносне карактеристике изванпројектних погонских кварова и тешких несрећа**

Као део безбедносних анализа – поред детерминистичких анализа – треба да се проведу и вероватносне безбедносне анализе. Учесталост оштећења зоне узимајући у обзир све почетне догађаје и сва погонска стања (пуни погон снаге, погонска стања заустављања) треба да буде мања од  $10^{-5}$ /годину. Велико испуштање приликом несреће може да се замисли у случају топљења зоне и оштећења функције контејнмента. Учесталост тешких несрећа уз узимање у обзир свих могућих почетних догађаја треба да буде мања од  $10^{-6}$ /годину. Равномерност конструкције треба да се потврди с тиме да нема таквог догађаја који збиру учесталости процеса тешких несрећа доприноси са учесталошћу већом од  $10^{-7}$ /годину.

### **Блок типа AP1000**

Оцена вероватности се заснива на резултатима анализе представљене у документу [66]. Вредност учесталости оштећења зоне израчуната узимањем у обзир свих почетних догађаја и погонских стања је  $5,1 \cdot 10^{-7}$ /годину, што је за више од једног реда величине мање од граничне вредности за прихваћање.

Збир учесталости тешких несрећа узимајући у обзир све почетне догађаје и сва погонска стања је знатно мањи од  $10^{-7}$ /годину, па је критеријум задовољен са великом резервом.

### **Блок типа MIR.1200**

Оцена вероватности заснована је на резултатима анализе презентоване у документу [67]. Израчуната учесталост оштећења зоне је и кад се узму у обзир сви испитивани почетни догађаји и погонска стања знатно мање од  $10^{-7}$ /годину. То је за више од два реда величина мање од граничне вредности прихваћања.

Збирна учесталост тешких несрећа иде спада у ред величине  $10^{-8}$ /годину, па је критеријум задовољен са великом резервом.

### **Блок типа EPR**



Оцена вероватности је заснована на резултатима анализа презентованим у документу [68]. Узимајући у обзир све почетне догађаје и погонска стања израчуната учесталост оштећења зоне је нижа од  $10^{-6}$ /годину. То је за више од једног реда величине мање од граничне вредности прихваћања.

Пошто учесталост процеса оштећења зоне спада у ред величине  $10^{-7}$ /годину, следи да је критеријум прихваћања који се односи на збирну учесталост тешких несрећа очигледно задовољен са великом резервом.

### **Блок типа АТМЕА1**

У случају овог типа блока оцена вероватности може се обавити на основу претходне безбедносне анализе [69] спроведене у оквиру пројектантске фазе (басиц десигн). Резултати који су на располагању сведоче да је вредност учесталости оштећења зоне реда величине  $10^{-7}$ /годину, то јест електрана са значајном резервом задовољава граничне вредности које се односе на ризик оштећења зоне.

На основу анализе вероватности првог нивоа може да се закључи да учесталост тешких несрећа улази у ред величине највише  $10^{-7}$ /годину, па се на тај начин испуњава критеријум прихваћања за учесталост тешких несрећа.

### **Блок типа APR1400**

Оцена вероватности је заснована на резултатима анализа презентованим у документима [58]. Горња процена учесталости оштећења зоне узимајући у обзир све почетне догађаје и сва погонска стања је  $3 \cdot 10^{-6}$ /годину. То је мање од једне трећине од граничне вредности прихваћања.

Према резултатима вероватносне безбедносне анализе 2. нивоа збирна учесталост тешких несрећа са бројчано исказаним факторима ризика је  $2,84 \cdot 10^{-7}$ /годину, односно критеријум је задовољен са великом резервом.

## **3.3. Квалитет ваздуха**

### **3.3.1. Приказ основног стања**

Код оцене основног стања смо се ослањали на податке који су овог тренутка на располагању. Традиционално загађење ваздуха услед рада нове електране је током погона, са изузетком транспорта људи и терета, занемариво. Предлаже се да се оцена основног стања путем мерења, због знатних оптерећења током периода грађења, спроведе до радне фазе испитивања утицаја.

#### **3.3.1.1. Тренутно стање загађености ваздуха**

Тренутно стање у недостатку резултата мерења може да се представи следећим карактеристикама:

- *Уврштење у зону:* Уредбом Министарства заштите околине бр. 4/2002 (од 07.10.) о агломерацијама загађености ваздуха и означавањима зона, земља је подељена у зоне са становишта загађености ваздуха. Град Пакш и подручје нуклеарне електране не спадају у загађена подручја, по су зато распоређени у 10. групу, односно у зону «Остали делови земље». Ова категорија обухвата најмање загађене делове земље, чија загађеност (са изузетком  $PM_{10(ВаР)}$ <sup>14</sup>) спада у две најниже категорије.

<sup>14</sup>  $PM_{10}$ : лебдећа прашина, материје са финим честицама (промер честице мањи од 10 микрометара).

$PM_{10(ВаР)}$ : садржај бенз(а)-пирена у лебдећој прашини.

- *Мерења загађености ваздуха:* Државна мрежа за мерење загађености ваздуха <Az Országos Légszennyezetségi Méréshálózat (OLM)> ручно мери од 1987. године оптерећење настало стварањем наслага прашине у Пакшу. Према подацима из 2011. године место је с аспекта загађености уврштено у категорију одличан. Најближа аутоматска мерна станица се налази у Дунауварошу, где је стање са аспекта сумпор-диоксида, азотних оксида и угљен-моноксида одлично, са аспекта азот-диоксида и бензола добро, а с аспекта стварања наслага прашине одговарајуће. Тенденције су такође у смеру побољшања.
- *Регионално позадинско загађење:* На основу података мреже за мерење позадинске загађености којом управа Државна Метеоролошка Служба <Országos Meteorológiai Szolgálat> и мерења обављених на подручјима сличнима испитиваном, квалитет ваздуха на којег не утичу локални извори загађења (позадинско загађење) је на датом подручју ниско у односу на регион.

### 3.3.1.2. Извори загађења околине

У подручју електране се као извор загађења јављају јавни пут, испуштања од стране становништва и индустрије и сама електрана:

- *Емисија пореклом из саобраћаја на јавном путу:* Локални извор загађења су главни пут бр. 6. и два прикључна пута до електране због густог саобраћаја аутомобила, камиона и аутобуса. Током поступка дозволе продужења радног века нуклеарне електране [37] смо рачунали утицај на загађење ваздуха који врши главни пут бр. 6. 2004. године је укупни саобраћај у околини нуклеарне електране износио 11059 возила. Најгушћи саобраћај на главном путу бр. 6. узрокује на даљини од 50 метара од осовине пута концентрацију угљен-моноксида од  $850 \mu\text{g}/\text{m}^3$  и азот-диоксида  $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , што је испод граничне вредности. 2010. године се саобраћај на главном путу бр. 6 захваљујући утицају аутопута М6 променио на 7279 возила дневно, односно смањио се за 28%, па су тиме и оптерећења смањена.
- Дуж прикључних путева са северне и јужне стране, те на подручју саме електране су задња мерења вршена 2003. године, према којима нема знатне концентрације азот-диоксида и угљен-моноксида, оне су биле знатно испод дозвољених вредности. концентрација лебдеће прашине  $\text{PM}_{10}$  је у неким случајевима у малој мери премашила здравствену граничну вредност.
- *Загађења ваздуха настала од становништва, комуналних услуга и индустрије:* Око две трећине станова за грејање и производњу топлоте користи земни гас, а једна трећина топлину из електране. Ову могућност би вредело искористити и код грађења нових блокова. У граду и његовој околини нема индустријских погона који узрокују знатну емисију.
- *Извори загађења од постојеће нуклеарне електране:* На подручју нуклеарне електране је традиционално загађење ваздуха везано само уз повремени рад локалних помоћних извора струје. 2006. године је направљен модел ширења испуштања дизел-генератора [37]. На основу тога подручје утицаја је круг полумјера 590 м око погона. Време рада и количина испуштања се отада нису битно променили, па може да се процени да тадашња стања одговара и данашњем. Подручје утицаја не дотиче насељено подручје.

Према раније извршеним мерењима у околини нуклеарне електране у Пакшу и проценама тренутног стања, концентрација „традиционалних” (нерадиоактивних) загађивача ваздуха не може да узрокује оштећење здравља. Насеља и насељена места су на толикој удаљености од

електране да на њима не може да се осети утицај нуклеарне електране на традиционално (нерадиоактивно) загађење ваздуха.

### 3.3.2. Утицај грађења

Може да се очекује да ће традиционално оптерећење ваздуха од стране планираних блокова нуклеарне електране за време успостављања и напуштања, односно демонтаже, бити неколико редова величине веће од онога за време рада. Код испитивања периода грађења смо узели у обзир следеће полазне податке:

- Удаљеност најближег насељеног подручја од ивице подручја грађења је 1100–1300 м.
- Временско трајање грађења ће бити дуже од уобичајеног, 5–6 година, допремање и отпремање ће бити знатно. Просечни саобраћај тешких саобраћајних возила ће према подацима Наручиоца [32] износити 80, а у времену најгушћег саобраћаја 130 камиона.
- Може да се процени да ће на месту градње у припремном (најинтензивнијем) периоду истовремено радити 50, а касније 15 радних и транспортних машина.
- У најинтензивнијем временском периоду ће на месту грађења, у зависности о типу блока, радити 1200-7000 људи [26 – 31]. Њихов транспорт на место грађења генерише значајан саобраћај. 80% радника ће користи јавни саобраћај, а 20% ће долазити аутомобилом.

Испуштања у ваздух околине су следећа:

- Оптерећења од *делатности на подручју грађења* мање зависе од типа блока који се гради, а више од броја и типа машина које се крећу истовремено на подручју грађења. Према нашим прорачунима као резултат рада радних и транспортних машина на месту градње долази значајан вишак оптерећења. Они међутим не узрокују значајан вишак оптерећења на подручјима која требају да се штите узевши у обзир њихову удаљеност. Ово деловање још треба да се прецизира у каснијој фази.
- Испуштања пореклом од *технолошких операција* (нпр. варење, лемљење, лепљење, изолација) очекивано већ ни у околини места грађења неће узроковати приказив утицај. Њихова вредност, међутим, у овој фази још не може да се процени.
- Очекивано највеће загађење ваздуха од грађења ће бити настајање прашине. (Отровне прашине не доспевају у околину). На његову вредност у знатној мери утичу временске прилике, особине тла и његова тренутна влажност. За грађење електране је потребно знатно померање земље. Према нашим искуствима у оваквом случају знатно оптерећење прашином може да се догоди и у кругу од 500 м од грађевинских радова. У насељеним подручјима, узевши у обзир њихову велику удаљеност (1100–1300 м) не очекује се знатни вишак оптерећења од грађевинских радова успркос чињеници да је оптерећење прашином и у основном стању близу граничне вредности.
- За довоз грађевинских материјала и за одвоз земље и отпада стоји на располагању јавни пут, железничка пруга и водени пут. Са аспекта загађења ваздуха је саобраћај на јавном путу критичан, јер железница и брод истовремено могу да пренесу знатно више робе. За копнени саобраћај су погодни главни пут бр. 6 и аутопут М6. Оптерећења од транспорта, узевши у обзир основно оптерећење и вишак оптерећења, би у близини транспортних путева могла бити знатна. Због повећања насељености (број грађевинских радника) у унутрашњим деловима града се такође очекују и повећање саобраћаја и вишак оптерећења. Зато треба да се прецизира

усмерење саобраћаја на насељена подручја узимајући у обзир саобраћајне смерове који се користе и њихово основно оптерећење.

Наше процене се у недостатку детаљнијих података за сада заснивају на претпоставкама. Оптерећења услед грађевинских радова, концентрације која ће настати и подручје деловања оптерећења прашином могу тачније да се израчунају у фази испитивања утицаја уз познавање конкретнијих основних података и применом стандардизованих поступака.

### 3.3.3. Погонски утицаји нових блокова

Испуштање традиционалних загађивача ваздуха за време рада нуклеарних електрана је врло мало у поређењу са електранама које користе друго гориво. Оптерећења у минималној мери настају из технолошких, а у знатнијој мери из транспортних разлога:

- *Технолошке емисије* и у случају нових блокова настају само због рада помоћних извора струје и пумпи. Према достављеним подацима [26 – 31] по једном блоку је потребно 2-4 ком. дизел-генератора топлотне снаге 4–7,5 MW. Време погона ових постројења према очекивањима ни за један тип блока неће достићи годишње 50 часова рада како је одређено у тачки 2.8.3. прилога 7. Одредбе бр. 4/2011 (од 14.01.) Министарства. Тако за њих не треба да се утврди гранична вредност. Обавезно је међутим да се изradi основна пријава. Испуштања код савремених постројења која се постављају не очекује се да ће бити већа од испуштања код садашњих дизел-мотора. Тако ће подручје утицаја према претходним прорачунима моћи да се окарактерише са кругом описаним око места испуштања са полупресеком од 500–600 м. (Ако време погона буде прелазило 50 часова рада, онда треба да се ставе у погон постројења која ће бити способна да се придржавају граничне вредности.)
- Очекује се да ће испуштање сумпор-диоксида од стране дизел-генератора коришћењем прописаног дизела с малом количином сумпора бити незнатно. Релативно високо испуштање азот-оксида према потреби може да се смањи уградњом катализатора. Узевши у обзир кратко време рада, високу тачку испуштања (димњак) и удаљеност насељеног подручја које треба да се штити, очекује се да утицај испуштања дизел-генератора неће бити знатан.
- Осим тога треба да се рачуна на традиционално загађење ваздуха код поновног покретања након заустављања због *одржавања/великих поправака* (нпр. због загревања изолационих материјала могу да настану формалдехид, СО, односно из генератора паре код поновног покретања може да дође до испуштања амонијака). Гасови се вентилишу и изводе кроз високи димњак. Овакви типови технолошких испуштања се јављају једном у пола године до две године, а вишкови оптерећења се у неколико (2-4) дана смање на минималну вредност. Због високе тачке испуштања загађивачи који се испуштају само у малој мери утичу на атмосферску концентрацију, а подручје деловања остаје у ближој околини места погона. Тренутно немамо информације о помоћним погонима (нпр. погон за фарбање).
- У деоници рада важан фактор деловања је *транспорт радника*. Број запослених у два блока ће према достављеним подацима [26 – 31] износити између 330 и 1000. Потребан број аутобуса за највећи саобраћај је 10–30, и очекује се да ће број долазећих аутомобила износити између 70 и 200. Према претходним прорачунима знатно оптерећење из испуштања у саобраћајном шпицу може да се очекује само у непосредној околини путева, највеће ширине појаса од 25 до 50 метара. Унутар те удаљености налази се релативно мали број зграда које треба заштитити (нпр. Чампа поред главног пута бр. 6.).

Током рада планиране електране загађење ваздуха ће порастати у малој мери на подручју непосредног и посредног деловања. Размери подручја деловања могу да се одреде прорачуном ширења уз познавање конкретних емисија.

### 3.3.4. Заједничко деловање нуклеарних постројења на месту погона

Унутар подручја деловања на квалитет ваздуха нове нуклеарне електране налазе се нуклеарна електрана у погону и Привремени резервоар изгорелих касета. Након изградње нове електране до заустављања постојећих блокова у погону у периоду између 2032. и 2037. године на истом подручју деловања истовремено ће радити три индустријска погона. С аспекта утицаја на околину овај период је критичан, односно у том периоду могу да се очекују највећа оптерећења:

- Не рачунамо са збиром испуштања *технолошког порекла*, наиме испуштања кориштених дизел-генератора су ограничена на неколико часова месечно, односно одржавања која се обављају сваких пола године до две године трају неколико дана. У случају одговарајуће сарадње електрана, ова делатност може да се темпира тако да се одједном врши проба дизел-генератора само једног блока, односно да се поновно пуштање у рад након одржавања истовремено ради само на једном блоку.
- У случају *транспорта* је готово неизбежно збрајање оптерећења. (Оптерећење може да се смањи временским размештањем почетака смена у старим и новим блоковима.) Збирни саобраћај у шпигелима је у зависности о типу блока 75-95 аутобуса и 550-700 аутомобила. Збирна оптерећења могу да се искажу, очекује се да су знатна, међутим чак и овако је знатније оптерећење само у непосредној околини путева, где повремено може да дође до имисија преко граничне вредности. Може да се процени да је подручје деловања унутар појаса од 50–100 м од пута, но број објеката које треба заштити је на том подручју мали.

### 3.3.5. Утицаји погонских кварова и несрећа

Погонски кварови и несреће који за последицу имају кварење квалитета ваздуха могу да наступе због избијања ватре, односно због експлозије. Процењено подручје деловања оваквих погонских кварова је 1–3 км. На избијање ватре треба да се рачуна у следећим случајевима:

- запаљење уља у случају квара система за уље на турбини, квара трансформатора, квара система за уље помоћног погона, квара прекидача,
- квар у складишту гас-боца, квар гас-боце,
- унутрашњи транспорт опасног материјала,
- пожар у погонском складишту опасног и индустријског отпада.

Експлозија може да настане код резервоара у погону водоника, односно код резервоара азота. Ти утицаји се јављају у једном маху, могу да узрокују испуштања знатне количине, али провођењем одговарајућих мера не може да се претпостави настајање знатног вишка оптерећења које дохвата насељено подручје.

## 3.4. Карактеристике регионалне и локалне климе

### 3.4.1. Приказ основног стања

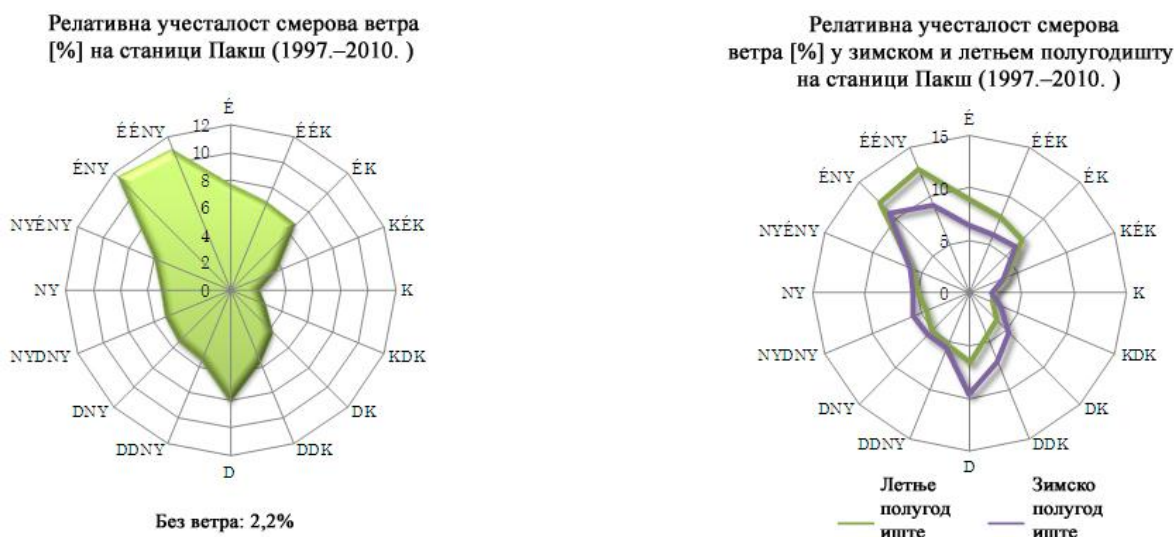
Регионалне и локалне климатско-метеоролошке карактеристике за околину места погона у Пакшу сажимамо на основу обраде података [70] које је израдила Државна Метеоролошка Служба (ДМС) < *Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ)* > а односе се на раздобље од 30 година између 1981. и 2010. године:

- На станици у Пакшу *просечна годишња средња температура* (1981.–2010.) је изнад државног просека, и износи 10,7 °С. Најтоплији месец је јул, а најхладнији је јануар. Просечно годишње температурно колебање (разлика између средње температуре најтоплијег и најхладнијег месеца) је 21,7 °С.
- Најсуша година од 1951. је била 1961. (285,9 мм), а година са највише падавина је 2010. година (990,9 мм). Месец са највише падавина је јун (72,3 мм), после њега долазе друга два летња месеца и мај. Секундарни максимум је у месецу новембру (54 мм). Најсуши месец је март (31,7 мм), али је *падавина* генерално мало и у јануару и фебруару.
- Падавине у облику *снега* у просеку падају 30 дана у години, а повезаног снежног прекривача има током 29 дана. Највише дана када је падао снег забележено је 1986. и 1996., а највише дана са снежним прекривачем 1996. године. Снег најчешће пада у јануару, али затим у фебруару и децембру. На први снег може да се рачуна негде од средине новембра, а просечни датум задњег снега пада негде крајем марта. Максимална висина снежног прекривача је у просеку око 20 см, а највећа висина снежног прекривача - 53 см, измерена је у новембру 1999.
- На подручју Пакша годишње се у просеку догоди 27 *олуја*, што прелази државни просек (20–25 олуја). У испитиваном периоду (1997.–2010.) годишње је забележено највише 36 олуја (1998. и 1999. године). Сезона олуја траје од априла до октобра, а главна сезона је период од маја до августа када може да се рачуна на просечно 5–6 олуја месечно, но у претходним је годинама забележено и по 9-10 олуја.
- Сунчевим светлом је насиромашнији месец децембар са просечним месечним бројем *сунчаних часова* од 53. У месецима од маја до септембра број сунчаних часова месечно у просеку прелази вредност од 250, а најсунчанији је јул са близу 300 сунчаних часова.
- На подручју Пакша просечни *ваздушни притисак* прерачунат на ниво мора износи 1017,5 hPa. Кретање унутар године слично је ономе у остатку земље: највише вредности су у правилу у јануару (1021,9 hPa), а најниже у априлу (1014,1 hPa). Просечни ваздушни притисак у летњем полугодишту је нижи од оног у зимском.
- Стварно *испаривање* (количина воде која заиста испари са површине земље) је најмање у периоду новембар–фебруар, а највеће у периоду мај–август. Могућност за испаривање је најмања током зиме, а могуће испаривање знатно прелази оно стварно у периоду пролеће–јесен, јер у то време нема на располагању довољно воде за испаривање.
- Од *смерова ветра* на годишњем нивоу најчешће је северозападно (11,6%) и север-северозападно струјање (11%), секундарни максимум је јужни смер (8,1%) (*Слика 3.4.1-1.*). У летњем полугодишту је доминантан смер север-северозапад (12,7%), затим северозападни смер (12,2%), па северни (8,9%), а јужни смер је потиснут на четврто место (6,7%). У зимском полугодишту превладавајући смер ветра је северозападни (10,8%), а на другом месту је јужни смер (9,6%), и трећи је смер север-северозапад (9,1%).
- Годишња просечна брзина ветра је на почетку испитиваног периода између 1997. и 2010. била између 1,9–2 m/s, а у протеклим годинама је између 1,6–1,7 m/s (тренд смањења). Највеће вредности брзине ветра су у марту и априлу, а најмање у периоду август-октобар. Просечно је без ветра 2,2% године, али је колебање између појединих година велико. (1997. и 2002. године је било 0,3%, 2007. године 4,5%.) На

време без ветра се са највећом вероватношћу може рачунати у периоду август-октобар, а најређе у марту и априлу. Најчешће дувају ветрови брзине 1,1–2 m/s, иза тога следи појас 0,1–1 m/s, па затим 2,1–3 m/s. Брзине између 5,1–6 m/s се јављају у мањем одсотку, а оне преко 6 м/с врло ретко.

Нуклеарна електрана смештена је југоисточно од града Пакша, па оптерећења из града уз честе ветрове северозападног смера долазе у околину електране. Такође, чести југоисточни ветрови носе загађење из смера електране у смеру града. Емисија из електране се уз најчешће смерове ветрова шири у смеру насеља на другој обали Дунава (Дунасантбенедек, Усод). Дунав као проветравајући ходник разређује и односи локалне емисије.

У случају традиционалних загађивача ваздуха у околини нуклеарне електране је доминантан утицај града. Овакви типови испуштања из електране су минимална. Из смера главног пута бр. 6. ветрови са западном компонентом носе саобраћајне емисије у смеру електране. Северни и западни ветрови турбулентних карактеристика потпомажу разређење загађења, док ламинарни јужни ветрови и периоди без ветра погодују нагомилавању загађења.



Слика 3.4.1-1. : Релативна учесталост смерова ветра [%] на станици Пакш између 1997.–2010. године

$\langle E = C, EEK = C-CI, EK = CI, KEK = I-CI, K = I, KDK = I-JI, DK = JI, DDK = J-JI, D = J, DDNY = J-J3, DNY = J3, NYDNY = 3-J3, NY = 3, NYENY = 3-C3, ENY = C3, EENY = C-C3 \rangle$

С аспекта настајања загађења ваздуха важан фактор је брдовитост терена и биљни покривач. Подручје између електране и града је равно те брда не спречавају разређење, односно ширење загађености. Током грађења нуклеарне електране засађена је заштитна шума веће површине чија функција чишћења-процеђивања доприноси смањењу загађења од саобраћаја. Шума у пракси изолује утицај загађења главног пута бр. 6 од електране.

### 3.4.2. Утицаји грађења

Климатски утицај грађења нових блокова нуклеарне електране потиче искључиво од тзв. урбанизацијског деловања<sup>15</sup>. Њега узрокују промене температуре, влажности ваздуха итд., настале због пораста изграђених површина. Нуклеарна електрана која је тренутно у погону и уз њу везане зграде су у тренутку када су завршене значајно промениле карактер површине. Направљена је урбанизација ранијих пољопривредних култура и билошки активних

<sup>15</sup> Назива се урбанизацијским (градским) деловањем, јер најбоље може да се прикаже у великим градовима.



површина, и то је значајно утицало на нпр. алbedo<sup>16</sup> подручја, односе испаравања и биолошку активност.

Због разлике у енергетској равнотежи између градске природне површине, просечна температура на изграђеним подручјима је већа од оне на суседним подручјима. Ова разлика може да буде релативно мала (само неколико десетинки °C). Према конкретним мерењима, разлика између годишњег просека средње температуре у центру града Будимпеште и приградског насеља Пештлеринц је 1,2 °C (Сас-Текеј, 1997.).

Нова електрана не гради се на пољопривредном земљишту нити подручју велике биолошке активности, већ на једној већ кориштеној травнатој површини. Подручје које ће бити привремено или стално изграђено величине је нешто преко 100 ха. Унутар тога ће се једним делом обликовати изграђене, другим делом покривене, а трећим делом индустријске зелене површине, и тиме може делимично да се компензује неповољан утицај града. Сличан изједначавајући утицај може да има и засађивање заштитне шуме у кругу око места погона, које утиче на смањење и осталих оптерећења околине (загађења ваздуха, буке) и погодно је за делимично откривање пејзажних утицаја.

Због грађења два нова блока и њима припадајућих објеката не очекује се значајнији микроклиматски утицај.

### **3.4.3. Утицаји рада нових блокова**

Везано уз постојање и рад нуклеарне електране треба да се испита деловање топлотног оптерећења које потиче од хлађења свежеом водом и већ раније споменуто урбанизацијско деловање које настаје у околини изграђене површине. Прво деловање је углавном карактеристично за термоелектране, а друго је карактеристика било које грађевине уз коју иде пространа изграђена површина.

#### **3.4.3.1. Утицаји топлотног оптерећења**

Током поступка прибављања дозволе заштите околине за продужење радног века постојећих блокова електране, за приказивање мезоклиматског утицаја тренутног топлотног оптерећења су између 2002. и 2004. године вршена мерења која се односе на метеоролошке параметре који могу да се повежу са топлотним оптерећењем. Топлотно оптерећење узроковано радом нуклеарне електране приказано је само непосредно уз канал за одвођење топле воде. У већини мерења је разлика вредности температуре на месту пре и после канала за одвођење топле воде била мања од 1 °C. На 200 м након места прикључења канала за одвођење топле воде утицај топлотног оптерећења више није могао да се једнозначно прикаже. Више вредности (1–3%) просечне месечне вредности влажности ваздуха у односу на референтну тачку највероватније су већим делом објашњиве близином Дунава. У случају хладније, ведрије, вертикално стабилније ситуације од просека, односно мирне антициклоналне ситуације, те су разлике биле нешто веће, али нису прелазиле одступање температуре за више од 1,5 °C (најчешће су биле испод 1 °C), односно одступање влажности ваздуха за више од 5% (најчешће је било испод 3%).

Хлађење нових блокова такође би се вршило свежеом водом, међутим уместо досадашње једне тачке, за увођење воде у Дунав користиле би се две тачке. У овом случају акцептор топлотног оптерећења би делимично био Дунав, а делимично атмосфера. Предавање топлоте се догађа у акцептору, али до границе придржавања раније утврђених температурних ограничења које се односе само на Дунав. Количина воде која се користи за хлађење свежеом

<sup>16</sup> Алbedo је мерни број који показује способност одбијања електромагнетских таласа од неке површине. (Просечни алbedo Земље: 39%, површина свежег снега: 80–90%, површина под травом: 20–30%, шума: 5–10%.)

водом ће уместо садашње количине ( $100\text{--}110\text{ m}^3/\text{s}$ ) у случају два нова блока снаге  $1600\text{ MW}$  и  $\Delta t = 8\text{ }^\circ\text{C}$  у периоду погона нових блокова (након заустављања постојећих блокова) износити  $172\text{ m}^3/\text{s}$ . Претпостављајући линеарну везу између количине тоpline и промене метеоролошких карактеристика у околини канала за одвођење топле воде ће мерена разлика температуре са  $1\text{ }^\circ\text{C}$  нарасти на  $1,7\text{ }^\circ\text{C}$ , а релативне влажности ваздуха са  $1\text{--}3\%$ , на  $1,7\text{--}5,1\%$ . Промена температуре у близини канала за одвођење топле воде и даље дакле неће бити знатна, али по нашем мишљању промена влажности ваздуха ће бити мерљива.

#### 3.4.3.2. Урбанизацијско деловање

Урбанизацијско деловање које наступа у фази грађења због значајне изграђености површине услед рада погона (кретање аутомобила, загађење ваздуха, испуштање топлоте, итд.) може да се повећа. Вишак топлоте може да појача услове за настанак пљускова, површинска разведеност и топлотна равнотежа која се разликује од околних површина може да модификује локалне услове кретања ваздуха, чиме могу да се промене и услови испаравања и влажности ваздуха. Постоји и томе супротан повратни механизам који умањује утицај града, нпр. повећање облачности, већа брзина ветра. У овоме своју улогу могу да имају и заштитна шума и индустријска зелена површина велике биолошке активности. Због погона нове електране, и евентулно неколико десетинка степени веће количине топлоте не рачунамо на знатнији микроклиматски утицај. Пораст релативне влажности ваздуха у близини канала за одвођење топле воде може да се прикаже у минималној мери.

#### 3.4.4. Заједнички утицај нуклеарних постројења у погону на локацији

У случају истовременог хлађења свежом водом оба погона, потребна количина воде износиће уместо садашњих  $100\text{--}110\text{ m}^3/\text{s}$  укупно максимално  $272\text{ m}^3/\text{s}$ . Претпостављајући и у овом случају линеарну промену, разлике у температури у околини канала за одвођење топле воде порашће са садашњих  $1\text{ }^\circ\text{C}$  [37] на  $2,7\text{ }^\circ\text{C}$ , а релативне влажности ваздуха са  $1\text{--}3\%$  [37] на  $2,7\text{--}8,1\%$ . То је већ за оба фактора знатна промена која ће бити мерљива. У поређењу са садашњим стањем не треба рачунати на знатнију промену урбанизацијског деловања ни приликом заједничког рада свих постројења, јер већину изграђених и покривених површина не чине нови већ постојећи објекти.

### 3.5. Површинске воде

#### 3.5.1. Приказ основног стања

У непосредној и широј околини нуклеарне електране најважнији водоток је Дунав (*Прилог: Слика М-8.*). Опскрбљивање електране водом за хлађење одвија се преко канала хладне воде који се из Дунава грана на  $1526,6\text{-том}$  километру. Вода се враћа у главно корито преко канала топле воде, утичући знатно при томе на околину, у првом реду узрокујући оптерећење топлотом.

На  $2\text{ km}$  од места погона, на поречју уз десну обалу Дунава налази се поток Чампа који се улива у главни канал Пакш – Фад. Последњих година је поток Чампа током већег дела године пресушен. Због тога се у главни канал Пакш – Фад преко канала изграђеног 1996. године доводи вода из система климатизације канцеларијске зграде електране са циљем надопуне воде у главном канала и – преко њега – у систему мртвих корита Фад-Толна-Бођисло. Површинске воде уз леву обалу Дунава не спадају у подручје непосредног деловања електране.

Остатак некад раширеног система мртвих корита на подунавској равници је и језеро Кондор које се налази југоисточно од електране. На подручју које је окружено језером Кондор, каналом с топлом водом и коритом Дунава, на 1 км источно-југоисточно од електране су од јама за вађење грађевинског материјала за електрану направљена језера за риболов, чија је заједничка површина 75 ha. Допуњавање језера Кондор и језера за риболов врши се повременим довођењем потрошене технолошке воде из електране. Дубина језера за риболов је неколико метара, а њихове воде су преко таложних подземних слојева повезане са водом Дунава. На 5 км северозападно од електране постављањем бране на поток Чампа створени су рибњаци Бирито. Међутим, због све чешћег пресушивања потока, систем језера је до данас практично већ престао да постоји.

Према одредбама Прилога 2. Уредбе Министарства заштите природе и водопривреде бр. 28/2004 (од 25.12.) о категоризацији подручја заштите квалитета површинских вода, површинске воде у околини места погона – и дотична деоница Дунава и остале текуће и стајаће воде – спадају у категорију уопштено заштићених вода.

У складу са Директивом Европског парламента и Европске комисије бр. 2000/60/ЕК (Оквирна Директива за воде) <*Víz Keretirányelv (VKI)*>, објављен је План управљања поречјима <*Vízgyűjtő-gazdálkodási Terve (VGT)*> као прилог Одлуке владе бр. 1042/2012. (од 23.02.), који дефинише 42 планске подјединице. Околина нуклеарне електране налази се унутар Подјединице 1-11 планског поречја Шио и налази се на његовој источној ивици.

Оквирна Директива за воде прописује достизање циљаног стања околине до 2015. године у нормалним околностима, а због несразмерно високих економских трошкова и проблема са финансирањем добро стање треба да се постигне до 2021. године.

### **Уопштена карактеризација релевантне деонице Дунава**

На деоници реке између Дунафелдвара и јужне државне границе у дужини од 127 км налазе се 32 окуке са различитом оштрином окретања смера тока. Просечна ширина корита код средњих водостаја је 400–600 м. Пад водотока је до Фајса 6–8 cm/km, а након њега је 4–5 cm/km. На обадве обале реке су – са изузетком високих обала на десној обали на потезу Дунафелдвар–Белчке код а и на потезу Дунасекче–Бар – подигнути насипи за заштиту од поплава. Код нуклеарне електране (1527. км) је ширина корита код средњих водостаја 430 м, а код поплавног водостаја 1,1–1,2 км.

На темељу регулационих планова који су направљени крајем 1970-их година, деоница реке између Дунафелдвара и јужне државне границе сматра се делимично регулисаном. Регулисањем средњег водостаја стабилисано је и главно корито. Међутим, пораст брзине тока због сужавања корита и повећање пада због скраћења су повећали способност реке за транспорт наноса па је започео процес продубљивања корита. У интересу заустављања пада нивоа воде, у последњих 20-так година се граде регулациони објекти са нижим нивоом и коригованим тлоцртним распоредом.

Северно од водозавхвата нуклеарне електране, непосредно изнад града а Дунав једном великом окуком мења смер тока из западног у јужни. Због тога се линија кретања главног тока помера у смеру десне обале, па се испупчена обала дуж обале поред града и испод њега покровом од камена штити од бочно делујуће ерозије. У склопу стабиловања корита реке код средњих водостаја су на удубљеном делу обале између 1530. и 1533. км на сваких 600–750 м направљене тзв. мамузе. Стварање приобалних наноса дуж леве обале је и тренутно у току све до 1525,5-тог километра.

Код 1526-тог километра се линија главног тока пребацује у близину леве обале. Испод упушта канала с топлом водом из нуклеарне електране, гдје се таласна површина на десној обали постепено проширује, налази се наносно острво дужине око 2 км. Овај нанос, који је неповољан за бродски саобраћај, је мамузама већ пре неколико деценија регулисан како би се омогућило постепено природно попуњавање залива. Истовремено са тим, на другој обали

код Усода су на сваких приближно 400 м изграђене кратке мамузе. Овим је линија леве обале у целини стабилизвана.

### **Водоток Дунава**

Количину воде у току Дунава одређују у првом реду топљење снега и количина падавина у Алпима. Јако повећање водостаја се карактеристично везује уз топљење снега у рано пролеће те максимум падавина и топљење глечера у рано лето. Трајни ниски водостаји су најчешћи између новембра и фебруара.

Због недостатка значајнијих притока, количина воде у Дунаву се од Дунаувароша до Мохача једва мења. Најмањи проток у периоду између 1960. и 1989. године је био  $780 \text{ m}^3/\text{s}$ ; дугогодишњи просек је  $2350 \text{ m}^3/\text{s}$ ; а највећи проток је  $8870 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Висина водостаја на одсечку код електране на 1527. километру може да се одреди на основу мерења мерне станице (на 1531,3 километру), која функционише од 1. јануара 1868. године. Нулта тачка је на надморској висини од 85,38 м. Најнижи измерен водостај од почетка мерења је  $-58 \text{ cm}$  ( $84,80 \text{ m/nm}$ , 3. децембар 2011.). Највиши водостај без залеђене површине је био  $+872 \text{ cm}$  ( $94,10 \text{ m/nm}$ ), и забележен је 19. јуна 1965. године. Највиши водостај са залеђеном површином измерен је 27. фебруара 1876. и износио је  $+1006 \text{ cm}$  ( $95,44 \text{ m/nm}$ ). Апсолутна годишња разлика у водостају зависи у првом реду од максимума водостаја приликом поплавног периода: већином износи између 6 и 7 м, али у појединим водостајно екстремним годинама се приближи и 9 м.

У последњих десет година је учесталост екстремно ниских и екстремно високих водостаја порасла. Између 2003. и 2009. године је сваке године забележен водостај од  $-17 \text{ cm}$  ( $85,21 \text{ m/nm}$ ) или нижи. Истовремено, 2002., 2006. и 2010. је забележен водени талас чији је водостајни максимум био између  $+836$  и  $+861 \text{ cm}$  (на нивоу или изнад  $93,74 \text{ m/nm}$ ) што је близу ранијег највишег водостаја.

Мерна станица меродавна је и за поплаву. Према Измени Уредбе КХВМ бр. 10/1997 (од 17.07.) о заштити од поплаве и подземних вода из 2010. године, на десној обали Дунава, степен заштите од поплава на деоници Ушће Шио треба да се одреди према подацима из мерне станице. Ниво за активацију 3. степена приправности на десној обали, како је сада на снази, прелази највиши водостај без залеђене површине. Истовремено, на левој обали Уредба за заштиту од поплаве за деоницу Усзод–Солт Уредба прописује знатно ниже водостаје за поједине степене приправности. Све ово добро илуструје разлике у угрожености од поплава између две обале.

Према одредбама Министарства заштите околине и водопривреде бр. 11/2010. (од 28.06.) о референтним високим водостајима река, на дотичној деоници Дунава висина објекта за заштиту од поплава треба да се одреди тако да за 1 м премаши референтни високи водостај који је одређен у прилогу Уредбе. На 1527. километру Дунава код нуклеарне електране референтни високи водостај је тренутно  $94,05 \text{ m}$  надморске висине.

На деоници Дунава код електране (на 1527 километру) водостаји су – у складу са одступајућим периодима пораста и пада водостаја – постављени за  $0,3\text{--}0,6 \text{ m}$  ниже од оног измереног на мерној станици.

Ниво наноса на месту погона нуклеарне електране је  $97,00 \text{ m}$  надморске висине. То је за скоро  $3,0 \text{ m}$  изнад референтног водостаја и за око  $1,4 \text{ m}$  изнад висине водостаја без залеђене површине који се јавља сваких 10 000 година (израчунато са вероватношћу појављивања од  $0,01\%$ ), те је виши од висине круне насипа заштите од поплаве на левој обали Дунава у деоници код електране, а који је на  $96,60 \text{ m}$  надморске висине. Узимајући све ово у обзир, погон нуклеарне електране може да се сматра безбедним с аспекта заштите од поплава. При тренутном протоку може се искључити настајање високог воденог таласа који би плављењем погона нуклеарне електране могао проузроковати непосредно загађење Дунава.

За безбедно функционисање нуклеарне електране у у неопходно је осигурати одговарајуће хлађење свежеом водом. Код пројектовања електране као основна вредност узет је најнижи водостај забележен на мерној станици од +27 cm (85,65 m/nm), а као референтни ниски водостај за деоницу код електране одређен је ниво од 85,24 м надмоске висине. У складу са тим, за усисну страну пумпи за воду за хлађење електране прописани минимални ниво надморске висине је 84,74 м. Међутим, већ у години када је пуштен у погон 1. блок, у јесен 1983. је код мерне станице измерен водостај од -27 cm, што је знатно ниже од ранијег најнижег водостаја. Он је за резултат на месту излазне гране канала хладне воде дао водостај од 84,77 м надморске висине.

Тадашња испитивања су једнозначно потврдила да је смањење ниских водостаја узроковано експлоатацијом шљунка из корита Дунава за потребе грађевинарства, што је знатно премашило степен природне надокнаде па је она због тога забрањена.

Последица усецања корита код ниских водостаја јесте та да се проток приликом ниских водостаја у задњих 25 година догађа на све нижем нивоу. [71], [72].

Потребе за водом за хлађење нуклеарне електране у у задовољавају се преко канала хладне воде који се одваја на тачки 1526,6. километра тока Дунава. Количина свеже воде, утврђена дозволом коју су издале власти, износи  $98 \text{ m}^3/\text{s}$  (2,5 милијарди  $\text{m}^3$ /годину). Стварно коришћење свеже воде на годишњем нивоу се између 1997. и 2008. године кретао између 2,1 и 2,4 милијарди  $\text{m}^3$ . Поред нормалног погона четири блока, количина воде потребна за хлађење турбинских кондензатора је  $100\text{--}110 \text{ m}^3/\text{s}$ . Потребе за водом за хлађење која прелази количину свеже воде која се сме узети су решене повратним коришћењем унутар технологије воде.

Извађена свежа вода износи око 4-4,5% протока Дунава код средњег водостаја, и око 14% просечно најнижег протока Дунава од  $700 \text{ m}^3/\text{s}$ . Готово целокупна количина извађене воде за хлађење се на тачки која се налази на 450 м ниже од тачке узимања враћа у Дунав преко цеви за усмеравање у каналу топле воде. Кориштење воде за потребе електране не узрокује знатну количинску промену, међутим враћање искоришћене воде за хлађење има утицај на струјање и дно корита, на квалитет воде Дунава, на температуру воде и на еколошке односе.

### Струјање и корито Дунава

У околини нуклеарне електране су више пута вршена хидрометријска<sup>17</sup> мерења. Прво 1967. године [73], а затим 1983. године са протоком од  $2900 \text{ m}^3/\text{s}$  и потрошњом воде за хлађење од  $55 \text{ m}^3/\text{s}$  те 2003. године са протоком од  $1600 \text{ m}^3/\text{s}$  и номиналном потрошњом воде за хлађење од  $110 \text{ m}^3/\text{s}$ . Код средњих водостаја је утицај млаза топле воде на подршину струјања био мањи, линија водене струје се и код 1525. километра кретала на десној страни. Код нижих протока, под утицајем преусмеравања помоћу мамуза, се линија кретања водене струје на 1525. километру креће већ левим делом корита.

У подручју нуклеарне електране просечна дубина Дунава је за време ниског водостаја 4 м, а у линији кретања водене струје 5–6 м. Материјал корита чине углавном шљунковити песак и песковити шљунак.

У ужој околини нуклеарне електране престало се с продубљавањем корита ниског водостаја, и оно је релативно стабилно. Међутим, због знатног смањења струјом ношеног талоба, ова деоница Дунава је дефицитарна талогом, па тако тренутно осетљива равнотежа може лако бити нарушена.

Повећање брзине воде и турбуленција испод упуста канала са топлем водом је као резултат дала знатно продубљивање корита (*Прилог, Слика М-9.*). Истовремено је висина ивичног наноса дуж десне обале (Нанос Усод) порасла, на његовој површини се настанило стално биље, и изнад шљунковитог песка је почео да се ствара прекривач наноса од малих честица.

<sup>17</sup> Хидрометрија: наука о мерењу вода, научна грана која се бави мерењем важних техничких карактеристика (на пример брзине протока) вода текућица и стајаћица.

Услед продубљивања корита ниског водостаја дуж леве обале између 1525,6. и 1526,1 километра реке у последњих 5 година такође је почео да се ствара танки, дугачки нанос.

### **Квалитет воде Дунава**

Захваљујући све строжем регулисању заштите околине, квалитет воде Дунава је услед знатног смањења оптерећења индустријским и комуналним отпадним водама у последњих неколико деценија стално у побољшању. На *слици М-10. Прилога* приказан је временски развој годишњих вредности неколико карактеристичних параметара квалитета воде који имају сталност од 90% и који су мерени на тачкама главне мреже контроле квалитета воде на деоници Дунава од Дунафелдвара до Херцегсанта. Из приложеног се види да је у временском периоду између 1979. и 2004. године пуно значајнија промена кроз време него промена у концентрацији параметара који су испитани према смеру тока.

Квалитет воде у подручју Пакша у овом тренутку према параметрима измене кисеоника и садржаја органских твари спада у категорију I-II (одличан-добар), како то одређује норма квалитета МСЗ 12749:1994, а према садржају биљних прехранбених твари у категорију II-III (добар-подношљив). С обзиром на органске и неорганске микрозагађиваче, према концентрацији ањонско-активних детерџената и отровних метала квалитет воде спада у категорију I-II, према садржају фенола у категорију II-III, а према садржају нафте и деривата – упркос знатног побољшања – у категорију IV (загађена).

На местима узимања узорка на деоници Дунава испод нуклеарне електране (Фајс, Баја, Мохач, Херцегсанта) квалитет воде уопштено није лошији од онога изнад (Дунафелдвар). Дакле, квалитет воде Дунава се знатно не мења због испуштања искоришћене воде из нуклеарне електране.

Водопривредно и квалитативно испитивање система воде у нуклеарној електрани Пакш се врши од 1983. године [74]. У оквиру мониторинга на лицу места, квалитет воде Дунава се испитује изнад тачке испуста канала хладне воде на 1527. километру, и испод тачке упушта канала топле воде на 1526. километру.

Ово узимање узорка је потврдило закључке донесене након испитивања воде станица главне мреже: утицај искоришћене воде из нуклеарне електране дуж уздужног одсечка Дунава могао је да се одрази у првом реду на температуру воде, на факторе кретања кисеоника, те на поједине микрозагађиваче, нафтне деривате и компоненте карактеристичне на отпадне воде из домаћинства. Међутим, концентрација загађења је само мало прелазила карактеристичну просечну вредност за воду Дунава.

У нуклеарној електрани годишње настане 240–280 000 m<sup>3</sup> комуналних отпадних вода. Сопствени погон за прочишћавање отпадне воде у електрани користи технологију прочишћавања с активним муљем и потпуном оксидацијом, а капацитет му је 1870 m<sup>3</sup>/дану (657 000 m<sup>3</sup>/годину). Прочишћена отпадна вода кроз цевовод одлази у канал топле воде на деоницу која се налази изнад цеви за усмеравање у каналу топле воде, па се мешајући са искоришћеном водом за хлађење више хиљада пута разређена враћа натраг у Дунав.

Вода добијена из Дунава се не користи само као вода за хлађење, већ и као резервна индустријска вода. У нуклеарној електрани се јоноизмењивачким прочишћавањем произведе годишње око 1 милион m<sup>3</sup> воде без разних соли. Годишње током поступка настаје 140–160 хиљада m<sup>3</sup> кисело и алкално загађених индустријских отпадних вода, чија се неутрализација и таложјење врше у таложници капацитета 10 000 m<sup>3</sup>, на подручју између канала хладне и топле воде. Квалитет воде и испуштања контролише редовна погонска контрола и контрола органа власти. Испуштање се одвија кроз сакупљачки цевовод за комуналне отпадне воде уз увођење у канал топле воде изнад цеви за усмеравање.

### Температура воде Дунава

Температура воде Дунава се на месту најближем погону редовно мери на мерном исечку код пристаништа Пакш, на 1531,3 километру. Пре грађења нуклеарне електране је највиша температура воде била 25,2 °С (8. августа 1971. године.). Током погона је 2006. године измерена највиша вредност (26,7 °С), а пре тога у лето 1994. и 2003. 25,9 °С. Приказ температуре воде Дунава у периоду од 1990. до 2009. године може се видети на *слици М-11. Прилога.*

Према одредбама става (1) члана 10. Уредбе Министарства заштите околине бр. 15/2001. (од 01.06.) о испуштањима радиоактивних материја у ваздух и воду, те њихове контроле, током кориштења атомске енергије, разлика у температури ( $\Delta T$ ) између воде која се испушта из нуклеарне електране и прихватне воде не сме да буде већа од 11 °С, односно у случају када је температура прихватне воде нижа од +4 °С не сме да буде већа од 14 °С. Температура прихватне воде на било којој тачки на делу дужине 500 м у смеру тока од тачке упушта не сме да пређе 30 °С ( $T_{\max}$ ).

У систему погонског мониторинга нуклеарне електране у Пакшу, температуру воде у каналу воде за хлађење мере сваких сат времена. Процеђена вода из канала хладне воде након проласка кроз технолошке системе враћа се натраг у Дунав загрејана за 7–9 °С (у зимским месецима за 11–12 °С) у односу на температуру воде Дунава у било ком тренутку.

Испитивање вероватности и трајности температура и протока воде је показало да треба да се рачуна са две референтне ситуације: са летњом највишом температуром и са јесењим намањим протоком. Лети, када температура воде Дунава пређе 24 °С, у првом реду треба да се узме у обзир критеријум ограничења максималне температуре ( $T_{\max}$ ). Најкритичнији је период ниских водостаја који настаје лети приликом дуготрајног топлот и сувог периода времена са екстремним врућинама. У тим је периодима нуклеарна електрана активирала мере за заштиту квалитета воде, придржавајући се температурним ограничењима. У периоду јесенско-зимских ниских водостаја, када је релативно топлотно оптерећење знатно због малог дотока воде, у првом реду треба се придржавати прописаних температурних разлика ( $\Delta T$ ).

За испитивање мешања загрејане воде за хлађење са водом Дунава, између 1983. и 2005. године спроведено је шест термовизијских мерења [75] (*Слика М-12. Прилога*). Према снимцима независно од притока воде и њене температуре у Дунаву, на деоници од 1-2 км од места упушта млаз топлоте је релативно хомоген, те осим улазне турбуленције мешање готово да се и не појављује. Млаз топлоте се креће према доле пријањајући уз десну обалу, и продире на подручје воде између подводних препрека. Мешање млаза топлоте већином се догађа на деоници од 4-5 км од тачке упушта, а на удаљености од 10 км на основу површинске температуре воде више није мерљива.

За испитивање мешања испод површине воде, односно разлика у температури према дубини, на деоници Дунава између 1527. и 1499. километра је на 8 одсека испитана расподела температуре по дубини [76]. Према мерењима код моста у Сексарду, то јест 27 км испод тачке упушта, температура воде у целом дубинском одсечку Дунава је за 1,1–1,3 °С топлија од воде уз леву обалу. Међутим, та разлика више није релевантна за крајње субјекте изложене утицајима (поједине врсте воденог живог света).

У деоници реке на коју утиче млаз топлоте повећана температура воде на неким местима убрзава разлагање органских твари у реци, што резултира повећаном потрошњом и одузимањем кисеоника. Услед увођења топле воде укупна количина биомасе у Дунаву је већа од оне на вишим одсечцима. Водени живи свет на деоници од неколико километара након упушта је најбогатији с обзиром на број врста на том подручју. Густина јединки рибљег фонда под утицајем више температуре – нарочито у зимским месецима – премашује ону просечну. Свеукупно може да се закључи да су водохемијски и хидробиолошки утицаји



увођења топле воде у складу с оним што прописују органи власти, и да ни у једном случају није дошло до прекорачења граничних вредности квалитета воде.

Процес мешања загрејане воде за хлађење испитиван је бројчаним моделима [77]. На основу резултата прорачуна, састављени су предлози за развој мониторинга и управљања погоном. Оцењени су могући утицаји промене климе, уз анализу потенцијалних климатских утицаја за 2050. годину. Утврђено је да се тренутно у просеку 2-5 дана годишње јавља позадинска температура воде Дунава која износи изнад 24–25 °С, што је критично у односу на пропис о заштити околине који се односи на референтни одсечак од 500 метара испод упушта. Уз претпостављени сценарио промене климе, трајање критичног стања може нарасти троструко на 8-16 дана, но несигурност ове процене је знатна.

### **3.5.2. Утицај грађења**

Током успостављања и грађења планираних блокова – уз већ постојећи утицај блокова који су тренутно у погону – вишак оптерећења испитиван је с аспекта следећих непосредних и посредних утицаја: обезбеђење, обрада и одвођење технолошке воде и воде за хлађење; обрада и одвођење комуналних отпадних вода; обрада и одвођење воде узете приликом радова на темељима; обрада и одвођење падавинских и осталих отпадних вода; површинско загађење воде које наступа као последица захвата на кориту и обали Дунава и настајања прашине.

#### **3.5.2.1. Вађење потрошне и технолошке воде**

##### **Потребе за технолошким водом**

Потребе за технолошким водом се задовољавају узимањем воде из Дунава. Претпоставља се да ће за време пробног погона бити потребе за великом количином воде пречишћене јоноизмењивачем, која ће се обезбедити из погона резервне воде који ће бити изграђени уз нове блокове. Тачне потребе за водом за поједине фазе грађења у тренутној фази пројектовања још нису познате. Количине воде које су доставили добављачи појединих типова блокова се крећу између 400 м<sup>3</sup>/дану и 1300 м<sup>3</sup>/дану, а просечна потреба је 1000 м<sup>3</sup>/дану [27 – 30].

##### **Вода за гашење požара**

Вода за гашење пожара ће се и за погон нових блокова узимати из Дунава и процедурних бунара на обали. Максимална потреба за водом је 47 л/с, а месечне потребе се процењују на 1000 м<sup>3</sup>/месецу [26], [27].

#### **3.5.2.2. Испуштање отпадних вода**

Током грађења на Дунав делује одвођење воде након прочишћавања. И код нових блокова треба се придржавати граничних вредности испуштања према Прилогу 2. под насловом Граничне вредности испуштања према подручним категоријама заштите квалитета воде Уредбе Министарства заштите околине и водопривреде бр. 28/2004 (од 25.12.), а који се односи на непосредно увођење отпадних вода у приматеља.

##### **Одвођење воде с места дубоког грађења**

Квалитет воде који настаје одвођењем из радне јаме захтева сталну контролу због високе концентрације муља и евентуалног загађења уљима. Поред могућности цеђења, а накоп проведене обраде, таложења и одвајања уља према потреби, могуће је извршити увођење воде у Дунав узимајући у обзир граничне вредности према прилогу 2. Уредбе Министарства

заштите околине и водопривреде бр. 28/2004 (од 25.12.) Штетни утицаји који настају ограничени су на период извођења темељних радова и могу да се смање уз потребан опрез и придржавање граничних вредности испуштања.

### **Падавинске воде**

За одвођење вода које стварају падавине на приступно и погонско подручје нове нуклеарне електране и које настају отапањем снега, успоставља се систем за одвођење и обраду падавинских вода. Прималац сакупљене воде – након одвајања уља – може бити и канал хладне и канал топле воде. Код започињања радова грађења – независно од типа блока – потребно је да се успостави један привремени систем за одвођење падавинских вода који треба да се развија како напредују радови у складу са потребама. Падавинске воде, нарочито у фази грађења могу да садрже муљ, уље и загађиваче из ваздуха, а пре упуштања воде у примаоца треба и даље извршити одговарајућу контролу и обраду.

### **Комуналне отпадне воде**

Грађење нових блокова захтева велики број радне снаге, чиме се повећава количина насталих комуналних отпадних вода. Зато ће се за обраду комуналних отпадних вода насталих на месту грађења још пре почетка грађевинских радова успоставити нови погон за прочишћавање отпадних вода. Прихватилац прочишћених отпадних вода је Дунав преко канала за топлу воду. [78]

Број радника у различитим фазама грађења може се знатно мењати. Према подацима које су доставили добављачи тај се број може кретати између 1200 и 7000 особа. Рачунавши са 140 л/дану/особи, количина дневно испуштених комуналних отпадних вода износи 168–980 м<sup>3</sup>/дану [26 – 30].

Уз придржавање граничних вредности, испуштање отпадних вода не утиче знатно на квалитету прихватиоца, Дунава, те њихов утицај остаје унутар 5 км.

#### **3.5.2.3. Остали утицаји**

Нуклеарна електрана располаже са једном речном луком успостављеном на каналу хладне воде. Успостављањем привремене луке на обали Дунава могу да се смање утицаји које узрокује путни саобраћај.

Успостављањем пумпне станице на обали Дунава намерава се осигурати опскрбљивање водом новог канала хладне воде са усправним коритом, којим се обезбеђује опскрбљивање система за хлађење нових блокова и који чини део двостепенског система хлађења са свежеом водом. Извођење преносног погона има непосредан утицај на квалитет и хидродинамичко стање воде Дунава. Повремени утицаји објекта непосредно делују на обалу и корито Дунава. Морфолошке промене и промене квалитета воде промењених услова струјања захтевају детаљно испитивање.

#### **3.5.2.4. Посредни загађивачки утицаји**

Као посредни утицај треба истражити слегање прашине настале током грађевинских радова на површинским водама. Прашење може да се минимализује тако да се површина влажи, главни саобраћајни путеви превуку прелазном (обезпрашујућом) превлаком и води брига да се минимализује прашење из товара транспортних возила, нпр. ако га се стално држи влажним или покрије током сувог раздобља. Оног што је прописано Уредбом владе бр. 306/2010 (од 23.12.) о заштити ваздуха треба се придржавати за време пројектовања, извођења, рада погона и напуштања.

У циљу избегавања да угљоводоници који цуре из радних машина загађују тло те подземне и површинске воде, битно је одабрати одговарајуће машине и стално их одржавати. За радне машине треба успоставити радионицу за поправак/одржавање, пумпну станица за гориво, резервоаре горива и складиште за уље у бурадима. Посебно је важно да се у овим објектима минимализује капљање и цурење.

### **3.5.3. Утицаји погона нових блокова**

#### **3.5.3.1. Обезбеђење воде за хлађење**

Током испитивања могућности хлађења [21], у случају коришћења хлађења хладном водом рачунало се са потребама за водом наведеним у *Табели 2.4.2-1. Подглаве 2.4.2.* Преносни објекат на Дунаву за двостепенско узимање воде убацује у нови канал хладне воде 132–172 m<sup>3</sup>/s воде. Утицај пумпне станице на брзину Дунава, на бродски саобраћај и локалне морфолошке односе треба да се испита локално и на дуге стазе, јер се узимање воде врши у близини линије кретања струје притиснуте уз десну обалу. Потребне за водом у случају погона нових блокова је отприлике 25% од просечно најмањег дунавског протока, односно око 7,5% од просечног средњег протока. Подручје утицаја узимања воде за хлађење је површина Дунава између канала хладне и топле воде.

#### **3.5.3.2. Узимање остале технолошке воде**

Према информацијама од добављача у случају нормалног погона просечне дневне потребе за водом пречишћеном јоноизмењивачем износе 430 m<sup>3</sup>/дану, а максимум може да се постави на 3000 m<sup>3</sup>/дану. Минималне и максималне вредности настале потребе за водом су 315 m<sup>3</sup>/дану и 4000 m<sup>3</sup>/дану [26], [28], [29], [30].

Вода за гашење пожара за погон нових блокова узимаће се из станице обалских процедурних бунара. Максимална потреба за водом је 20–47 l/s, а просечна годишња потреба може да се процени на 3000 m<sup>3</sup>/годину [26], [27], [29].

#### **3.5.3.3. Испуштање прочишћених отпадних вода**

Током погона електране отпадна вода може да настане у следећим процесима: обрада воде, омекшавање воде, издување генератора паре, чишћење, регенерација система за управљање кондензатом, испуштање уљем загађених (предобрађених) и других технолошких отпадних вода, те комуналних отпадних вода.

Поред прочишћених отпадних вода, треба да се рачуна и на настанак коришћених вода које не требају прочишћавање. Отпадне воде које треба обрадити требају да се прикупе и може да их се пусти у Дунав преко прочишћивача отпадних вода који је изграђен још у периоду грађења. Квалитет отпадних вода мора да задовољи граничне вредности из Уредбе Министарства заштите околине и водопривреде број 28/2004 (од 25.12.) о граничним вредностима које се односе на испуштање загађивача воде и појединим правилима за њихову примену.

#### **Комуналне отпадне воде**

После испуштања врло великих количина комуналних отпадних вода за време грађења, у фази погона треба да се рачуна на знатно мању количину насталих отпадних вода. Процењена очекивана количина је између 50 m<sup>3</sup>/дану и 160 m<sup>3</sup>/дану, просечно 100 m<sup>3</sup>/дану.

### **Испуштање осталих отпадних вода**

Поред испуштања комуналних отпадних вода, отпадне воде могу да настану током обраде воде (одмулавање таложника, регенерација јоноизмењивача, односно испирање филтера), чишћења зграда и хала те током других технолошких процеса. Отпадне воде евентуално загађене уљем могу да се уведу у систем одводње погона преко филтера за уље и муљ.

### **Одвођење падавинских вода**

Мада падавинске воде могу да садрже муљ, уље и загађиваче из ваздуха посебно за време грађења, и у фази погона треба обезбедити одговарајућу контролу и обраду пре увођења у примаоца. Код извођења система за одвођење падавинских вода треба водити рачуна о уградњи филтера за уље те о базенима за складиштење падавинских вода како би и у случају интензивних падавина сакупљена количина воде могла да се задржи.

Надокнада воде у језеру Кондор и рибњацима се догађа повременим упуштањем искориштене технолошке воде из нуклеарне електране. То се и даље може вршити током погона нових блокова уз придржавање граничних вредности испуштања према прилогу 2. Уредбе Министарства заштите околине и водопривреде бр. 28/2004 (од 25.12.) о граничним вредностима испуштања одређеним за поједине територијалне категорије заштите квалитета воде, а које се односе на непосредно упуштање отпадних вода у примаоца.

Подручје утицаја падавинских вода и испуштања других отпадних вода на Дунав остаје унутар 5 км. У даљем току се моделом мешања треба испитити да ли настаје промена у разреду квалитета воде, односно колико је тачно подручје деловања.

#### **3.5.3.4. Испуштање загрејане воде за хлађење**

Вода за хлађење загрејана у систему за хлађење свежом водом својим повратком у Дунав непосредно предаје садржај топлоте води реке. Деоница новог канала топле воде, односно планирано увођење топле воде на два места, служи интензивном мешању загрејане воде за хлађење током заједничког рада старих и нових блокова нуклеарне електране.

Коришћење воде Дунава као воде за хлађење је према важећим прописима ограничено повратком искориштене воде за хлађење и оптерећењем топлотом узрокованим том водом. Смернице су Уредба владе бр. 220/2004. (од 21.07.) о прописима заштите квалитета површинских вода и Уредба Министарства заштите околине и водопривреде бр. 28/2004 (од 25.12.) о граничним вредностима испуштања загађивача воде и појединим правилима њихове примене. Топлотно оптерећење из нуклеарне електране Пакш у овом тренутку регулише Уредба Министарства околине бр. 15/2001 (од 01.06.) о радиоактивним испуштањима у ваздух и воду током примене атомске енергије и њиховој контроли. Она прописује (а) разлику у температури између воде испуштања и примаоца – што MVM Paksı Atomerőmű Zrt. и у овом тренутку контролише – и (б) ограничава температуру у одсечку од 500 м од места упушта у смеру тока на максимум од 30 °С. [79]

У случају високе температуре Дунава потребне су додатне техничке мере (умешавање хладне воде, смањење излазне снаге блокова) за придржавање ограничења испуштања.

У текућој води прихватиоцу (Дунав, 1526,2–1510 км), смо извршили прорачун температуре воде – интегрисан, односно просечан по дубини – која настаје под утицајем увођења топле воде на основу Директиве МИ-10-298-85 – *Утврђивање ширења загађивача у рекама*. Наш прорачун даје процену за расподелу температуре уз претпоставку да је максимална температура воде која се испушта 30 °С, да је просечна брзина воде 1,1 m/s, и да је просечна дубина 4,5 m:

- (1) Пораст температуре воде се спушта испод 1 °С у случају блокова 2×1200 MW на удаљености од око 4,5 км од места упушта канала топле воде, и у случају блокова 2×1600 MW на удаљености од око 8,5 км од места упушта канала топле воде.

- (2) Попречно мешање млаза топлоте се догађа у потпуности на удаљености од око 30 км од места упушта.

На основу испитивања утицаја, мерења на лицу места и нумеричких модела лабораторијских мерења извршених за блокове који су тренутно у погону, може да се процени утицај и подручје утицаја нових блокова [37]. Подручје утицаја топлотног оптерећења од погона нових блокова је око 4,5–8,5 км.

### 3.5.3.5. Оцена утицаја на површинске воде према Оквирној директиви за воде

Према Плану коришћења поречја у Мађарској на подручју нуклеарне електране Пакш могу да се раздвоје следећи водотоци: Дунав, поток Чампа, Главни канал Пакш-Фад, Мртви крак Дунава Фад, рибњаци риболовног друштва Пакш, те подручје заштићене природе језера Селид које припада Националном Парку Кишкуншаг.

Погон нових блокова с аспекта увођења индустријских и комуналних отпадних вода те воде за хлађење може утицати на циљеве везане за околину зацртане за воду Дунава. У случају увођења индустријских и комуналних отпадних вода квалитета који одговара прописима, треба да се испита да ли испуштање приликом грађења и нормалног погона узрокује рушење квалитативног разреда.

Програм техничких мера Плана коришћења поречја садржи предузимање мера у вези са тачкастим увођењима у површинске воде. План коришћења поречја утврђује само очекивања, не утврђује контролни одсечак мерења температуре испуштене топле воде. У случају Дунава и температуре испуштене топле воде која износи  $T_{\max} = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ , температурни корак код температуре воде Дунава испод  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$  је  $\Delta T_{\max} = 10\text{--}12\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а код температуре воде Дунава изнад  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$  је

$\Delta T_{\max} = 5\text{--}8\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Разлика у температури након потпуног мешања износи  $\Delta T = 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , што задовољава када се познају планирани развојни параметри.

У случају потока Чампа, главног канала Пакш-Фад, мртве гране Дунава Фад, рибњака риболовног друштва Пакш те језера Селид, грађење и погон нових блокова нема знатног учинка на мере одређене Планом коришћења поречја.

### 3.5.4. Заједнички утицај нуклеарних постројења на месту погона

За хлађење четири блока постојеће електране из Дунава се узима  $100\text{--}110\text{ m}^3/\text{s}$  (мах.  $120\text{ m}^3/\text{s}$ ) воде. Овој количини воде се додаје потреба за водом за хлађење која зависи од снаге нових блокова. Максимум заједничких потреба за водом за хлађење постојећих и нових блокова износи  $292\text{ m}^3/\text{s}$ , што чини око 42% од просечног најнижег протока Дунава ( $700\text{ m}^3/\text{s}$ ), односно око 12,5% од средњег протока.

У постојећој електрани годишње настаје  $240\text{--}280$  хиљада  $\text{m}^3$  комуналних отпадних вода које се прочишћавају у електранином сопственом погону за обраду отпадних вода капацитета  $1870\text{ m}^3/\text{дану}$  ( $657$  хиљада  $\text{m}^3/\text{годину}$ ). Квалитет отпадних вода из постојеће и нове електране у једнакој мери мора да задовољи граничне вредности према одредбама Уредбе Министарства заштите околине и водопривреде бр. 28/2004 (од 25.12.).

Стари и нови блокови нуклеарне електране код заједничког погона укупно испуштају највише  $292\text{ m}^3/\text{s}$  загрејане воде за хлађење у Дунав преко постојећег, односно нове деонице канала топле воде који служи интензивнијем мешању. На основу прорачуна – по дубини интегрисане, односно просечне – расподеле температуре воде која настаје под утицајем увођења топле воде у водоток-прималац (Дунав,  $1526,2\text{--}1510$  км), изложеног у *Подглави 3.5.3.4.*, може да се утврди следеће:

- (1) Температурни пораст узрокован упустима се спушта испод 1 °C у случају погона нових блокова 2×1200 MW на око 20 км од канала топле воде, а у случају 2×1600 MW на око 25 км од канала топле воде.
- (2) Потпуно бочно мешање млаза топлоте се догађа на удаљености од око 30 км од упушта.

Вађење воде из Дунава за хлађење је за заједничке потребе за водом постојећих и нових блокова знатно. Подручје утицаја заједничког топлотног оптерећења узимајући у обзир хлађење свежеом водом и за постојећу и за нову електрану је око 18–24 км.

### 3.5.5. Утицај погонских кварова и несрећа

Код испитивања утицаја на околину погонских кварова и несрећа које изазивају нерадиоактивно загађење, треба да се узме у обзир количина ускладиштене текуће опасне материје. Амонијаков хлорид, литијум диоксид, натријум молибдат, натријум бромид, полифосфати / ортофосфати / фосфорна киселина, цинк ацетат и етилен / пропилен-гликол због мале количине складиштене у згради не представљају битан ризик за површинске воде ни у случају евентуалне несреће.

Складиштење материјала се са изузетком дизела врши у хали са турбинама, па тако њихово проливање не захваћа површинске воде. Претпоставља се да ће складиштење дизела бити поред дизел-генератора па зато треба детаљно испитати изливање дизела у површинске воде. Утицај загађења дизелом зависи од локализације загађења и брзине санацијске интервенције. За санацију су на располагању различите технике скидања горњег слоја и сакупљања: кружна брана, пловеха кружна брана и уређај за скидање горњег слоја.

Доспевање дизела складиштеног на подручју нуклеарне електране у подземље може да има утицај и на површинске воде. Велика количина дизела који исцури на површину доспевши до подземних вода ствара округло сочиво. Групе хемијских спојева угљоводоника који се растворе из дизелског сочива могу да дођу до канала хладне воде и до Дунава. Детаљно испитивање овог процеса може да се спроведе хидродинамичним транспортним моделима.

У случају неправилног рада система за прочишћавање комуналних отпадних вода, доспевање необрађених отпадних вода у Дунав може да изазове загађење. Из прочишћавача може испирањем да доспе у примаоца висока концентracија лебдеће материје и органске материје традиционалног комуналног порекла, прехранбених материја, различитих отровних материја, цоли-бактерија – нарочито за кишног периода.

У случају погонског квара задатак система за хлађење је да одвезе ослобођени остатак топлоте након заустављања блокова (тзв. реманентну топлоту), која се након заустављања постепено смањује. Топлотно оптерећење узроковано испуштањем загрејане воде за хлађење у Дунав у случају погонског квара блокова је испод нивоа могућег оптерећења у нормалном погону.

## 3.6. Подземне воде

### 3.6.1. Представљање основног стања

Просечни ниво подземних вода на подручју инвестиције се протеже на дубини 7–8 м, а смер струјања је у случају просечних водостаја од запада према истоку. Просечна промена нивоа подземних вода је – у зависности од удаљености од Дунава – 3–6,5 м.

На висину подземних вода и њихово струјање поред природних утицаја (количина падавина, позадински доток, водостај Дунава) могу да утичу и погон вештачких објеката (канал, резервоари), одвођења падавинских вода (појасни канал), напуњеност подручја, те

комунална мрежа (нпр. кварови на водоводу и канализацији). Хемијски састав подземних вода је калцијум-хидрокарбонатски.

Tradicionalno загађење okoline на месту које dotiče будуће блокове електране је otkriveno само на odlagалишту грађевинског отпада [80]. Испитивања су само у подземним водама otkrila повремена загађења амонјакком, нитратима, сулфатима, ТРН-ом и цинком. Пошто загађење није угрожавало живу околину, није било потребе за санацијском интервенцијом. Рекултивација odlagалишта је завршена 2004. године.

### 3.6.2. Утицаји грађења

#### Утицаји уклањања воде из радних јама за темељне радове на подземне воде

Уклањање воде из јама за темељне радове у једнакој мери утиче на висину подземних вода, смер и брзину њиховог струјања. Претпоставља се да ће се веће смањење нивоа подземних вода, настало под утицајем уклањања воде, моћи приметити само у непосредној околини подручја проширења, и биће временски

ограничено. Након уклањања воде ће се вратити стање равнотеже. Подручје утицаја према истоку се простире до линије Дунава. Да би се тачно утврдило подручје утицаја вреди обавити хидрауличко моделирање.

Стварање радних јама се с аспекта уклањања воде одвија у две фазе. Продубљавање радне јаме до отприлике –7 м, у случају просечних и ниских водостаја подземних вода, може да се обави без пада нивоа подземних вода. Код даљег продубљавања радних јама је потребно спустити ниво подземних вода.

Posredni uticaj uklanjanja vode је компакција даваоца воде. Smanjenje zapremine usled компакције може да изазове на површини neravnomerna udubljenja. Posle завршетка уklanjanja vode треба да се рачуна на повећање запремине слојева даваоца воде.

Уклањање воде на посредан начин неповољно утиче на постојећу околину електране (грађевине), као последица промене запремине слојева даваоца воде (кретање тла).

#### Утицај изграђености на подземне воде

Изграђеност ограничава упијање падавинских вода, што смањује ниво подземних вода. Истовремено због смањења испаравања може да се очекује пораст нивоа воде. Два утицаја се међусобно изједначавају.

Nadoknada подземних вода ispod подручја inveticiје се događa s боčnih страна (u зависности од водостаја из смера pozadine или канала hladne воде), dakle изграђеност нема presudan uticaj на nиво подземних вода.

#### Процена утицаја на слојне воде

Инвестиција може да има непосредан утицај само на плитке слојне воде. На термалне воде на дубини већој од 500 м нема утицаја. Утицај појачаног вађења воде може да се осети већ код грађења, али тај утицај своју максималну вредност достиже код заједничког погона постојећих и будућих нових реакторских блокова.

Потреба за комуналном водом код успостављања нових блокова се креће између 112 и 980m<sup>3</sup>/дану у зависности од појединог типа блока. Капацитет водовода Чампа је 2500 m<sup>3</sup>/дану (отприлике 900 000 m<sup>3</sup>/годину), што је довољно за истовремено задовољење потреба за комуналном водом постојећих и нових блокова. Током поступка издавања водоправне дозволе за нове блокове требало је обавити поновно утврђивање заштитних тела водне базе Чампа.

Неповољни утицаји појачане производње слојне воде могу да буду следећи:

- Нивои у мировању слојних вода се даље смањују.



- Као последица смањења нивоа воде повећава се потреба за енергијом експлоатације воде.
- Као последица промене путања струјања слојних вода и њиховог притиска тренутно позитивни хидраулични градијент може да постане негативан, због тога површинска загађења могу да пређу и у слојеве који дају слојну воду.
- Као последица смањења воденог потенцијала може да се промени хемија слојних вода.
- Као последица смањења притиска воде у порама може да настане даља компакција у водоносним слојевима, што у екстремним случајевима може да се манифестује и кроз спуштање тла [81].

Смањење нивоа у мировању слојних вода ће сигурно наступити. Због тога расте потребна енергија за експлоатацију воде, независно о типу блока. Очекује се да пад нивоа воде неће прећи неколико метара.

С аспекта потреба за комуналном водом различитих типова блокова интензитет експлоатације воде неће имати штетан утицај на залихе слојних вода.

### **3.6.3. Утицаји погона нових блокова**

Током нормалног погона будућих блокова електране, подземне воде не могу да буду изложене никаквом загађењу. То потпуно искључују технологије које се користе. Загађења технолошког порекла могу да се јаве само у случајевима хаварија.

#### **Утицаји дубоких темеља на подземне воде**

Основна равна појединих објеката (контејнмент, турбина) ће према очекивањима бити испод нивоа подземних вода у било ком тренутку, па тако дубоки темељи – правећи припрему – могу да преусмере природни смер струјања подземних вода.

#### **Колматација корита узрокована погоном бунара обалног цеђења**

Тренутно се на обали канала хладне воде са стране електране налази 10 бунара обалног цеђења. [82] Очекује се да вода извађена бунарима обалног цеђења буде кориштена само за опскрбљивање водом секундарног круга. Повећана потреба за технолошким водом повезана са радом нових блокова може да се задовољи и појачаним радом бунара обалног цеђења, што може да доведе до појачаног замуљивања корита канала хладне воде на улазној филтратној страни канала, то јест може да дође до појаве колматације корита. Штетан утицај колматације може да се смањи редовним чишћењем корита.

#### **Утицај погона на слојне воде**

Утицаји погона на слојне воде не одступају од приказаних утицаја током грађења. На нивоу садашњих сазнања током погона може да се очекује да ће слојне воде са свих аспеката бити изложене мањим утицајима од оних код грађења – наведеним у *Подглави 3.6.2*. Дакле, потпуно су идентични с аспекта врста утицаја са онима код погона, а јачина утицаја ће увек бити мања (грађење може да се сматра горњом границом код испитивања утицаја погона).

У периоду погона нових блокова ће дневна потреба за пијаћом водом бити између 46,2–380 m<sup>3</sup>, у зависности од типа блокова.

### **3.6.4. Заједнички утицај нуклеарних постројења на месту погона**

Подземне воде не могу да буду изложене загађењу код нормалног погона како постојећих, тако и будућих блокова електране. То искључују технологије које се користе. Загађења технолошког порекла могу да се јаве само код хаварија.

Током заједничког рада постојећих и нових блокова пораст експлоатације воде из водоводних бунара у Чампи утиче на слојне воде. Бунари у заједничком погону у овом тренутку имају теоретски капацитет од око 5500 m<sup>3</sup>/дану (отприлике 2 милиона m<sup>3</sup>/годину). Међутим, количина воде која стварно може да се експлоатише одређена је капацитетом уређаја за уклањање гвожђа и мангана у водоводу. Узевши то у обзир капацитет водоводног погона је 2500 m<sup>3</sup>/дану (отприлике 900 000 m<sup>3</sup>/годину), што је довољно за истовремено опскрбљивање постојећих и нових блокова комуналном водом.

### 3.6.5. Утицаји погонских кварова и несрећа

Због неправилног погона, у случају несрећа и хаварија у околину и подземне воде могу доспети различити (нерадиоактивни) загађивачи. Због односа у подземним притисцима то може да утиче само на подземне воде. Површинско загађење овде нема утицаја на слојне воде. Оцена тежине евентуалног загађења се ради према одредбама прилога 2. Уредбе КvVM-EüM-FVM бр. 6/2009 (од 14.04.).

За највероватнији потенцијални извор загађења је на подручју планираних нових блокова идентифицирано складиштење дизела. Цурење дизела у тло сматра се хаваријом, која за последицу може имати загађење Дунава преко загађених подземних вода. У каснијој фази, познавајући тачну количину и место складиштења дизела на месту погона, треба испитати могућност наступања хаварије, односно могуће утицаје процурелог дизела у тло.

## 3.7. Тло, геолошка околина

### 3.7.1. Представљање основног стања

Геолошки састав околине нуклеарне електране Пакш је – захваљујући великом броју архивских података – добро познат. База података некадашњег Мађарског државног института за геологију садржи 1989 бушотина, од којих је 271 досегла панонске, а 27 претпанонске формације. Нарочито важне информације добијене су из слојева дубоке бушотине ознаке Пакш-2, успостављене на подручју планираних нових блокова, са континуисаним узимањем узорака из језгре. 2006. године је израђен геолошко-хидрогеолошки просторни модел у 3Д технологији за околину електране површине 15×15 км.

Површина основног планинског ланца на подручју електране се протеже на дубини 1600-1700 м. Дно басена чине метаморфне гранитне формације из раздобља доњег карбона које припадају комплексу Морађ. Северозападно од места погона кристаличне формације на дну басена су прикривене пешчењаком из раздобља перма и бречно-карбонатних седимената из доње-средњег тријаса.

Таложене седимената који на подручју електране покривају дно басена је почео почетком миоцена. На око 1000 м дебљине су се таложиле делом бречни седименти, а делом вулканске стене чији је један део континенталног, а један део морског порекла. Главни типови стена су риолит, риолитна седра, андезит, глинасти лапорац и кречни лапорац, пешчењак и кречњак.

Стварање панонског седимента у дебљини од 600-700 м почео је пре 12 милиона година. Доњо-панонски седименти дебљине око 100-150 м су плиткоморске формације од глинастог лапорца са алеуритом, односно алеурита са глинастим лапорцем. У горњопанонским слојевима дебљине око 500 метара се измеђују слојеви песка глинастог лапорца и лапорца са алеуритом. Њихово лежање је мирно, готово водоравно, међутим на неким бушотинама се виде трагови знатних структурних утицаја. Квартарне формације се на горњопанонске седименте таложу ерозионом дискорданцијом.

У околини нуклеарне електране на површини свугде могу да се нађу формације из квартара (*Слика М-13 у Прилогу*). Током квартара најважнији догађај у стварању седимената је било стварање леса у плеистоцену. На доњем делу реда леса дебљине од око 70 м се налазе слојеви континенталне црвене глине из доба плиоцена-доњег плеистоцена. (формација црвене глине Тенгелиц).

Северозападно од линије Дунакемлед–Пакш и Дунасантђерђ–Селехеђ лес твори платое нагнуте у линији север-северозапад – југ-југоисток са гребенима брда висине 140-180 м изнад мора, са широким и плитким дерационим долинама. Између ова два гребена леса, северозападно од електране, дуж долине потока Чампа, протеже се 4-6 км широка равнина седиментне купе покривена прекривним песком из раздобља плеистоцена-холоцена, са пешчаним рељефима карактеристично на 100-130 м надморске висине.

Нуклеарне електрана Пакш је изграђена на речној тераси из горњег плеистоцена на западној ивици долине Дунава. Тло оригинално на 93-95 м надмоске висине је наношењем 2-4 м дебелог муљевито-песковитог слоја дигнуто до 97 м надморске висине. Испод слоја за поуну се налазе 12-18 м дебели слојеви песка средње финих и финих честица те алеурита. Базни слој од шљунковитог песка и од песковитог шљунка се налази већим делом испод нивоа 78-83 м надморске висине. Лежиште<sup>18</sup> шљунчаног слоја се налази на нивоу 70-72 м надморске висине, испод њега се налазе горњопанонски седименти нагнути у смеру исток-југоисток састављени од глине, глинастог лапорца, муљевитог песка и слабо повезаног пешчењака (*Слика М-14 у Прилогу*).

Тераса из горњег плеистоцена је према истоку са израженом ивицом одвојена од ниског поплавног подручја Дунава из периода холоцена. Површину ниског поплавног подручја висине 89-93 м надморске висине помало таласастим чине некадашње мртваје, и полукружне структуре појасних гребена.

Ниско поплавно подручје је изграђено седиментима данашњег Дунава из доба холоцена. На врху је готово свугде неколико метара дебео поплавни муљ, алеурит и средњечестични песак. Испод њега од површине до дубине 12-16 м следи унакрсно слојевити речни песак са ситним и средњим зрнима. На дну је 5-25 м дебели слој песковитог шљунка и шљунковитог песка који се наслања на горњопанонске формације.

Слој шљунка испод песка ниског поплавног подручја вероватно није део циклуса стварања седимената из раздобља холоцена, већ је био у непосредном контакту са базним шљунком терасе из горњег плеистоцена.

Сеизмичка активност места погона је темељито истражена у периоду од 1986. до 1996. године. Према међународним препорукама су утврђене водоравне и усправне компоненте убрзања за земљотресе који се периодично јављају сваких 10 000 година. Утврђено је да одређујући земљотрес са периодичном појавом сваких 10 000 година узрокује максимално водоравно убрзање на слободној површини од 0,25 г, док је максимална вредност усправне компоненте 0,20 г.

У широј околини нуклеарне електране Пакш је – у складу са препорукама Међународне агенције за атомску енергију (IAEA) – 1995. године изграђена мрежа посматрачких микросеизмолошких станица. Тренутно је у околини електране унутар круга полупресека од 100 км у функцији 8 савремених дигиталних мерних станица. Мрежа је у периоду од 1995. до 2005. године регистровала 708 земљотреса.

Расподела земљотреса је прилично дифузна, хипоцентри<sup>19</sup> – са изузетком њих неколико – тешко могу да се повежу са познатим линијама ломова.

<sup>18</sup> Назив делова испод слоја који служи за поређење.

<sup>19</sup> Жариште земљотреса, тачка у унутрашњости Земље у којој се ослобађа енергија земљотреса и одакле земљотрес полази.

Расподелу по подручју земљотресних епицентара<sup>20</sup> за истраживано подручје приказује *Слика М-15 у Прилогу*. Може да се види да се активна подручја која могу да се одреде према историјским земљотресима у пракси подударају са данашњим епицентрима. На основи 15-годишњих запажања у околини места погона нуклеарне електране Пакш не може да се примети промена у нивоу сеизмолошке активности, и она и даље може да се сматра ниском.

Важан резултат геолошког истраживања у периоду од 1986. до 1996. године осим утврђивања одређујућег земљотреса је и искључење могућности избијања на површину раседа активног у задњих 100 000 година, те на основу геотехничких испитивања места погона утврђивање могућности ликвефакције тла и оцењивање стабилности тла. Према испитивањима само су слојеви на дубини 10 до 20 м склони ликвефакцији.

### 3.7.2. Утицаји грађења

Инвестиција у знатној мери и на великом подручју утиче на дотичне геолошке формације услед уређења терена и копања темељних јама. Димензије радних јама поред димензија грађевина одређују и положај саобраћајних и транспортних праваца и околности одводњавања. У тренутној фази пројектовања ови подаци још нису познати, због тога количина тла која ће бити извађена из радних јама може само оквирно да се процени. Према подацима које су доставили добављачи, количина земље која треба да се уклони може за случај грађења два блока да се процени на неколико стотина хиљада до 4–6 милиона м<sup>3</sup>. Очекивана највећа дубина темеља је 14 метара.

#### **Припрема терене, уређење терена, прикључење на комуналну инфраструктуру**

Инвестиционо подручје заузима површину од приближно 400 м × 600 м северно од 4. блока електране која је у погону. Попуњавање подручја на пројектни ниво од 97,15 м надморске висине већ је раније извршено.

На овом делу подручја у овом тренутку више нема грађевина, само остатака бетонских темеља. Цело подручје је равно, један његов део је покривен бетонским плочама великих димензија, а остало је прекривено травнатим биљем (локалним младицама дрвећа). Биље се редовно коси. Овде се налази и подземна комунална инфраструктура (канализација, мрежа хидраната).

Приступни део планиране инвестиције (76,2 ha) је у непосредном контакту са грађевинским делом у смеру севера. И овај део површине је допуњен на пројектантни ниво. На западу су тренутно смештене приземне хале – лаке конструкције – предузећа која пружају услуге нуклеарној електрани и индустријски колосеци. Источни и северни део будућег прилазног подручја је неизграђен и има карактер травнате површине са ретким дрвећем. На обали канала хладне воде се налази ред бунара обалског цеђења.

У фази пројектовања не очекују се озбиљнији радови већег волумена, па не треба да се рачуна ни на њихов утицај. Могу да се очекују само сеча дрвећа и мањи земљани радови због пребацивања комуналне инфраструктуре. На инвестиционом и прилазном подручју се налази више бунара за праћење подземних вода и треба водити рачуна о њиховом престанку рада/дислокацији.

Карактеристике места грађења су потпуно независне о појединим типовима блокова. Детаљнија процена горе наведеним утицаја грађења на локалне услове терена и постојећу мрежу комуналне инфраструктуре може да се направи тек након израде тачних изведбених пројеката.

### Прашење тла

<sup>20</sup> Место епицентра је ортогонална пројекција хипоцентра на површину Земље.

Са успоставом радних јама за темеље, њихових зидова и приступних путева у први план избија и прашење тла. Овај утицај вреди само до дубине од 20 цм од површине. Просечна димензија честица које су најважније у случају откривених терена радних јама је 0,1 до 0,3 мм, зато су таква тла због свог састава честица склона прашењу.

Прашење тла се посебно јавља у сувом, летњем периоду. У зимском полугодишту та појава није значајна због ниже температуре и високе релативне влажности. Прашење тла је неповољан утицај с аспекта квалитета ваздуха, нарочито у ближој околини земљаних радова, а подручје његовог утицаја зависи од димензија радних јама. Прашење је само повремениг карактера, и везано је само за отворене радне јаме.

Један од начина заштите од прашења који може да се узме у обзир је поливање. Већ 3-4%-тни садржај воде значајно смањује количину прашења. Друга, јефтинија могућност је насипавање прилазних транспортних путева песковитим шљунком.

### **Ерозија зидова радних јама под утицајем падавинских вода (ерозија прекривача)**

Постојаност радних јама темеља – изнад нивоа подземних вода –у највећој мери могу угрозити падавине. Песковита тла су врло осетљива на ерозију, зато одговарајуће стање радних јама може да се осигура само стручно обављеном одводњом падавинских вода (јаркови, шахтови, стабилизација тла).

### **Утицај темељних радова на дубље делове тла**

Због тежине грађевина на подручју изградње може се очекивати повећање оптерећења слојева. Последица повећаног оптерећења слојева је постепено сабијање и компакција тла.

Волумен песковитог седимента равномерних димензија честица може да се смањи и до 20% због једноставне прерасподеле честица после седиментације. Највише се сабијају пелитни седименти финих честеца са садржајем органских материја, док се најмање сабијају бречни седименти са грубљим честицама (песковити шљунак). На подручју инвестиције могу да се пронађу све ове формације, али оптерећење од грађевина у првом ће се реду осетити на песковитом седименту [83].

Искуство на темељу рада блокова реактора који су у функцији показује да је компакција испод темеља (па тиме и спуштања тла због смањења волумена) завршена релативно брзо, у неколико година. Спуштање тла испод 1. и 2. блока је до краја 1980-тих година било 55,5 мм, испод 3. блока 58,1 мм, а испод 4. блока 72,6 мм. Брзина спуштања тла се већ након почетног периода (неколико година) веома смањила, а потпуна консолидација је наступила након неколико деценија. Гранична дубина за оптерећења која изазивају спуштање због тежине грађевина на подручју нуклеарне електране – према прорачунима – је 47 м. [83]

Подаци оптерећења нових блокова реактора, односно тачан распоред зграда и грађевина, тренутно нису познати, као ни детаљни геотехнички подацима који су потребни за прорачуне.

### **3.7.3. Утицаји погона нових блокова**

Током погона нових блокова реактора вероватно не треба рачунати са знатним новијим утицајима у односу на садашње стање. Током рада нових блокова реактора не треба рачунати на загађење тла ако се доследно држи свих технолошких прописа. Загађење тла могу да изазову само хаварије.

### **Утицај оптерећења грађевина на дубље делове тла**

После завршетка грађења, већ у периоду погона, консолидација тла које носи оптерећење испод темеља се наставља све успоренијим темпом. Компакција тла под деловањем оптерећења је неповратан процес. Утицај консолидационих процеса је слично ономе код грађења, само је време деловања дуже.

### **Вибрациони утицаји темеља турбина (темеља машина) на тла**

Компакција тла испод темеља се наставља, штавише у екстремном случају може да настане ликвификација. Зато пре темељних радова треба да се спроведу врло темељита геотехничка испитивања. У неповољном случају, треба да се обави учвршћење или стабилизација тла. Вибрациони утицаји могу на дубље слојеве тла да утичу и повољно на неке карактеристике, али евентуална неравномерна спуштања тла могу да буду штетна на грађевине.

#### **3.7.4. Заједнички утицаји нуклеарних постројења у функцији на месту погона**

За време заједничког рада старих и нових блокова електране не треба рачунати на нове утицаје на геолошку околину. За време заједничког рада старих и нових блокова електране геолошке формације су изложене сличним утицајима (оптерећење грађевина на дубље слојеве тла, вибрациони утицаји турбина), али су ти утицаји потпуно одвојени једни од других у времену и простору. Загађења тла могу да се догоде само у случају хаварија.

#### **3.7.5. Утицаји погонских кварова и несрећа**

Као последица неправилног погона, у случају несрећа и хаварија, различити (нерадиоактивни) загађивачи могу да доспеју у околину па тако и у тло. Штетно деловање загађивача овиси о величини загађења, о карактеристикама исцурелог загађивача и карактеристика околине (карактеристике тла, висина подземних вода, метеоролошки услови, итд.). Најопасније су мобилне хемикалије које се топе у води јер оне могу да доспеју и у подземне воде. На подручју нових блокова потенцијалним извором загађења може се сматрати складиштење дизела. Као пример хаварије разматрали смо истицање 30 м<sup>3</sup> дизела у тло током складиштења. Вероватност наступања овакве хаварије је у стварности веома мала због прописаних превентивних мера заштите (подземни резервоари са двоструким дном опремљени индикаторима цурења). У случају овакве хаварије, један део исцурелог дизела се везује уз честице тла (адсорпција), један њихов део испари (фаза паре), а поједини делове се топе у води. Цурење 30 м<sup>3</sup> дизела у тло без санације штете веома би брзо стигло до подземних вода, што би проузроковало загађење 150–500 м<sup>3</sup> тла. Оцена евентуалних загађења тла се ради према одредбама прилога 1. Уредбе КvVM-EuM-FVM број 6/2009 (од 14.04).

### **3.8. Живи свет и животне заједнице**

#### **3.8.1. Приказ основног стања**

##### **3.8.1.1. Значај живог света у околини Пакша с аспекта заштите околине**

Значај живог света некога подручја с аспекта заштите околине у првом реду може да се мери простирањем заштићених подручја и њиховим карактеристикама. У непосредној околини нове електране природна вегетација је присутна у већим или мањим блоковима, у првом реду у близини речних токова и у брдима која се налазе северозападно од Пакша. Већина природних блокова је подручје заштићене природе. У кругу од 30 км око места погона налазе се 2 подручја која су део националних паркова, 1 подручје које припада Округу заштићеног

краја, 7 подручја заштићене природе, неколико подручја под локалном заштитом те велики број подручја која су део мреже Натуре 2000 и Националне еколошке мреже. Од подручја која су део мреже Натура 2000, 4 подручја посебне заштите птица (Special Protection Area – SPA) и 16 подручја заштите природе од посебне важности (Site of Community Importance – SCI) се налази у истраживаном подручју. Од њих, у кругу од 8-10 км од места погона налазе се поље текуница Пакш, мочварна шума код Дунасантђерђа, поље златног крокуса код Пакша, ритови код Тенгелица и подручја од посебне важности толнанског Дунава. Ово потоње се на обали Дунава практично граничи са подручјима постојећих и нових електрана. Различите врсе заштићених подручја су приказане на *Слици М-16. Прилога*.

У том подручју се у три велика низа налазе семенарници Државне еколошке мреже. Унутар њих се налазе шуме на брдима северозападно од Пакша, један од региона Националног парка Кишкуншаг и део Националног парка Дунав-Драва код Геменца. Поред тога речни токови и речне обале функционишу као стални еколошки ходници.

### **3.8.1.2. Живи свет и животне заједнице околине места погона**

#### **Стање водених екосистема**

Оцена стања живог света Дунава с обзиром на групе живих бића према Оквирној директиви за воде (бактерио-, фито- и зоопланктон<sup>21</sup>, макроскопски бескичмењаци, рибља фауна) је спроведена према резултатима мерења обављеним између 1999. и 2003. године у 8 делова Дунава на деоници између Пакша и Мохача. На основу њих закључујемо да се топлотно оптерећење услед електране у погону једва може приказати. Спомена вредна разлика између места узорковања на које утиче, односно не утиче топлота била је само у групи врста макроскопских бескичмењака. Овај сој је на повећање температуре реаговао повећањем броја врста и јединки.

Рибљи фонд је процењен изнад и испод испуста воде за хлађење те на подручју електране у каналу хладне и топле воде. У непосредној близини испуста воде за хлађење је под утицајем повећања температуре настао снажан пораст продукције што је могло да се прикаже до 2 км удаљености од места испуста са опадајућом тенденцијом. Финија структура рибље заједнице се такође променила на овој деоници. Испитивања рибље фауне су показала да се у деоници Дунава поред електране јављају 34 рибље врсте, од тога једна појачано заштићена и 6 заштићених врста.

Класификација Оквирне директиве за воду која је обављена на основу резултата најновијих хидробиолошких истраживања из 2009. и 2010. године (нацрт норме CN TC 230 EU) поједине сојеве разврстава у следеће категорије: еколошко стање фитопланктона добро-средње; 3% фитобентона<sup>22</sup> изврсно, 48% добро, 49% лоше; стање макрозообентона добро;

<sup>21</sup> Планктон: сва она водена жива бића за чије кретање је одлучујуће струјање воде, а не рад њихових мишића, његове групе су:

Бактериопланктон: бактерије и архее/прабактерије, играју важну улогу у разлагању органских материја, у првом реду у доњем делу воденог стуба.

Фитопланктон: биљни планктон који живи близу површине воде, па тако светлост помаже у фотосинтези. Важније групе: алге кремезашице, цијанобактерије и зелене алге.

Зоопланктон: заједнички назив за једно- и вишестаничне животињске организме, нпр. икра и ларве различитих морских животиња, риба, шкољака, нижих ракова и прстенастих црва.

<sup>22</sup> Бентос: свеукупно свет живих бића и заједница живих бића које жива на дно вода, његове групе су:

Фитобентон: заједница биљних живих бића која живе у водама приљубљене за само дно (на граници водене и чврсте фазе).

Макрозообентон: сви бескичмењаци и њихове заједнице који живе у води на самом дну и видљиви су голим оком. (Осетљивост ових живих бића на органска загађења и хидроморфолошке промене је један од метода биолошке оцене воде.)

стање рибље заједнице средње. Стање испитиване деонице реке свеукупно може да се сврста у еколошку категорију „добро”.

### Биљни свет испитиваних подручја

2002. године је израђена процена у кругу од приближно 10 км око електране која је захватила цели вегетациони период са концентрацијом на највредније делове вегетације. Подручја која су детаљно истражена налазе се северно од електране до главног пута бр. 6 и то су подручја Мали и Велики Брињо <Kis- és Nagybrinyó>, мочвара јоке код Дунасентђерђа и подручје острва Усод. Станишта у близини електране, заштићене и незаштићене, али вредне карактеристичне врсте приказујемо таблично (таблице 3.8.1.2-1. и 3.8.1.2-2.).

Типове карактеристичне вегетације у непосредној и широј околини електране приказујемо и у облику карте на слици М-17. Прилога. У непосредној околини планиране електране се јављају следећи типови вегетације:







- пешчани травњак (на слици са деградованом – жутом бојом, блиско природном – ружичастом),
- мочвара (на слици светлозелена са наранџастим линијама) и мочварни рит
- природне шуме поплавног подручја, односно мочварне шуме,
- биље муља,
- засађена шума (на слици је означен багрем – љубичастом, бор – зеленом и топола – смеђом бојом).







Дунав и његове обадве обале су део подручја под посебно важном заштитом природе Натура 2000 под називом Толнански Дунав (HUDD20023) чија карактеристична станишта су високи корови (6430), мочварни ритови (6440), шуме (91E0, 91F0) и муљевите обале (3270). У близини места погона налазе се и поједини мозаици Округа заштићеног пејсажа Дел-Мезефелд <Dél-Mezőföld>. Његов највећи блок лежи северозападно од Пакша. Његов велики део је уједно и Натура 2000, подручје посебне важности за заштиту природе. Такво је поље текуница (HUDD20069) у близини електране, поље златног крокуса Пакш, (HUDD20071), ритови Тенгелиц (HUDD20070), пашњак Сенеш <Szénes> (HUDD20050) и лесне долине Средњег Мезефелда (HUDD20020). Вредни блокови (пешчани травњаци и травњаци пустаре) су у округу заштите пејсажа мозаичне грађе уклињени међу обрађено земљиште попут еколошког резервата.

Таблица 3.8.1.2-1. : Станишта, биљни свет



| Вредна врста   |                             | Заштићен ост врсте | Коментар  |
|--|-----------------------------|--------------------|---|
| Српско име   | Латинско име                |                    |   |
| Панонски пешчани травњак (код станишта 6260)<br>Дирекно уз локацију на простору екопарка |                             |                    |   |
| – Дивљи каранфил   | <i>Dianthus serotinus</i>   | заштићена          | Ове врсте биле су регистроване на овом простору прије отварања екопарка. Вероватно су нестале због испаше. Истискује их (инвазивне врсте) свиленац ( <i>Asclepias syriaca</i> ) |
|  | <i>Stipa borysthénica</i>   | заштићена          |   |
| – Илирски жабњак   | <i>Ranunculus illyricus</i> | заштићена          |   |
| – Стеничница   | <i>Corispermum nitidum</i>  | заштићена          |   |



| Вредна врста   |   | Заштићеност врсте | Коментар   |
|--|---|-------------------|--|
| Српско име   | Латинско име  |                   |  |
|   |   |                   |   |
| <b>Дивљи каранфил</b>  | <b>Ливада у Фелше-Чампу 2002. г.</b>  |                   | <b>Стипа борустхеница</b>  |
| – Сломљено птичје млеко  | <i>Ornithogalum refractum</i>   | заштићена         | Може да се нађе уз обе стране магистралног пута бр. 6, око и на локацији електране.  |
| – Црна вилина влас   | <i>Asplenium adiantum-nigrum</i>  | заштићена         | Заштићене врсте откривене у атару Пакша, за време ботаничких испитивања приликом планирања трасе аутопута М6.  |
| – Салеп  | <i>Orchis morio</i>   | заштићена         |  |
| – Вучји језик  | <i>Alkanna tinctoria</i>  | заштићена         |  |
| – Барска калужђарка  | <i>Epipactis palustris</i>  | заштићена         |  |
|    |  |                   |    |
| <b>Црна папрат</b>   | <b>Салеп</b>  |                   | <b>Барска калужђарка</b>   |
| <b>Мочвара</b> (код станишта 6410) – уникатно, јако вредно станиште, распростире се у деловима северозападно од електране                              |   |                   |  |
| – Селанчица  | <i>Blackstonia acuminata</i>  | заштићена         | Териториј је угрожен због раста жбуња, исушења тла и инвазивних врста - на сушим деловима свиленца, а на свежим деловима златошипка ( <i>Solidago gigantea</i> ) |
| – Усколисни каћунак  | <i>Dactylorhiza incarnata</i>   | заштићена         |  |
| – Шарена преслица  | <i>Equisetum variegatum</i>   | заштићена         |  |
| <b>Мочварни ритови</b> (код станишта: 6440 и 6410) на старом плавном простору реке Нови и Стари Брињо <Régi- és Új-Brinyó>, у удолинама између ораница |   |                   |  |
| – Селанчица  | <i>Blackstonia acuminata</i>  | заштићена         | Териториј се суши и зараста травом, примарни инвазивни коров овде је висока златошипка.  |
| – Бела наглавка  | <i>Cephalanthera damasonium</i>   | заштићена         |  |
| – Слатинска паламида   | <i>Cirsium brachycephalum</i>   | заштићена         |  |
| – Дремовац   | <i>Leucojum aestivum</i>  | заштићена         |  |
| – Плућна сириштара   | <i>Gentiana pneumonathe</i>   | заштићена         |  |
| – Водена љубичица  | <i>Hottonia palustris</i>   | заштићена         |  |
|  | <i>Orchis laxiflora</i> subsp. <i>elegans</i>                                       | заштићена         |  |
| – Чопотац  | <i>Listera ovata</i>  | заштићена         |  |
| – Мочварни старачац  | <i>Senecio paludosus</i>  | заштићена         |  |
| – Дуголисна честославица   | <i>Pseudolysimachion longifolium</i>  | заштићена         |  |
| – Мочварни остак   | <i>Sonchus palustris</i>  | заштићена         |  |
| – Модри граор  | <i>Lathyrus palustris</i>   | заштићена         |  |
| – Мочварна пуковица  | <i>Peucedanum palustre</i>  | заштићена         |  |

| Вредна врста  |   | Заштићен<br>ост врсте | Коментар  |
|---|---|-----------------------|---|
| Српско име  | Латинско име  |                       |   |
|    |    |                       |   |
| <b>Нови Брињо: шума јохе и тополе</b>   | <b>Плућна сириштара</b>   |                       | <b>Стари Брињо: рит са жбуњем и млада шума</b>  |
| <b>Шуме плавних простора и мочварне шуме (91E0) старе јохе на плавном простору реке Нови и Стари Брињо и мочварна шума код Дунасантђерђа (HUDD20072) на простору парка Натура 2000, између главног канала Пакш-Фад и водотока Пакш-Келешд</b> |   |                       |   |
| – Дремовац  | <i>Leucojum aestivum</i>  | заштићена             | Углавном је потпуно сива. Исушењем продире дивља купина ( <i>Rubus caesius</i> ) и велика коприва ( <i>Urtica dioica</i> ), које угрожавају опстанак заштићених врста.  |
| – Барска папрат   | <i>Thelypteris palustris</i>  | заштићена             |   |
| – Тресетна папрат   | <i>Dryopteris carthusiana</i>   | заштићена             |   |
| – Навала  | <i>Dryopteris filix-mas</i>   | незаштиће<br>на       |   |
| – Слатинска паламида  | <i>Cirsium brachycephalum</i>   | заштићена             | Карактеристична биљка парка Натура 2000   |
|    |  |                       |    |
| <b>Пашњак и мочварна шума, електрана у позадини</b>   | <b>Дремовац</b>   |                       | <b>Ниски чичак, карактеристична биљка парка Натура 2000</b>   |
| <b>Шуме плавних простора, водено биље (код станишта 3270) на ширем плавном подручју отока Усод (Толнански Дунав &lt;Tolnai Duna&gt;, ознака HUDD20023, простор парка Натура 2000)</b>   |   |                       |   |
| – Трожилни љубор  | <i>Lindernia procumbens</i>   | заштићена             | Карактеристична за парк Натура 2000   |
| – Чешки шаш   | <i>Carex bohemica</i>   | заштићена             | Посађене шуме, али у близини воде много је жбуња и младих врба, код ниског водостаја расте пионирско водено биље. Овде је карактеристичан број и стопа страних биљних врста: разне врсте астера ( <i>Aster sp.</i> ), висока златошипка, Црноплодни двозубац ( <i>Bidens frondosus</i> ). Много је и дрвенастог корова: зелени јавор ( <i>Acer negundo</i> ), кинески багрем или багренац ( <i>Amorpha fruticosa</i> ). |
| – Крањска језерница   | <i>Eleocharis carniolica</i>  | заштићена             |   |
| – Водена водушка  | <i>Limosella aquatica</i>   | незаштиће<br>на       |   |
| – Михелијева двоступка  | <i>Dichostylis micheliana</i>   | незаштиће<br>на       |   |
| – Клупчасти оштрик  | <i>Chlorocyperus glomeratus</i>   | незаштиће<br>на       |   |
|   | <i>Veronica catenata</i>  | незаштиће<br>на       |   |















| Вредна врста   |                             | Заштићен<br>ост врсте | Коментар  |
|--|-----------------------------|-----------------------|---|
| Српско име   | Латинско име                |                       |   |
|   |                             |                       |  |
| Плавни простор Дунава код Дунасентбенедека   |                             |                       |   |
| Шумски лугови, остаци северно од електране на источној обали Дунава и на средини отока Усод (Толнански Дунав, ознака HUDD20023 на простору парка Натура 2000)  |                             |                       |   |
| – Дивљи зумбул   | <i>Scilla vindobonensis</i> | заштићена             | На повишењима остаци храстових, јасенових, брестових лугова.                        |
| – Висибаба   | <i>Galanthus nivalis</i>    | заштићена             | Карактеристична биљка парка Натура 2000   |
| Отворена пешчара, међу динама ливаде код Пакша на пољу Ирге <Ürge> (ознаке HUDD20069 на простору парка Натура 2000). На мочварним деловима заштићеног територија до сада је регистровано 486 врста биљака, од који је 28 заштићених. |                             |                       |   |
| – Пузави целер   | <i>Apium repens</i>         | заштићена             | Карактеристична биљка парка Натура 2000   |

### Животињски свет испитиваног територија







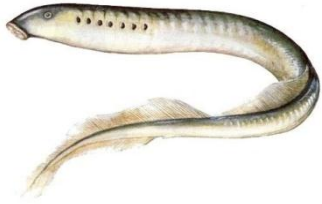
Снимање животињског света спровео је Мађарски природословни музеј између 1998. и 2002. године. Већи део испитиваног територија у близини електране, који је под великим антропогеним утицајем, састоји се од средње оштећених пешчарних пашњака, плавних простора зараслих високим жбуњем, пашњака на којима се види инвазија свиленца и високе златошипке, те обрађених и недавно запуштених пољоприврних земљишта. Ова станишта су са аспекта заштите природе мање интересантна, изнимак чини шума код Бриња јужно од електране, шумарци и лугови уз Дунав, острва и пешчани спрудови те рибањаци. На „поквареном“ простору још се могу наћи разне врсте пешчарских и мочварних животиња, најчешће оне отпорније врсте које су карактеристичне за некадашњу фауну низијске степе.

Таблица 3.8.1.2-2.: Животињски свет

| Вредна или карактеристична врста                                     |                             | Заштићено<br>ст врсте | Коментар  |
|--|-----------------------------|-----------------------|---|
| Српско име   | Латинско име                |                       |   |
| Лугови тврдих и меких врста дрвета на острву Усод и у шуми код Бриња |                             |                       |   |
| – Стрижибуба   | <i>Aegosome scabricorne</i> | заштићена             | Стара стабла прави су рај за стрижибубе   |
| – Мошусна стрижибуба   | <i>Aromia moschata</i>      | заштићена             |  |
| – Гранулирани трчак  | <i>Carabus granulatus</i>   | заштићена             |   |
| – Ноћни лептир   | <i>Catocala fraxini</i>     | заштићена             |   |
| – Совица   | <i>Catocala electa</i>      | незаштићена           |   |
|  | <i>Cucujus cinnabarinus</i> | заштићена             |   |
| – Мали модри преливац  | <i>Apatura ilia</i>         | заштићена ▶           |   |









| Вредна или карактеристична врста  |   | Заштићено ст врсте  | Коментар   |   |
|---|---|---|--|---|
| Српско име  | Латинско име  |   |  |   |
| – Модри преливац  | <i>Apatura metis</i>  | заштићена   | Овде је први пут пронађена ова врста.  |   |
| – Ластин репак  | <i>Papilio machaon</i>  | заштићена   |  |   |
| – Цврчак  | <i>Edwardsiana tersa</i>  | незаштићена   |  |   |
|    |    |    |    |    |
| <b>Цврчак</b>   | <b>Стрижибуба</b>   | <i>Ciccijus cinnaberinus</i>  | <b>Бела сеница</b>   | <b>Вијоглав</b>   |
| – Зелена жуна   | <i>Picus viridis</i>  | заштићена   | Карактеристични станари старих врба.   |   |
| – Црна жуна   | <i>Dryocopus martius</i>  | заштићена   |  |   |
| – Велики шарени детлић  | <i>Dendrocopos major</i>  | заштићена   |  |   |
| – Вијоглав  | <i>Jynx torquilla</i>   | заштићена   |  |   |
| – Црна рода   | <i>Ciconia nigra</i>  | заштићена   |  |   |
| – Бела сеница   | <i>Remiz pendulinus</i>   | заштићена   |  |   |
| <b>Мочварни шумарци у шуми Брињо</b>  |   |   |  |   |
| – Врсте кукурузне совице  |   | заштићена   |    |   |
| – Брката сеница   | <i>Panurus biarmicus</i>  | заштићена   |  |   |
| – Велики трстењак   | <i>Acrocephalus arundinaceus</i>  | заштићена   |  |   |
| – Барска стрнадица  | <i>Emberiza schoeniclus</i>   | заштићена   |  |   |
| – Барски петлован   | <i>Rallus aquaticus</i>   | заштићена   |  |   |
| – Еја мочварица   | <i>Circus aeruginosus</i>   | заштићена ▶   |  |   |
| <b>Сађене шуме топола и бора</b>  |   |   |  |   |
| – Борова совица   | <i>Panolis flammea</i>  | незаштићена   | Врсте уопште распрострањене и честе, у много случајева шумски штетници. Мало њих има фаунистичку вредност, нпр. неке врсте совица лептира. Код борова, животиње одступају од домаће фауне. |   |
| – Борова квочка   | <i>Dendrolimus pini</i>   | незаштићена   |  |   |
| – Боров лептир  | <i>Bupalus piniarius</i>  | незаштићена   |  |   |
|   | <i>Rhagium inquisitor</i>   | незаштићена   |  |   |
|  |  |  |    |  |
| <i>Chrysolina fastuosa</i>  | <i>Rhagium inquisitor</i>   | <i>Chlorophorus varius</i>  | <b>Лозин гундељ</b>  | <b>Сојин пламенац</b>   |
| <b>Насади акација</b>   |   |   |  |   |
|   | <i>Chrysolina fastuosa</i>  | незаштићена   | Уопште распрострањене, често полифаги <sup>23</sup> , са гледишта фаунистике мање интересантне животињске врсте  |   |
|   | <i>Chlorophorus varius</i>  | незаштићена   |  |   |
| – Мрамораста гундељ   | <i>Polyphylla full</i>  | незаштићена   |  |   |
| – Лозин гундељ  | <i>Anomala vitis</i>  | незаштићена   |  |   |
| – Мали летњи гундељ   | <i>Amphimallon solstitiale</i>  | незаштићена   |  |   |
| – Сојин пламенац  | <i>Etiella zinckenella</i>  | незаштићена   |  |   |
| <b>Влажни и мочварни ритиви, мочварне шуме</b>                                      |   |   |  |   |




<sup>23</sup> Жива бића која једу различите врсте органске хране.

| Вредна или карактеристична врста  |   | Заштићено ст врсте   | Коментар  |
|---|---|--|---|
| Српско име  | Латинско име  |  |   |
| – Ватрени букач   | <i>Lycaena dispar</i>   | заштићена  | Пружају дом бројним врстама постгласијални реликт <sup>24</sup>                       |
|   | <i>Hyles gallii</i>   | заштићена  |   |
| – Мољац   | <i>Lamprotes c-aureum, Diachrysia zosimi</i>                                      | заштићена  |   |
| – Мољац   | <i>Lygephila pastinum, Calyptra thalictri</i>                                     | незаштићена  |   |
|  |  |  |    |
| <b>Ватрени букач</b>  | <b>Hyles gallii</b>   | <b>Мољац</b>   | <b>Смеђоглави батић</b>   |
| – Ливадски гуштер   | <i>Lacerta agilis var. rubra</i>  | заштићена  | (Верзија са црвеним леђима.)  |
| – Жута пастирица  | <i>Motacilla flava</i>  | заштићена ►  |   |
| – Смеђоглави батић  | <i>Saxicola rubetra</i>   | заштићена  |   |
| – Шљука кокошица  | <i>Gallinago gallinago</i>  | заштићена  |   |
| – Бисерна седефица  | <i>Clossiana selene</i>   | незаштићена  |   |
| – <Врста мољца Schinia cognata>   |   | незаштићена  |   |
| – Врболикин љиљак   | <i>Proserpinus proserpina</i>   | заштићена  |   |
| <b>Воде, обале, трстици, високи шашеви</b>  |   |  |   |
| – Барска корњача  | <i>Emys orbiculari</i>  | заштићена  |  |
| – Крестасти мрмољак   | <i>Triturus cristatus</i>   | заштићена  |   |
| – Црвенотрби мукач  | <i>Bombina bombina</i>  | заштићена ►  |   |
| – Жаба чешњача  | <i>Pelobates fuscus</i>   | заштићена  |   |
| – Шумска жаба   | <i>Rana dalmatina</i>   | заштићена  |   |
| – Дух мољац   | <i>Hepialus humuli</i>  | незаштићена  |   |
| – Сурлаш  | <i>Mononychus punctumalbum</i>  | незаштићена  |   |
| – Гаталинка   | <i>Hyla arborea</i>   | заштићена  |   |
| – Белоушка  | <i>Natrix natrix</i>  | заштићена  |   |
| <b>Дунав, дунавска обала (Толнански Дунав, подручје Натура 2000)</b>              |   |  |   |
| – Широкоухи љиљак   | <i>Barbastella barbastellus</i>   | јачо заштићена   | Имају изнимну биолошку вредност.  |
| – Велики љиљак  | <i>Myotis myotis</i>  | заштићена  |   |
| – Барски вечерњак   | <i>Myotis dasycneme</i>   | јачо заштићена   |   |
| – Видра   | <i>Lutra lutra</i>  | заштићена  | Карактеристична за парк Натура 2000.  |
| – Буцов   | <i>Aspius aspius</i>  | незаштићена  |  |
| – Пругасти балавац  | <i>Gymnocephalus schraetzer, G. baloni</i>  | заштићена  |   |
| – Плотица   | <i>Rutilus pigus</i>  | заштићена  |   |
| – Велики вретенар   | <i>Zingel zingel, Z. streber</i>  | јачо заштићена   |   |
| – Поточна лампетра  | <i>Eudontomyzon mariae</i>  | јачо зашт. ►   |   |

<sup>24</sup> Остаци врста које су настале након леденог доба.



| Вредна или карактеристична врста  |   | Заштићено ст врсте  | Коментар   |   |
|---|---|---|--|---|
| Српско име  | Латинско име  |   |  |   |
| – Речна шкољка  | <i>Unio crassus</i>   | заштићена   | Умерено угрожен.   |   |
| <b>Степски мозаици</b>  |   |   |  |   |
| – Носата саранча  | <i>Acrida ungarica</i>  | заштићена   | Фауна инсеката карактеристична за средње делове Карпатске долине чува сећање на зоналну фауну шумовитих степа. |   |
|   | <i>Colias chrysotheme</i>   | заштићена   |  |   |
|   | <i>Arctia festiva</i>   | заштићена   |  |   |
|   | <i>Ocnogyna parasita</i>  | заштићена   |  |   |
|   | <i>Hemaris tityus</i>   | заштићена   |  |   |
|   | <i>Periphanes delphinii</i>   | заштићена   |  |   |
|   | <i>Schinia cardui</i>   | заштићена   |                             |   |
| – Бубамара-паук   | <i>Eresus cinnabarinus</i>  | заштићена ▶   |  |   |
| – Степска тарантула   | <i>Lycosa singoriensis</i>  | заштићена   |  |   |
| – Зелембаћ  | <i>Lacerta viridis</i>  | заштићена   |  |   |
| – Текуница  | <i>Spermophilus citellus</i>  | јачо заштићена  | Карактеристична у парку Натура 2000 – Иргемезе <Ürgemezö>.   |   |
| <b>Отворени травњаци</b>  |   |   |  |   |
| – Обична ветрушка   | <i>Falco tinnunculus</i>  | заштићена   |                            |   |
| – Степски сокол   | <i>Falco cherrug</i>  | јачо заштићена  |  |   |
| – Орао мишар  | <i>Buteo buteo</i>  | заштићена   |  |   |
| – Ћуковица  | <i>Burhinus oedicnemus</i>  | јачо зашт. ▶  |  |   |
| – Степска трептељка   | <i>Anthus campestris</i>  | заштићена   |  |   |
| – Пољска шева   | <i>Alauda arvensis</i>  | заштићена   |  |   |
| – Руси сврачак  | <i>Lanius collurio, L. minor</i>  | заштићена   |  |   |
| – Пупавац   | <i>Upupa epops</i>  | заштићена   |  |   |
| – Сокол ластавичар  | <i>Falco subbuteo</i>   | заштићена   |  |   |
| <b>Мозаици травњака и грмља</b>   |   |   |  |   |
| – Богомољка   | <i>Mantis religiosa</i>   | заштићена   |                           |   |
| – Вратар  | <i>Pyronia tithonus</i>   | заштићена   |  |   |
| – Велики тимџанов плавац  | <i>Maculinea arion</i>  | заштићена ▶   |  |   |
| – Пегави дукат  | <i>Lycaena thersamon</i>  | заштићена   |  |   |
| – Веве репкар   | <i>Satyrium w-album</i>   | заштићена   |  |   |
| – Мртвачка глава  | <i>Acherontia atropos</i>   | незаштићена   |  |   |
| – Пчеларица   | <i>Merops apiaster</i>  | јачо зашт.  |  |   |
| – Водомар   | <i>Alcedo atthis</i>  | заштићена   |  |   |
| – Ласта брегуница   | <i>Riparia riparia</i>  | заштићена   |  |   |
| – Степски смук  | <i>Coluber caspius</i>  | јачо зашт.  |  | На лесном зиду изнад Пакша  |
|   | <i>Dorcadion aethiops, D. pedestre</i>  | незаштићена   |  |   |
|   | <i>Pezotettix giornae</i>   | незаштићена   |  |   |
|  |  |  |                            |  |
| Мраволовац  | Носата саранча  | <i>Dorcadion aethiops, D. pedestre</i>  | <i>Pezotettix giornae</i>  | Пчеларица   |

| Вредна или карактеристична врста  |  | Заштићено ст врсте  | Коментар                            |
|---|--|---|-------------------------------------|
| Српско име  | Латинско име   |   |                                     |
| <b>Пољопривредне културе</b>  |  |   |                                     |
| – Орао мишар  | <i>Buteo buteo</i>   | заштићена   | Осим општих врста добра хранилишта. |
| – Обична ветрушка   | <i>Falco tinnunculus</i>   | заштићена   |                                     |
| – Пољска шева   | <i>Alauda arvensis, Galerida cristata</i>  | заштићена   |                                     |
|  |  |  |                                     |
| <b>Орао мишар</b>   | <b>Обична ветрушка</b>   | <b>Пољска шева</b>  |                                     |

### 3.8.2. Утицаји услед изградње

#### 3.8.2.1. Утицаји на сухоземни живи свет (флору и фауну)

За време градње сухоземни живи свет (флора и фауна) трпи директна (заузимањем простора) и индиректна дејства (због ширења прашине, загађења ваздуха и настале буке, те она која настају због промена нивоа подземних вода и њихова загађивања). Подручје дотакнуто градњом, трајним или привременим заузимањем простора, приказује *Слика М-18 у Прилогу*. Дотично подручје може да се подели на следеће четири зоне:

- погонско подручје, локација „нове нуклеарне електране” (*љубичасто*) – дуготрајна изграђеност простора,
- подручје приступа (*ружичасто*) – делом дуготрајно, а делом изграђеност за време извођења радова
- целокупно подручје садашње нуклеарне електране (*жуто*) – већ изграђено
- делови изван локација нуклеарне електране – могућа изградња припадајућих или допунских објекта.

Осим задње наведеног простора, сва подручја које ће се користити у урбанистичком плану града Пакш означена су као индустријско, односно резервно индустријско земљиште. На површинама везаним за изградњу (погонско подручје и подручје приступа) и сада се већ обавља индустријска делатност односно додатне активности које осигуравају рад садашње нуклеарне електране, па се тако оне не могу називати повољним просторима за сухоземну флору и фауну.

#### Утицај заузимања простора на живи свет

Потребна величина погонског подручја зависно од типа блока износи 10–36 ha па ће садашња местимична вегетација (секундарни, оштећени травњаци) да нестане, а животињски свет (фауна) ће угинути или побећи. За време уређења простора може се очекивати да ће се делови који остану слободни хортикуларним средствима претворити у паркове и на тај начин ће се израдити индустријске зелене површине. Ово је и са аспекта осигуравања континуитета еколошке мреже доста корисно.

На подручју приступа за време извођења грађевинских радова, садашњи живи свет ће доживети судбину сличну оној у погонској зони, са том разликом што ће се овде након завршетка радова отворити могућност остваривања нове велике зелене површине. Рачуна се да ће се за време извођења радова користити комплетна површина од 100 хектара. Тај простор са аспекта заштите природе нема неку посебну вредност, па тако нестанак живог света неће значајнији покварити ситуацију флоре и фауне на овом простору.

Заузимање простора за два елемента система за хлађење планиране електране, постројења за узимање воде и нову секција канала за топлу воду, са собом носи већу интервенцију у животни свет овог подручја. Земљишта уз обалу реке Дунав делови су природног парка Натура 2000 <Tolnai Duna Natura 2000>, а на траси нове секције канала за топлу воду се налазе вредна поплавна подручја. Од евидентираних станишта ова локација носи кодну ознаку 3270 (муљне обале реке обрасле биљкама свезе *Chenopodium rubri* и делом свезе *Bidention*). Овај комплекс животног простора препун врбика, острва, гребена, споредних рукаваца на плавном простору Дунава само у малом делу још постоји, а траса споменутог канала је управо таква. У оперативном плану<sup>25</sup> парка Натура 2000, код набрајања циљева, на првом месту стоји: „ Одржавање доброг природног и приближно природног стања лугова и шумарака настањених врбама и тополама, гребенских врбика на плавном простору, те одржавање сталног шумљеног простора у интересу је заштите припадајућих животних заједница. ” То ће се значајно оштетити ако овде буде направљен канал. Зато након детаљног планирања и моделирања зрачења топлоте треба настојати да се реализација проведе са што мањим захватима на том подручју. Процену утицаја парка Натуре потребно је извршити у следећој фази испитивања утицаја на околину.

На садашњим погонским подручјима, изван оградe, види *Слику М-18 у Прилогу* и црвеном бојом означена подручја 1.,2. и 3., такођер се налазе вредности чија је заштита важна. Треба у максималној мери избегавати трајно или привремено кориштење тих простора, односно узнемиравање.

### Директни утицаји градње

Директни утицаји узнемиравања појављују се у првом реду због онечишћења ваздуха, буке, већег присуства људи и због појаве отпадака. Животни свет на предвиђеним подручјима за градњу и приступ, односно ниховој околини, је у принципу сиромашан па тако овде ти утицаји нису значајни. Услед поремећаја може да дође до размножавања рудералних корова<sup>26</sup> и страних инвазионих врста. Ширење тих врста и продирање на вредније травнате површине је штетно и зато је свакако потребно са приступних површина уклањати коров.

Због грађевинских радова може да дође и до смањења нивоа локалних подземних вода. Зато треба да се израде модели промена подземних вода и евентуалних промена код водених капацитета реке Дунав, како би се одржало добро стање подручја природног парка Натура 2000, а првенствено мочварних шума код Дунасентђерђа. Истовремено има и позитивних утицаја даљег кориштења појаса канала јер су се поток Чампа и околни канали напунили водом.

Изградња нових блокова електране вероватно ће имати значајан утјецај и на развој града. Решавање стамбеног питања за 5000-6000 грађевинских радника сасвим сигурно ће да резултира ширењем града. У интересу заштите вредних елеманата сухоземног живог света, за локације даљих инвестиција односно за градњу треба да се дефинишу површине које су са аспекта заштите животне средине мање значајна.

<sup>25</sup> [http://www.termeszetvedelem.hu/\\_user/browser/File/Natura2000/SAC\\_Celkituzesek/DDNPI\\_SAC\\_celkituzesek/HUDD20023.pdf/](http://www.termeszetvedelem.hu/_user/browser/File/Natura2000/SAC_Celkituzesek/DDNPI_SAC_celkituzesek/HUDD20023.pdf/)

<sup>26</sup> Коров који живи на напуштеним, ометаним и необрађеним земљиштима.



### 3.8.2.2. Утицаји на водени екосистем

Нови блокови нуклеарне електране, а понајвише њихове пратеће инвестиције имаће утицај и на живи свет у водама Дунава. (О неповољним утицајима већ је било речи.) За технологију хлађења свежеом водом потребно је да се изграде нове дионице канала за топлу и за хладну воду. Изградња ових канала код тачке спајања са Дунавом (јаружање, уређење обала) такођер ће да резултира интервенцијом у дунавски живи свет. Веома сличан ефекат би могла изазвати и изградња привременог речног пристаништа као решење за доставу воденим путем. Утицај јаружања, односно уређења обале на врсте и породице из живог света наведених у Оквирној директиви о водама је следећи:

- Грађа *фитопланктона* привремено се модификује. Плутајући делови који доспевају у воду могу да смање прозирност воде уз обалу па се због тога смањује густина алги. Ефекат се вероватно ограничава на кратки сектор реке па се тако заједница фитопланктона може регенерисати, чак и за неколико дана.
- Заједница *силикатних алги које обитавају на дну* <*bentos Bacillariophyceae*> због ових радова нестаје у том делу корита. Локални утицај не повлачи за собом уништавање изузетно вредних природних врста. На обалама се може очекивати у кратком времену стварање нових заједница силикатних алги, идентичних досадашњима.
- Код већине карактеристичних група *зоопланктона*: ротаторија <*Rotifera*> и нижередних ракова <*Entomostraca*>, органи за филтрирање могу да се запуне заковитланим муљем, што може да узрокује њихово угибање. То ипак не може да угрози њихову популацију јер се већина размножава партеногенезом, па се за 7–10 дана развије следећа генерација. Већина нижих ракова са споријим циклусом (веслоношци <*Copepoda*>) су предатори, а код њих не постоји опасност од зачепљења. Досељавање зоопланктона из вода у које се није задирало током радова је брзо.
- *Макроскопски бескичмењаци* (водени инсекти, шкољке, пужеви) прехрањују се испашом, филтрирањем, као предатори или ектопаразити<sup>27</sup>. Већи део њих настанио се у ситнозрнатом талогу обале, испод ушћа канала топле воде, на дужини од 1,5–2 гkm. Јаружање прати уништавање врста са малим мобилитетом на локалној разини. С обзиром да имају изузетну способност колонизирања, брзо могу да запоседну узнемирене секторе корита.
- За време јаружања може доћи до ковитлања и подизања наслага дна корита, што узрокује смањење засићености воденог простора кисеоником, што опет краткотрајно може да има директни утицај на *рибе*. Треба да се истакне жаштићена риба гаовчица <*Rhodeus sericeus amarus*> која због своје специјалне стратегије размножавања осетљиво реагује на смањење количине шкољака јер се мрести у шкољкама. Бука и вибрације које повремено настају за време градње такођер могу да имају ефекат аларма.

Са аспекта воденог екосистема утицаји изградње су пролазни јер време јаружања у односу на целокупно време градње је доста краткотрајно. У интересу превенције евентуално насталих негативних утицаја, треба настојати да се постојећа конфигурација корита мења у најмање могућој мјери.

### 3.8.3. Утицаји услед погона нових блокова

<sup>27</sup> Паразит који живи на телу домаћина и храни се из њега.

### 3.8.3.1. Утицаји на сухоземни живи свет (флору и фауну)

За време погона се на флору и фауну те њихова станишта на простору погонске зоне, односно припадајућег допунског подручја, не очекују се даљњи директни ефекти. Једини значајнији индиректни утицај на живи свет у околини може да има процес хлађења свежеом водом. На то рачунамо у толикој мери да се вредности емисија (степен топлоте, максимална температура) могу задржати у садашњим границама. Максимално дозвољено топлотно отерећење ће нуклеарна електрана чешће досезати, али се ипак очекује да то неће узроковати повећана оптерећења на сухоземну флору и фауну.

Са аспекта живог света повољно је да се неки процеси везани за постојећу електрану могу и даље наставити (нпр. надокнађивање воде у потоку Чампа кроз појасне канале, опстанак рибњака, односно нетакнутост природе мочварних шума код Дунасантђерђа због постојања нуклеарне централе).

Према досадашњем искуству на подручју електране и поједини вредни представници флоре карактеристични за ове крајеве (као нпр. пл. стеничница <*Corispermum nitidum*>, плави различак <*Centaurea arenaria*>, пешчарски каранфил <*Dianthus serotinus*>) могу да пронађу одговарајуће услове за живот. То се може очекивати и на неизграђеним просторима будуће локације нове електране.

### 3.8.3.2. Утицаји на водени живи свет (флору и фауну)

Један од најзначајнијих традиционалних утицаја на околину нове нуклеарне електране је топлотно оптерећење реке Дунав. То је уједно и једини који може да има утицај на водени живи свет. И сада се хлађење постојећих четири блока нуклеарне електране врши свежеом водом, тј. најважније техничко и еколошко ограничење локације у Пакшу је коначна могућност оптеретивости реке Дунав. Услове опстанка водених живих заједница може да модификује значајнија промена количине, односно квалитета воде. (Уз садашње топлотно оптерећење Дунава повремено су се догодиле критичне ситуације, тј. у летњем топлом задобљу код ниског водостаја долазило је до досезања дозвољених температурних диференција, односно стања близу топлотног отерећења.) Планиране нове блокове у максималном случају прати један и по пута већа количина загрејане расхладне воде, која се испушта на две тачке у прихватилиште. Повећање топлотог оптерећења пажљиво може да се планира моделирањем уз познавање метеоролошких прилика и водене масе која дефинише оптеретивости.

Количина топле воде пуштене у повећано прихватилиште и због тога настало повећање температуре воде местимично може да убрза разградњу органских материја у реци, што са собом носи увећану потрошњу кисеоника и губитак кисеоника у води. Међутим, хидраулични и дисперзиони односи реке Дунав, те изузетно високи садржај отопљеног кисеоника то може да компензује. Због повећане температуре воде у Дунаву низводно од Пакша, тзв. целокупна биомаса и надаље остаје виша него узводно. На деоници од неколико километара испод места уливања флора и фауна је по саставу богата разним врстама. Под утицајем више температуре густина рибног потенцијала расте, нарочито у зимским месецима. Детаљнија структура заједница риба ће се, због упуштања на две тачке, низводно од тачке садашњег уливања топоводног канала вероватно мерљиво променити у дужини од 3 гkm. Тако ће утицај самосталног погона бити скоро идентичан садашњем стању, а то је са аспекта појединих врста промена која може да се искаже.

Ове промене могу да се претпоставе у случају да се и за време погона нових блокова испоштују прописи везани за дозвољена топлинска оптерећења електране у погону.

Обично се површинско мешање топлотног млаза одвија на 4–5 км од места уливања, али се до линије Герјен-Баћа (10 гkm) још могу пратити трагови. Са аспекта водене флоре и фауне

то је подручје утицаја. (То подручје потребно је касније тачније дефинисати моделирањем утицаја промена температуре воде код два топлотна млаза.)

У случају хаварије, односно појаве температуре воде која прелази садашње граничне вредности, може да настане помор и осиромашење флоре и фауне на том сектору реке те смањење броја јединки. (Код већине карактеристичних врста риба у Дунаву, крајња и смртоносна температура креће се око 31°C. Најотпорније врсте риба су из породице шарана <*Cyprinus carpio*> /35,6°C/ и <*Rhodeus sericeus*> /35,4°C/ и риба сунчаница <*Lepomis gibbosus*> /35,3°C/.)

Осим топлотног оптерећења потребно је да се истакне и утицај који настаје код рибне фауне услед емитиране буке пумпи, компресора и механичких уређаја, због којег на једној краћој деоници реке настаје карактеристично мање осиромашење врста.

### 3.8.4. Комбиновани утицаји услед рада нуклеарних постројења на локацији

Уколико ће се техничким средствима поштивати ограничења испуштања загрејане воде за хлађење за време рада свих шест блокова (нпр. смањивање капацитета блока у критичном раздобљу, заустављање блока) могу да се очекују ефекти описани у *Подглави 3.8.3.*, односно стање које настаје услед утицаја због истовременог рада неће се битније променити у односу на садашње стање.

## 3.9. Бука и вибрације у животној средини

### 3.9.1. Приказ основног стања

Најближа насеља Пакш и Чампа, те на другој страни Дунава насеље Дунасантбенедек налазе се на 2–2,5 км од центра локације нових блокова. Дефинисање подручја изложености треба да се проведе према Владиној уредби бр. 284/2007 (од 29.10.) о појединим правилима заштите животне средине од буке и вибрација, у зависности од оптерећења на околним подручјима, категоризације грађевинских зона и од емисија буке планираних погонских објеката.

#### 3.9.1.1. Подручја која су изложена буци

На новој локацији треба се рачунати само са погонском буком рада електране. Доминантни извори буке у електрани су турбина паре, постројења трансформаторске станице, дизел-генератори, стројарнице система за хлађење, пумпе, компресори високог притиска, те механичке радионице и радионице за одржавање.

Приликом испитивања утицаја на околину [37] потребног за продужавање рада нуклеарне електране, спроведена су мерења буке у погонској зони и на карактеристичним местима уз границу локације. На темељу мерења на северној граници локације процењена је просечна емисија буке за испитивано подручје у износу од  $L_{A,ki} = 50-55$  dB.

Саобраћајна бука на испитиваном подручју долази са аутопута М6 који је удаљен око 2 км, са магистралног пута бр. 6 која се налази на око 500 м од локације те транспорта робе и особа унутар електране у погону. Процењује се да ће оптерећење буком са аутопута М6 дању (6–22 h)<sup>28</sup> износити 40–41 dB, а ноћу (22–6 h) 32–33 dB. Оптерећење буком са магистралног пута бр. 6 износиће 41–42 dB дању, а ноћу 34–35 dB. (2010 смањен је саобраћај за 28% па је вероватно да ће то резултирати смањењем буке за 1 dB или нешто мање на овом подручју.)

<sup>28</sup> Нивои звука у  $L_{Aeq}$  јединицама.

Директни саобраћај потребан за рад нуклеарне електране одвија се јужним и северним прилазним путем. Бука на око 100 м од њих према нашим прорачунима дању износи 35,4 dB, а ноћу 30,0 dB. Свеукупна бука која ће настати од цестовног саобраћаја на новој локацији биће 43–45 dB дању, ноћу 36–38 dB.

Око Пакша железнички саобраћај је тренутно у мировању. Оптерећење буком од превоза терета може да се занемари због малог саобраћаја.

### **3.9.1.2. Подручја и објекти у близини испитиваног подручја која треба заштитити**

У близини испитиваног подручја налазе се пољопривредна и шумска земљишта (према плану уређења града Пакша, земљишта под заштитом носе ознаку „Ev”, односно производне површине са шумама ознаку „Eg”, а преостале опште пољопривредне површине ознаку „Má”). На овим површинама за изворе буке нема важећих ограничења за ниво оптерећења буком.

Само испитивано подручје и подручје у суседству нуклеарне електране, односно земљишта у правцу града Пакша, припадају привредном појасу (индустријско земљиште са ознаком „Gip”). Према томе, најважнији објекти које треба заштитити од буке су стамбени, односно:

- стамбено подручје на јужној страни Пакша, уз магистрални пут бр. 6 (приградска стамбена област са ознаком „Lke”), зграде у улици Dankó Pista <Данко Пишта> ,
- у линији јужног прилаза нуклеарној електрани, стамбене зграде насеља Чампа (сеоска, стамбена област са ознаком „Lf”) на другој страни магистралног пута бр. 6,
- простор унутар насеља Дунаментбенедек на суседној обали Дунава.

На стамбеним и индустријским површинама за заштиту објеката од буке постоје задане граничне вредности за ниво оптерећења буком. На подручјима која треба заштитити од буке доминантна је бука насеља – у Пакшу и Дунаментбенедек, и бука коју узрокује саобраћај на магистралном путу бр. 6. у Чампи. Нивои буке у овим насељима нису познати јер мерења нису спроведена. Зато је свакако пре испитивања утицаја на животну средину потребно да се код објеката које треба заштитити од буке проузроковане саобраћајем и индустријом спроведу мерења оптерећености буком, како би се дефинисало стање пре почетка реализације инвестиције.

### **3.9.1.3. Садашња оптерећења вибрацијама**

На подручју електране не располажемо са подацима о вибрацијама па са тог аспекта садашње стање простора није познато. Али се ипак на основу ранијих искустава може рећи да се не очекује да ће вибрације које се шире из тла проузроковати вибрације на објектима које треба заштитити ако је удаљеност између извора и штићеног објекта већа од 80–100 м. (То се односи на вибрације које потичу и од саобраћаја и од технологија. Саобраћај личних аутомобила и малих камиона чак нити унутар раније споменуте удаљености од 80–100 м не може да узрокује проблем.) Тако је подручје утицаја вибрација значајно мање него подручје утицаја на којем су спроведена мерења буке.

У кругу од 100 м од граница земљишта електране нема објеката које би требало заштитити. Овакви објекти налазе се само на удаљености већој од 1 км од граница земљишта електране. Зато не треба рачунати са утицајем вибрација машина и постројења из електране на објекте које би требало заштитити од вибрација, а налазе се изван подручја електране.

Оптерећења од саобраћаја (цестовног, железничког) унутар овог релативно уског (80–100 м) шава, па и на пуно већем подручју, потребно је испитати – код цестовног саобраћаја

минимално до најближег насеља, а код железничког саобраћаја до најближег (активног) одвојка.

### 3.9.2. Утицај градње

Подручја која су најближа подручју градње и приступа и која треба заштитити од утицаја буке и вибрација смештена су на удаљености већој од 1 км од граница нове локације.

#### 3.9.2.1. Утицај буке

У недостатку детаљнијих основних података о грађевинским радовима, пројекције могу да се дају само на темељу претпоставки. Грађевински радови ће се вероватно обављати у три смене, а транспорт ће се одвијати искључиво по дану. Код земљаних радова треба рачунати са истовременим радом максимално 50 радних машина. Распоред радних машина је непредвидиви може се само претпоставити па смо рачунали да ће код граница локације у правцу према штићеним објектима истовремено по дану радити максимално 15 радних машина, а ноћу максимално 5 радних машина и 3 друга постројења.

Претпостављена емисија буке узрокована земљаним радним машинама (на темељу искустава из ранијих мерења) износи  $L_{5m} = 85-95$  dBA. Код транспорта терета претпоставили смо примарну употребу аутопута М6 и 24 покрета по сату. Емисија буке камиона износи  $L_{7,5m} = 62-65$  dBA, а транспорт особа по дану при брзини од 50 km/h зависно од врсте возила може да произведе буку од  $L_{7,5m} = 50-57$  dBA.

Под овим условима код најближих објеката које треба заштитити очекивана оптерећења услед буке грађевинских радова и саобраћаја (узимајући у обзир удаљеност и апсорпцију ваздуха и тла) по дану износи  $L_{AM} = 42-47$  dB, а ноћу 38–42 dB. Задња вредност за коју рачунамо да ће се појавити код најближих стамбених зграда у Дунасентбенедеку не одговара прописаној граничној дозвољеној вредности од 40 dB. Код испитивања утицаја на животну средину треба израдити тачније прорачуне те ако се не може испоштовати гранична вредност, онда се неповољна ситуација треба избећи техничком интервенцијом (нпр. смањењем броја машина, избегавањем земљаних радова ноћу). Уколико се у појединим фазама изградње гранична вредност не може досећи нити применом горе наведених решења, онда се треба од надлежних инспекција за заштиту животне средине затражити привремено ослобађање од обавезе поштивања граничне вредности.

Подручје утицаја грађевинских радова и транспорта, полазећи од претпоставки основних података, креће се између 900 м и 3100 м, односно поред транспортних путева између 19 м и 41 м. Објекти на овом подручју требају бити заштићени, а то су конкретно стамбене зграде у Пакшу, Дунасентбенедеку и Чампи на удаљености до 3100 м од граница локације, односно до 41 м од саобраћајница.

#### 3.9.2.2. Утицај вибрација

Вибрације могу да стварају проблеме код конструкција (утичу на конструкцију и стање зграде) и код животне средине (стварају негативан утицај на људе који бораве у згради). Ови утицаји увек се јављају када се ради о грађевинама па стога приоритетно треба утврдити да ли на подручју утицаја има објеката које треба заштитити и ако их има, који су то. Према наведеном у опису основног стања, опште подручје утицаја оптерећења вибрацијама мерено од жаришта износи максимално 80–100 м.

*Директна оптерећења вибрацијама:* Код грађевинских радова очекују се значајно веће вибрације него код каснијег рада електране. Радни процеси који стварају значајније

вибрације између осталих су машинско забијање ступова и челичних зидних елемената бране против урушавања, радови рушења или евентуална минирања код ископавања. Унутар подручја утицаја, једини објект који треба заштитити је активна нуклеарна електрана на чију безбедност вибрације услед извођења грађевинских радова не могу неповољно утицати. Неовисно од тога стално праћење вибрација је важно.

*Индиректна оптерећења вибрацијама:* Код градње нових блокова скоковито расте количина материјала који треба да се превезе и број радника. Ако би се сва количина материјала транспортовала цестовним путем, наступило би кретање више хиљада камиона, чему би се придодало и саобраћање више стотина аутобуса за превоз радника. То би резултирало удвостручењем целог годишњег саобраћаја тешких возила на магистралном путу бр. 6. А то је толико значајан пораст саобраћаја који се према нашем мишљењу у пракси не би могао реализирати.

Оштећења конзистенције услед вибрација од саобраћаја зависе о удаљености између транспортног правца и штићених објеката, о осовинском оптерећењу возила која пролазе, о њиховој брзини, о квалитету цестовног покроба (асфалта) и коначно о самом стању конструкције објекта. У основи вибрације не настају због повећања броја возила, већ се вибрације које утичу на конструкције објеката јављају услед оштећеног цестовног покроба и већих осовинских оптерећења.

Скоковито повећање нивоа вибрација (брзина вибрација уместо неколико десетинки, тј. неколико мм/с износи више 10 mm/s) и код зграда у добром стању и са добром конструкцијом може да узрокује оштећења.<sup>29</sup> Зато се пре почетка градње нових блокова, на критичним деоницама транспортног правца препоручује евидентирање (барем) оних зграда која су већ у лошијем стању, у интересу каснијег стручног просуђивања могућих или стварних оштећења зграда. Као превенција утицаја вибрација на конструкције, предлаже се да транспорт тешких и великих материјала у сваком случају иде воденим путем, односно мањи део железницом.

Подручје директног утицаја градње са аспекта заштите од вибрација је широки вањски појас од око 100 м око садашњих граница локације електране, те они делови цестовних и железничких транспортних праваца који су у дотицају са настањеним подручјима. Овде треба да се рачуна са појасом широким 100 м. Обиласком је утврђено да се на том подручју налази скоро 300 зграда на којима се за време обављања грађевинског транспорта треба рачунати са евентуалним оштећењима, у различитој мери. Са стајалишта заштите од вибрација (и заштите животне средине) препоручује се спајање аутопута М6 и градилишта са путевима које пролазе изван стамбених подручја.

### 3.9.3. Утицај рада нових блокова

#### 3.9.3.1. Утицај буке

За време рада нових блокова који су пред изградњом, према добивеним подацима [32] потребно је рачунати са врстама и интензитетом буке сличним као и код постојеће електране. Зато смо код предвиђања утицаја као основу узели главне изворе буке у електрани која је у погону и резултате ранијих мерења њиховог нивоа буке:

- бука коју стварају турбине у главној згради не излази из те зграде; као извори буке могу да се узму отвори за проветравање на вањским зидовима зграде:  $L_{5m} = 60-62$  dBA,

<sup>29</sup> Код зграда лошег конструкционог стања у случају саобраћаја тешких возила и код максималне брзине вибирања од 1 mm/s од могу да настану оштећења услед вибрација. Код добро саграђених, масивних објеката почетак оштећења јавља се изнад брзине од 20–30 mm/s.

- дизел-генератори су такође смештени у стројарници па се овде поред зграде може регистирати бука од  $L_{5m} = 77-80$  dBA,
- вањски трансформатор на граници локације ствара буку од око 60 dBA,
- пумпе производе буку од  $L_{5m} = 68-70$  dBA,
- поред компресорске зграде бука мери око  $L_{5m} = 60$  dBA.

Код хлађења свежеом водом само се постројење за вађење воде и конструкционе препреке за разбијање енергије у каналу за топлу воду могу сматрати изворима буке. Узимајући као основ за одређивања нивоа буке садашњи саобраћај личним возилима, на удаљености од 7,5 м од оси цесте он по дану износи 53–57 dBA, а ноћу 48–53 dB. Транспорт терета очекује се само по дану, а просечна вредност буке код 15 возила/сат износи  $L_{7,5m} = 56$  dB.

Уз наведене претпоставке нивоа оптерећења буком који настаје услед рада нових блокова нуклеарне електране код најближих заштићених објеката (у Пакшу улица Данко Писта, у Чампи стамбена четврт насупрот јужног спојног пута, у Дунаментбенедеку улица Petöfi Sándor <Petefi Sandor>), и индустријска и саобраћајна бука одговарају прописаним условима. Подручје утицаја оптерећења буком услед рада погона према проценама остаје унутар 300-500 м, а у случају саобраћајне буке остаје унутар 50 м од пута. Унутар горе наведеног подручја, у насељеним подручјима Пакша и Чампе постоје објекти које треба заштитити.

### 3.9.3.2. Утицај вибрација

*Директно оптерећење вибрацијама:* Вибрације које се шире кроз земљу могу да узрокују уочљиве проблеме на удаљености унутар 80–100 м од извора, а на новој погонској локацији у кругу од 100 м нема нити једног објекта којег би требало заштитити.

*Индиректно оптерећење вибрацијама:* Самосталан рад два нова блока могуће је решити са мањим бројем особља од садашњег па се тако и цестовно оптерећење лако може решити. Исто тако за очекивати је да ни теретни саобраћај неће прећи садашње вредности. Проблем са вибрацијама може да се појави искључиво код најближих пре свега код зграда у лошем конструкцијском стању.

### 3.9.4. Збирни утицај нуклеарних електрана које су у погону на локацији

У вези са технолошком буком, због размештаја постојећег и планираних нових извора буке те због међусобне удаљености три погонска постројења, не очекује се значајнији збирни утицај буке. Односно збирни утицај описан код рада нових блокова може да се примени и за збирни утицај оптерећења.

Међутим, транспортни погон, ако се у обзир узму и нови блокови те два сада активна постројења (нуклеарна електрана у раду и ККАТ (привремени резервоар изгорелих касета)) значајно је већи, првенствено што се тиче броја личних возила. Узимајући у обзир збирни саобраћај возила, прорачуната вредност емисије буке на 7,5 м од оси цеста по дану се креће између 60 и 62 dBA, овисно од типа блока односно броја особља које је потребно за поједини тип блока.

Дакле, у случају комбинованог рада три постројења, нивои буке уз саобраћајницу (уз претпоставку да се целокупни саобраћај одвија на њој) прелази за 5–7 dB ниво буке који би иначе настао самосталним радом планираних нових блокова. Према томе, укупни саобраћај у близини стамбених површина може да пређе граничне вредности те утицај буке може да се региструје уз прилазне путеве и биће велик на мање насељеним деловима подручја (у Чампи поред магистралног пута бр. 6, и улазна деоница код Пакша). Стога у оквиру испитивања утицаја на околину треба додатно испитати и ову проблематику. Потребно је дефинисати

раздеобу саобраћаја те тачније утврдити сада процењене нивое буке, а ако буде нужно, треба израдити и могућа решења за избегавање прекорачења граничних вредности.

И у случају заједничког рада постројења, за оптерећења буком могуће је такође применити наведено у претходној тачки јер већ ни сада код активног постројења нема извора који би значајније утицао на околину. Код транспортних оптерећења која би настала услед комбинованог редовног рада шест блокова, транспорт терета у погоне и из погона, односно волумен транспорта особља процењује се на двоструко већу вредност од садашње. То је значајна количина (скоро 30–40%, узимајући у обзир и природни пораст саобраћаја) у односу на садашњи саобраћај тешких возила на магистралном путу бр. 6. Стога вибрације могу да имају утицај на стање грађевина које се налазе уз ту саобраћајницу. Дакле утврђивање стања зграда уз транспортне правце је неизбежно и због праћења утицаја комбинованог рада.

### 3.10. Отпади

#### 3.10.1. Приказ основног стања

На месту будућих блокова електране – према информацијама и подацима који су на располагању – откривено је одлагалиште грађевинског отпада постојећих блокова. Према закључцима целовитог преиспитивања заштите околине [80] којег је 2002. обавио FTV Rt. на одлагалишту нису пронађени опасни материјали и лабораторијске анализе нису показале загађеност одложеног тврдог материјала. Ако подручје буде захваћено грађевинским радовима, тамо остављени отпад треба да се извади и да се преда организацији која има правоваљану дозволу за обраду отпада.

#### 3.10.2. Утицај грађења

##### 3.10.2.1. Врсте и количине отпада

У периоду грађења настаје знатна количина отпада. Типови отпада се у основи подударају код грађења различитих типова блокова, међутим њихова количина може да се разликује у зависности од типа реакторског блока. Према тренутним прописима земља ископана са површине грађења треба да се сматра отпадом ако је загађена, и треба да се рачуна да ће ње настати у највећој количини. Настајање осталих типова отпада приказано је у *Табlici 3.10.2.1-1.* Код означавања главних и помоћних група треба да се рачуна са настајањем више врста отпада.

Таблица 3.10.2.1-1.: Отпади који настају приликом грађења

| ЕWC код                | Назив   |
|------------------------|---|
| Подгрупа 08 01         | Отпади који настају производњом, паковањем, продајом и коришћењем, те одстрањивањем боја и лакова |
| Главна група 17.       | Отпади грађења и рушења   |
| 17 05 03* <sup>1</sup> | Земља и камење који садрже опасне материје  |
| 17 05 04 <sup>1</sup>  | Земља и камење који се разликују од 17 05 03*   |
| Главна група 15.       | Отпадна амбалажа  |
| 20 02 01               | Биолошки разградиви отпади  |
| 20 03 01               | Остали грађевински отпади укључивши и мешани грађевински отпад                                    |

<sup>1</sup> Посебно смо га истакли због количине



У зависности од типа будућих блокова може доћи до разлике у количини грађевинског отпада, посебно у количини ископане земље коју одређује и одабрани начин темељних радова. Током грађења система хлађења свежеом водом може да се очекује настајање истих типова отпада као и код грађења блокова.

Количина комуналног отпада мењаће се у зависности од броја радника. У случају просечно 1000 лица рачуна се са обрадом 500–700 kg отпада дневно, а у шпицу (7000 лица) овај број може да достигне и 4000 kg дневно.

### **3.10.2.2. Сакупљање, коришћење и неутралисање отпада**

Ако ископани горњи слој тла није насут плодни слој, он треба посебно да се сакупља и искористи након завршетка грађења, или треба да га се преда као плодно тло на даље коришћење. Од осталих ископаних више стотина хиљада м<sup>3</sup> земље– чији један део је насута земља – на подручју може да се искористи само један мали део, а остало треба покушати да се искористи код грађења путева и уређења површина. Ако земља не може одмах да се транспортује, онда за њезино складиштење треба да се означи место за одлагање. Ако коришћење не може да се реши, мешани грађевински отпад треба да се преда организацији која има правоваљану дозволу за обраду отпада. Ако у доступној близини нема на располагању стоваришта одговарајућег капацитета, предлаже се проширење одлагалишта комуналног отпада Пакша. [78]

За време грађења све време треба да се настоји да се што већи део отпада сакупља селективно како би он могао да се искористи. Стога у близини места грађења или на прилазном подручју треба да се обезбеде одговарајућа подручја за сакупљање појединих врста отпада – цигле, бетона, керамике, дрвета, гвожђа – који настаје у великим количинама. Амбалажни отпад од папира и пластичних материјала такође треба посебно да се сакупља у контејнерима са натписима. Ови материјали треба да се предају на даље коришћење. Њихов корисник може да буде неко од садашњих пружаоца услуга друштву MVM Paksi Atomerőmű Zrt.

Опасни отпад такође треба да се сакупља разврстан по типовима. Пошто у случају овог отпада постоји опасност од загађења околине, сакупљалиште треба да се уреди као погонско сакупљалиште како је прописано Уредбом Владе бр. 98/2001 (од 15.06.) о условима обављања делатности везане уз опасни отпад. Коришћење или неутрализацију може да врши само организација са дозволом за то, зато отпад треба да се преда организацији/организацијама са одговарајућом дозволом. Потребан капацитет за спаљивање или одлагање у држави постоји. Током процеса обраде и транспорта отпада треба да се придржава одредаба горе наведене уредбе.

Комунални отпад се тренутно неутралише на одлагалишту чврстог отпада града Пакша које ће ускоро да се попуни, па се заједничким деловањем 7 насеља успоставља регионално одлагалиште. О преузимању отпада који настаје приликом грађења треба да се постигне договор са конзорцијумом који управља одлагалиштем, а у случају потребе треба да се потражи друго одлагалиште

Биљни отпад који настаје код уређења површина може да се компостује или да се искористи за производњу биогаса. Треба да се испита постоји ли могућност да се за компостовање искористи будућа компостара Система за коришћење отпада подручја Пакша.

Током грађења треба да се води евиденциони лист грађевинског отпада како је прописано Уредбом Владе бр. 191/2009 (од 15.09.) о делатности извођења грађевинарских радова. Њега после завршетка радова треба да се преда надлежном органу власти за заштиту околине заједно са потврдом о преузимању коју је потписао обрађивач отпада. Инспекторат, према одредбама заједничке уредбе Министарства унутрашњих послова и Министарства заштите

околине и водопривреде бр. 45/2004 (од 26.07.) о детаљним правилима обраде грађевинског и демонтажног отпада, на основу тога саставља закључак стручног органа власти током поступка за издавање дозволе за грађење.

### **3.10.2.3. Утицај насталог отпада**

Утицај отпада осећају она подручја на којима он настаје, односно на којима се одлаже током грађења, погона и напуштања места погона. У периоду грађења, смештај и складиштење отпада до транспорта може да изазове промене у геолошкој средини, но утицај на површинске и подземне воде можемо да искључимо. Утицаји могу да се јаве током привременог коришћења подручја за складиштење, приликом расипања и евентуалног цурења током пребацивања и транспорта отпада. У овим случајевима извор загађења може добро да се ограничи, а загађење је једнократно. Загађење може брзо да се оконча и уклони са површине земље. Утицаји могу да се смање ако се брига за одговарајуће сакупљање и складиштење отпада који настаје приликом грађења погона врши у складу са законима и прописима који су на снази, и ако се придржава прописа о обради отпада. Тада ће утицаји да буду минимални.

### **3.10.3. Утицаји погона нових блокова**

#### **3.10.3.1. Настајање, обрада и прелазно складиштење радиоактивног отпада**

Током погона нуклеарне електране настају радиоактивни отпади ниске, средње и високе активности у чврстом и течном стању. Пошто разврставање радиоактивног отпада у поједине категорије није исто у различитим државама, то треба да се узме у обзир код поређења отпада који настаје приликом погона различитих типова блокова. Код свих пет реактора су посебне категорије отпади средње и ниске активности чија обрада и складиштење захтева различита техничка решења. Истовремено у случају четири типа реактора (AP1000, АТМЕА1, ЕРР и АРР1400) се отпадом високе активности сматра само потрошено гориво, регулациони штапови и улошци филтера – које данас у Пакшу сматрају као отпад високе активности – такође се појављују као отпад средње активности. С тим у складу се од пет испитиваних блокова само за блок типа МИР.1200 дају процене за количину насталог отпада високе активности током нормалног погона.

Пошто ће се у новим блоковима налазити реактори са водом под притиском, треба да се рачуна на то да ће требати да се обради течни отпад сличан ономе који настаје у блоковима који су већ у погону у Пакшу, а то су: остаци кондензације, кисели раствори за евапораторе, потрошена смола јоноизмењивача примарног круга, раствори за деконтаминацију, активни муљ, активне мешавине растварача и загађени технолошки раствори борне киселине. Из електране може у коначно одлагалиште да се транспортује само отпад у чврстом стању, па треба да се спроведе очвршћавање радиоактивног отпада у течном стању, на пример цементовањем или увођењем у полимер.

Према домаћој пракси међу чврсте радиоактивне отпаде мале и средње активности спадају отпади који настају током погона (нпр. одећа, средства за личну заштиту, потрошени алат, делови, филтери аеросола), поједини конструкциони елементи реакторског базена те одређени озрачени уређаји. У отпадима мале и средње активности доминирају изотопи кратког времена полураспада.

За складиштење отпада мале активности нема потребе за додатном заштитом од зрачења, довољно је њихово стављање у означено подручје за складиштење које је по својој природи ограничено доступно. Пројектовање средстава за складиштење отпада средње активности се врши узимајући у обзир заштиту од зрачења, али – за разлику од отпада високе активности –

не треба да се рачуна на стварање додатне топлоте у отпаду. Отпаде мале и средње активности вреди разврстати и према времену полураспада изотопа у њима: време полураспада превладавајућих изотопа у отпадима кратког активног времена не прелази 30 година.

Током погона нових блокова такође треба да се рачуна да ће отпад ниске и средње активности прелазно требати да се складишти на месту погона, па има смисла да се смањи волумен тог отпада применом одговарајуће технологије. То може да се направи на основу планова и уситњавањем и компактацијом, односно спаљивањем (нпр. у случају EPR-a). За складиштење отпада ниске и средње активности се у случају већине испитиваних блокова намеравају користити 200-литарска челична бурад која се и данас користе. Истовремено код типа AP1000 се за ову сврху користе складишне јединице волумена 3 m<sup>3</sup>.

### 3.10.3.2. Руковање и прелазно складиштење потрошених елемената горива

Погон у новим блоковима је могућ са две врсте горива: једна је уранијум-диоксид који се и данас користи у Пакшу, а други је MOX (*Mixed Oxide*), мешавина уранијум-диоксида и плутонијум-диоксида који се добија поновно прерадом потрошеног горива. Изотопи који могу да се пронађу у потрошеном гориву су у распону од најлакших до најтежих, и покривају највећи део периодног система.

С аспекта коначног складиштења, односно поновног искориштавања потрошеног горива једнако је битна њихова маса, активност и количина топлоте која настаје распадом као и радиотоксичност карактеристична за биолошку штетност.

У почетку активност потрошеном гориву дају фисиони продукти кратког времена полураспада, а након неколико стотина година је одређујућа активност плутонијума и уранијума, односно осталих актиноида<sup>30</sup>. На крају времена потрошње специфична активност је 10<sup>7</sup> ТВq/kg, што се за 10 година смањује на хиљадити, а након 600 година на стохиљадити део (100 ТВq/kg). У потрошеном гориву се паралелно са смањењем активности смањује и количина произведене топлоте.

Радиотоксичност показује какав би штетан утицај на здравље могли да имају радиоактивни изотопи када би доспели у људски организам<sup>31</sup>. Радиотоксичност потрошеног горива након неколико деценија дају само актиниди. Потрошено гориво достиже вредност карактеристичну за природни уранијум после више од сто хиљада година.

Према познатим подацима о планираним блоковима, у једном реактору за време његовог животног века од 60 година настаће око 1300–2200 t потрошеног горива (*Таблица 3.10.3.2-1.*). Због настајање топлоте касете са потрошеним горивом се на неколико година одлажу у базене за одмор. Ту се догађа знатно смањење активности изотопа кратког времена полураспада и фисионе топлоте.

Капацитет базена за одмор нових блокова омогућава да касете са потрошеним горивом ту проведу десет година па и дуже време. После толико времена остатак топлоте се смањује на вредност која омогућава и суво складиштење. (*Таблица 3.10.3.2-2.*).

**Таблица 3.10.3.2-1.: Количина потрошеног горива у једном реактору која настане током животног века према типу блока реактора**

| Реактор | Топлотна | Потрошња | Фактор | Маса |
|---------|----------|----------|--------|------|
|---------|----------|----------|--------|------|

<sup>30</sup> Заједнички назив 14 елемената који у периодном систему елемената следе након актинијума с редним бројем 89.

<sup>31</sup> Радиотоксичност у математичком смислу је укупан збир помножака активности појединих радиоактивних изотопа у потрошеном гориву са фактором конверзије дозе карактеристичним за изотопе.

|          | снага [MW] | касета [MWd/kgU] | искориштења [%] | потрошеног горива [t] |
|----------|------------|------------------|-----------------|-----------------------|
| AP1000   | 3 400      | 60               | 93              | 1 334                 |
| MIR.1200 | 3 200      | 55,5             | 90              | 1 403                 |
| ATMEA1   | 3 138      | 51,5             | 92              | 1 450                 |
| EPR      | 4 300      | 55               | 92              | 1 861                 |
| APR1400  | 3 983      | 44,6             | 92              | 2 126                 |

Таблица 3.10.3.2-2.: Складиштење потрошеног горива у базену за одмор

| Реактор  | Време складиштења [година] |
|----------|----------------------------|
| AP1000   | макс. 18                   |
| MIR.1200 | 10                         |
| ATMEA1   | 6–10                       |
| EPR      | 11–18                      |
| APR1400  | макс. 16                   |

Временом потрошено гориво доспева из базена за одмор у прелазно складиште, где се потрошено гориво одмара више деценија. Овде треба да се води брига о одвођењу остатка топлоте. И одвођење топлоте мањег интензитета је одговарајуће (нпр. струјање ваздуха природном циркулацијом). У неколико држава (нпр. Словачкој) прелазно складиштење се решава мокрим складиштима сличним базенима за одмор, но генерално се користе сува складишта. Она могу да се изведу на више начина:

- Метални контејнер (енглески *cask*) израђен од материјала који је одговоран за засењивање контејнера и спречавање доспећа радиоактивних материја у околину. На вањској површини контејнера су изведена ребра за побољшање одвођења топлоте. Поједини метални контејнери су поред складиштења подобни за транспорт касета с потрошеним горивом.
- Силоси су конструкције великих размера израђене од напрегнутог бетона. У њима се потрошене касете смештају у челичне резервоаре танког зида. Ваздух који струји у распору између бетона и резервоара обезбеђује однос топлоте. Биолошку заштиту обезбеђује бетонски зид.
- Коморе (енглески *vaults*) садрже мрежу складишних рупа изведених у заједничкој згради. Ваздух који циркулише између цеви са касетама односи остатак топлоте, а струјање ваздуха природном циркулацијом се појачава димњацима.

### 3.10.3.3. Могућност за коначно складиштење и неутрализацију радиоактивног отпада и потрошеног горива

Очекује се да ће у будућим нуклеарним електранама 3. генерације као резултат техничког развоја настајати мање радиоактивног отпада по произведеној јединици електричне енергије него што је то данас случај са блоковима који су у погону. Ипак, не може се рачунати на смањење за ред величине. Током погона нових блокова и њихове декомисије треба да се води рачуна о складиштењу и коначном смештају више хиљада кубних метара радиоактивног отпада ниске и средње активности. Према садашњим сазнањима, то би вероватно могло да се реши проширењем Националног складишта радиоактивног отпада које се гради у подручју Батопатија.

Током непосредног коначног смештаја горива (у тзв. отвореном циклусу горива), гориво извађено из реактора може на место коначног смештаја да се транспортује без обраде, међутим с тиме се губи вредни фисиони материјал ког у потрошеном гориву има у незанемаривим количинама. Гориво смештено без обраде је високе активности и производи знатну количину топлоте.

Најбоље решење за коначно смештање потрошеног горива су дубока геолошка складишта изграђена дубоко испод Земљине површине унутар одговарајућих геолошких формација. Код смештаја отпада се користе вишеструке заштитне бране. Паковање отпада (односно коришћење одговарајућих складишних контејнера), примена материјала за попуњавање зазора и геолошке карактеристике складишта заједно гарантују изоловање радиоактивног отпада од биосфере. Овакво складиште је прикладно за прихват отпада горива које иде на обраду за поновно коришћење те за прихват осталог отпада високе активности који настаје током нормалног погона електране и њене декомисије.

Истраживање стења прикладног за прихват складишта за коначни смештај отпада високе активности у Мађарској започело је испитивањем Формације алеуролита Бода <*Bodai Aleurolit Formáció (BAF)*> у саставу рудника уранијума Мечек <*Mecsek*>. Количина прикупљених информација о стенама и геолошкој околини која може да дође у обзир далеко премашује познавање било ког другог потенцијалног подручја. Испитни ходници и испитне бушотине извађени из рудника уранијума омогућили су детаљно истраживање стења, и до сада није утврђена околност која би искључила прикладност ове локације за грађење дубоког геолошког складишта. Ако би се коначан смештај горива из блокова VVER-440 који су сада у погону направио на локацији Бода онда би се на истом месту – проширењем система ходника – могло ставити и потрошено гориво из нових блокова.

У затвореном циклусу горива, потрошено гориво се обрађује (репроцесовање) и од њега се производи ново гориво, а само се отпад поновне прераде трајно смешта. Међутим, за поновну прераду потрошеног горива у Мађарској не постоје могућности.

#### **3.10.3.4. Утицај грађевинских и осталих отпада за време погона**

Податке о настајању отпада током погона добили смо с једне стране од добављача нових блокова те са друге од друштва Нуклеарна електрана Пакш за реакторе који су већ у погона. У основи, услед погона нових блокова неће настајати нове врсте отпада, а њихова специфична количина ће бити мања од будући да су у питању модернија постројења.

#### **Врсте и количине отпада**

Традиционални отпад који ће да настаје током погона нових блокова се својим карактеристикама не разликују знатно од отпада из једног великог индустријског погона. Највећа разлика је у посебном руковању радиоактивним отпадом. Отпад може да буде инертни грађевински отпад који настаје услед радова на грађењу или преграђивању током погона те комунални, опасни и неопасни отпад. Помоћу података које су доставили транспортери и података о блоковима у Пакшу који су тренутно у погону саставили смо преглед отпада услед производње нових блокова и приказали га у *Таблици М-2. Прилога*.

Током погона блокова треба да се узме у обзир хијерархија управљања отпадом, која изгледа овако: спречавање настајања отпада – смањење настајања отпада – рециклирање – коришћење – коришћење у енергетске сврхе – одлагање. Отпад треба, где је то могуће, да се припреми за поновно коришћење. Подручје примене су стара уља, акумулатори, метали, стакло и папир. Транспорт отпада на поновно коришћење, неутрализацију или одлагање треба да обави транспортер који за то има ваљану дозволу. Ако транспорт треба да се обави у близини, тиме може да се смањи ризик по околину током транспорта.

Отпадом који настаје радом система за хлађење свежеом водом сматра се чврсти материјал («смеће са сита») који остаје у филтерима код филтрације сирове воде извађене из Дунава. Комунални отпад настаје у свим организационим јединицама електране и на радним површинама (канцеларијама, радионицама, друштвеним просторијама, мензама, лабораторијама, итд.).

### **Сакупљање и складиштење отпада**

Сакупљање отпада треба да се организује тако да се њиме потпуно онемогући загађење околине или да се оно сведе на најмању могућу меру, и да се створе услови за поновно коришћење. Стога ако не може да се спречи настајање отпада, онда треба да се води рачуна о стварању одговарајућег селективног сакупљања. Ако је могуће, селективно сакупљање треба да се реши извођењем одговарајућих сакупљалишта на радним местима. Паралелно са тим, на сакупљалишту – у случају да има опасног отпада – треба да се обезбеде посуде са натписима које се видно разликују једна од друге, и у којима ће да се сакупља иста врста отпада са радних места.

### ***Неопасни индустријски отпад***

Неопасни индустријски отпад – а посебно отпад који може поново да се користи или прода – треба да се сакупља тако да у њему нема загађивача који би могли да спрече даље коришћење. Због тога он не сме да садржи комунални или опасни отпад. За његово складиштење треба да се припреми одговарајући број складишта и складишних просторија. У ову групу спадају различити отпади од метала, отпадни каблови, неопасни електронички и електротехнички отпад, отпадно дрво, амбалажни отпад од папира и вештачких маса. За индустријски отпад који не може поново да се употреби треба одредити једно посебно место за сакупљање, а за њега евентуално може да се одвоји и део простора који се користи за сакупљање опасног отпада

### ***Инертни грађевински отпад***

Настаје у већим количинама па зато треба да се посвети посебна пажња отпаду који настаје приликом грађења. Одговарајућа селекција није задатак само радника електране већ и свих извођача, будући да овакве послове најчешће обављају друга предузећа. Мање количине отпада од грађења и рушења треба да се сакупљају у контејнерима смештеним близу места извођења радова, али код већих грађевинских захвата треба означити одговарајуће подручје за сакупљање насталог отпада.

### ***Опасни отпад***

Опасни отпад треба сакупљати на месту настанка, на сакупљалиштима код радних места у посудама (контејнер, буре, цак) са натписом и EWC кодом. Потрошено уље које настаје у великим количинама може да се складишти и у резервоарима са одговарајућом заштитом. Чврсти отпад који не садржи течност ни као остатак (уљем упрљана крпа, материјал упрљан бојом) може да се сакупља у пластичним џаковима.

Пошто транспорт сакупљеног отпада са сакупљалишта на радним местима није могуће непосредно решити, треба уредити погонска сакупљалишта опасног отпада. При уређењу сакупљалишта морају се задовољити захтеви прописани Прилогом 3. Уредбе Владе бр. 98/2001 (од 15.06.) о условима обављања делатности везаних уз опасни отпад. Такође треба да се изради правилник о раду сакупљалишта који се мора поднети територијално надлежном инспекторату заштите околине.

### ***Комунални отпад***

Сакупљање комуналног отпада се догађа на месту настанка, традиционалним методом у кошевима за смеће, контејнерима и у за ту сврху означеним спремиштима. Није потребно да се направи посебно место за сакупљање, а транспорт може да се реши заменом контејнера.

### **Ослобађање отпада**

Различите врсте отпада настају у једнакој мери и у контролисаним и надзираним зонама. Отпад који настаје у контролисаним зонама такође треба да се сакупља селективно према врстама, међутим његов транспорт са тог подручја могућ је само након поступка ослобађања. Током поступка ослобађања треба да се потврди да отпад не прелази ефективну дозу од 30  $\mu\text{Sv}$ -а за појединачно годишње оптерећење зрачењем од обраде попут нерадиоактивног отпада. Ослобођење отпада може да се спроведе према одредбама Министарства здравља бр. 16/2000 (од 08.06.). Транспорт отпада из контролисане зоне треба да се обави према прописаном у Уредби, те на основу мерења активности узевши у обзир нивое за ослобађање прописане од стране надлежних органа. Отпад транспортован из контролисане зоне после ослобађања може да се складишти и обради заједно са отпадом из надзиране зоне.

### **Коришћење, неутралисање**

Са аспекта економичности и заштите околине – а имајући на уму и хијерархију управљања отпадом – током инвестиције за циљ треба поставити смањење количине отпада који настаје, те да се уређењем система селективног сакупљања отпада постигне високи ниво коришћења отпада.

При управљању отпадом у првом реду треба водити рачуна о коришћењу и неутралисању горе наведених отпада. На основу досадашњих искустава, неопасни индустријски отпад који лако може да се прода за даље коришћење укључује метал, дрво, папир и картон те пластични отпад. Но, са порастом домаћих капацитета за прераду биће могуће коришћење и грађевинског отпада. Што се тиче опасног отпада, могуће је даље коришћење зауљеног отпада (уљем упрљане крпе, смотуљци, муљ), акумулатора и батерија [84]. Један део опасног отпада може даље да се користи термичким спаљивањем (нпр. муљ из отпадних вода) за што већ постоје потребни капацитети спалионица. Коначни начин смештаја неискористивог отпада је складиштење на одлагалишту отпада. Одлагање опасног отпада – због његове релативно мале количине – је могуће и решиво на одлагалиштима опасног отпада.

### **Утицаји насталог отпада**

Утицаји приликом рада блокова се од утицаја приликом грађења разликују утолико што приликом рада треба рачунати на настајак више врста и по околину опасног отпада. Истовремено, овај утицај је и дуготрајнији, а идентификовање извора и уочавање загађења може да се одужи услед чега већа количина загађивача може доспети на површину. Утицајима током периода рада биће такође погођено земљиште у околини, док утицај на површинске и подземне воде може да се искључи. Непосредни утицај је загађење земљишта које може да наступи приликом складиштења отпада на сакупљалиштима на радним местима и у погону, приликом расипања отпада услед мицања и транспорта, приликом цурења или несрећа. Посредни утицаји могу да настану приликом неутралисања (спаљивање, одлагање) и транспорта на места спаљивања и одлагања, и такође могу да се јаве у облику загађења тла, односно испуштања загађивача у ваздух. Пошто врста насталог отпада у малој мери овиси од типа блока, утицаји могу да буду незнатно различити за различите типове блокова. Због несигурности података нема сврхе да се прави разлика између блокова. Придржавањем важећих прописа о транспорту, уређењу и раду сакупљалишта утицаји могу да се минимализују.

#### **3.10.4. Заједнички утицаји нуклеарних постројења који функционишу на месту погона**

Погон нових блокова у основи неће изазвати настајање отпада који би се по врсти разликовао од оног који настаје радом садашње електране. Међутим, његова специфична количина – због модерније технологије нових блокова – ће бити мања од садашње. Традиционални (нерадиоактивни) погонски отпад настаје од делатности одржавања, грађевинских радова, обраде и припреме воде. У електрани у погону је током 2010. године настало 1811 t индустријског неопасног отпада, 372 t опасног отпада и 450 t комуналног отпада. Очекивана количина отпада услед рада нових блокова ће бити мања од ове због модерније технологије, мањих потреба за одржавањем и мањег броја потребне радне снаге. Главне врсте отпада које ће настајати током погона нових блокова сажете су у *Табlici М-2. Прилога.*

Придржавањем важећих прописа о транспорту, уређењу и раду сакупљалишта утицаји могу да се минимализују.

### **3.11. Урбана околина погона, друштвени и економски утицаји**

#### **3.11. 1. Приказ основног стања**

Код уопштене карактеризације урбане околине погона представљамо просторно-структурни положај града, најважније станице његовог развоја и инфраструктурне карактеристике. Код излагања узимамо у обзир да нуклеарна електрана у погону знатно утиче на живот насеља Пакш и да позитивни утицаји настали грађењем нових блокова могу да дођу до изражаја и током дужег периода.

##### ***3.11.1.1. Најважније карактеристике урбане околине града***

#### **Природно-географски положај и просторно-структурална позиција града**

Природно-географски положаја Пакша је одређен његовим положајем на високој обали дуж Дунава. Насеље са јавно-управном површином од 15 хиљада хектара је настало на граници Задунавља и Равнице, међутим по својим пејзажно-географским карактеристикама његов карактер је више равничарски него задунавски. Током историје развијене су просторне везе у смеру север-југ док су везе у смеру исток-запад мање развијене. Унутар региона, за Пакш је карактеристична међусобна сарадња и усмереност према Дунафелдвару, и жупанијско-управна и услужна веза те административна зависност у смеру Сексарда. Према Калочи се због Дунава нису могле изградити чврсте везе.

У 19. веку Пакш је био вишефункционално (пољопривредно, обртничко, трговачко и услужно) трговиште значајне величине и броја становника. На прелазу из 19. у 20. век Пакш постаје окружно седиште са значајном индустријом и квалитетном трговином (насеље има пристаниште бродова, пошту, железничку станицу). Овај развој је зауставио Први, а касније још и више Други светски рат, након чега је почео поново да се развија у складу са пољопривредним карактером региона (индустрија конзерви). Пакш је са главним градом изградио врло чврсте економске, пољопривредне и робно-снабдевачке везе.

Број становника Пакша је након пуштања у погон нуклеарне електране знатно порастао. Настанак електране је донео темељне промене и у погледу радне културе, а насељавање стручњака с високом и специјализованом стручном спремом дају граду јединствени карактер.

Но, с обзиром на динамични пораст броја становника Пакш није успео да прошири функције насеља на неки средњи ниво који би са тим био у складу. Повезаност са другим насељима и



привлачност града нису се побољшали у знатној мери осим што је он постао центар запошљавања. Истовремено, у поређењу са другим градовима исте величине, Пакш је због електране снабдевен комуналном инфраструктуром бољег квалитета и изграђеност основне инфраструктуре је потпуна. У складу са специјалним здравственим потребама електране проширена је и специјална здравствена заштита, али оснивање градске болнице није успело.

### **Инжењерска инфраструктура**

Пре градње нуклеарне електране инфраструктурна мрежа је била заостала. Њен развој је почео почетком 1970-их година и до почетка новог миленијума подигнута је на одговарајући ниво. Уз грађење електране значајно се променила и структура насеља и лице Пакша. Изграђен је нови центар града и ново стамбено насеље. Тренутно најважније инфраструктурне карактеристике су следеће:

- *Мрежа путева* у граду је савремена. Њена укупна дужина је скоро 100 km, готово у целини је тврде подлоге, приступ улицама је добар. У целој дужини мреже улица изграђени су и тротоари, али нема довољно стаза за бицикле.
- Опскрбљеност *водом за пиће* из водовдне мреже задовољава све потребе. Дужина водовдне мреже је 2010. године била 112,2 km. Вода за пиће из мреже је одговарајућег квалитета. У овом тренутку граду стоји на располагању резервоар запремине 4450 m<sup>3</sup>. Близу 100% количине воде за пиће се одводи преко градске *канализационе* мреже чија дужина је 69,4 km. Настале количине отпадних вода се одводе потпуно прочишћене. 100% станова је снабдевано водом за пиће, и готово 93% станова је везано на канализациону мрежу, што може да се сматра добрим учинком.
- Насеље је унутар редовног *транспорта отпада*. У насељу је 2010. године сакупљено 15701 t чврстог отпада. Град Пакш управља сопственим, техничком заштитом опремљеним одлагалиштем смећа које има дозволу за рад. Током развојног циклуса биће изграђен и погон компостаре. У регионални систем управљања отпадом су се укључили и Белчке, Герјен, Ђеркењ, Пустахенце, Мадоча и Нађдород. Инфраструктура селективног сакупљања отпада у граду је одговарајућа. Рекултивација ранијег градског одлагалишта отпада је извршена.
- Изграђеност *мреже за снабдевање електричном енергијом* је 100%-на. 1996. године је изграђена *гасна мрежа*, на коју је повезано више од 45% станова. За остале станове на располагању су електричне пећи и топланско грејање.

#### **3.11.1.2. Град и производња нуклеарне енергије**

Положај града Пакша је специфичан у односу на остале градове сличне величине. Наиме, његово функционисање је у основи одређено једним великим предузећем. Град Пакш и нуклеарна електрана су стратешки партнери један другоме и већ деценијама су чврсто спојени на подручју развоја терена. У прошлим деценијама су бројни развојни пројекти у Пакшу реализовани као «заједничке инвестиције» или уз знатну помоћ друштва Нуклеарна електрана Пакш.

Најважнији локални извор порезних прихода града је порез на бављење делатношћу који износи око пола градског буџета. Сва питања у вези са нуклеарном електраном су у свим аспектима од државног значаја, тако да град и жупанија једва да имају право уплитања у њене послове.

Гледајући у будућност, документи за уређење простора не дају сигурни ослонац. Ревизија Државне концепције уређења простора у глави која говори о снабдевању електричном енергијом не бави се са судбином нуклеарне електране. Истовремено, већина чланова

Парламентарне комисије за одрживи развој подупиरे проширење нуклеарне електране. Тиме би се чак и дугорочно обезбедио развој града базиран на производњи нуклеарне енергије. Град са своје стране континуисано обезбеђује потребне мере, све концепције и сви планови рачунају на развој нуклеарне електране.

Изградња електране је од Пакша створила насеље са најдинамичнијим развојем у земљи. На основи уплата пореза на лични доходак Пакш је осмо најбогатије насеље у земљи. Развиле су се такве услужне гране које нису карактеристичне за град сличне величине.

Ова међусобна усмереност и сарадња ће бити посебно наглашена у следећој деценији грађевинским радовима на новом блоку нуклеарне електране. После прелазног пораста, утицај развоја електране на запошљавање може да доведе до пораста становништва од 1-1,5 хиљаде, што неће бити противтежа чак ни смањењу становништва због демографских процеса и услед иселења.

### 3.11.2. Утицај грађења

Утицаји грађења и погона нових блокова на насељену околину могу да се поделе у три главне групе:

- утицаји на структуру насеља и простора, на слику насеља и на заштиту баштине,
- утицаји на мрежу комуналне инфраструктуре и комуналне услуге,
- утицаји на мрежу јавних путева и саобраћај.

Према садашњим информацијама, утицаји на насељену околину неће се битно разликовати у периоду грађења и периоду погона. (Знатније разлике постоје само у броју грађевинских радника – Таблица 2.5.1-3. Подглаве 2.5.).

Град може профитирати од грађења нових блокова у смислу структуре простора и позиције структуре простора. Планирана инвестиција наине учвршћује садашњу позицију Пакша на дуге стазе.

Очекује се да фаза грађења која захтева велики број радне снаге доведе и до пораста становништва. Радници, и евентуално њихове породице, треба да буду смештени, што може да утиче на структурне односе у центру града (грађење привремених радничких преноћишта, нових стамбених зграда, обезбеђење саобраћаја из околних насеља). Проширење стамбеног фонда тражи и развој за то потребне инфраструктурне мреже. Може да се јави потреба за развојем основног снабдевања (трговина, угоститељство, јавне институције), чак и за новим рекреационим површинама и то у највећој мери близу радног места, то јест у Пакшу.

Нова грађевина долази на индустријско подручје. Место блокова електране и прилазно подручје потребно за грађење су већ означени у градском регулационом плану. Привремено заузимање простора током реализације поред осталог има утицај и на околину насеља. Наине, ова подручја за то време не могу да се користе за другу намену. Извођење везаних и допунских грађевина (нпр. путева и других елемената мреже) такође захтева измену коришћења простора на приградским подручјима. Интересе природе и околине при означавању ових простора треба врло далековидно имати у виду.

Планирани развој се реализује релативно далеко од споменика културне баштине и зато се не очекује да утиче на њих. При одабиру локације за везане и допунске грађевине треба размотрити где ће бити смештене. За заштиту археолошких вредности потребна је претходна археолошка процена, и евентуално треба да се проведу иницијална ископавања и археолошка контрола земљаних радова.

Због снабдевања великог броја радне снаге (и њихових породица) који током грађења долази на ово подручје и у њему борави дуже време, комунална инфраструктура и јавне услуге треба да се унапреде. Нпр. очекује се потреба за повећаним капацитетом за управљање

отпадом и одржавањем чистоће јавних површина. За потребе уређења нових стамбених подручја очекује се да ће требати да се унапреди комунална инфраструктура. Проширења и унапређења мрежа у периоду грађења проузроковаће пролазне сметње у животу насеља (загађење буком, вибрацијама и загађење ваздуха).

Грађење нових блокова биће праћено великим транспортом терета и људи, а може да се јави потреба и за новим путевима (нпр. између места грађења и нових стамбених подручја). Појачани саобраћај – а нарочито густ теретни саобраћај – квари стање постојећих путних праваца и изазива оптерећење буком и вибрацијама те кварење квалитета ваздуха. Стога је пожељно да се предност да јавном саобраћају, за што је потребно да се развије како међумесни тако и месног саобраћај. Потребно је и повећање могућности паркирања.

### **3.11.3 Утицаји погона нових блокова**

#### **3.11.3.1. Утицаји на околину насеља**

Утицаји који се јављају током погона у знатној мери зависе од тога који доприноси развојни програми и инвестиције ће бити остварени у периоду грађења, односно да ли ће да буде потребе за њима и за време погона. Предвиђа се да ће капацитети који ће се изградити бити довољни за задовољење потреба и за време погона пошто ће потребе за радном снагом у време погона бити мање него за време грађења.

Рад нових блокова – ако се за време грађења реализују потребна унапређења – једва да ће да има утицај на околину насеља. Треба да се рачуна само на утицаје превоза људи и терета. Њих може да се смањи коришћењем путних праваца који заобилазе насељена подручја, коришћењем возила са малим нивомом буке и ниским нивоом испуштања загађивача ваздуха, односно са сталним одржавањем коришћених путева, што бржим поправљањем оштећења и рупа на путевима, и коришћењем тзв. тихих слојева у случају наношења нових слојева.

Једнозначна предност за околину насеља биће стабилизовање њене просторно-структурне позиције услед постојања нових блокова.

#### **3.11.3.2. Друштвено-економски утицаји**

##### **Развој броја становника**

Промену броја становника треба узети као фактор утицаја због потребе делатности за радном снагом и повећаних потреба за услужним делатностима. Промене у периоду грађења биће веће од оних за време рада. Разлог томе је велики број радне снаге у току градње и дугачко време изградње. Вишак (нелокалне) радне снаге за време градње може да достигне број од 5000–6000 лица, а овакав нагли пораст броја становника може да узрокује безброј проблема.

Потребе за особљем за време погона у случају грађења два блока – и потребе за радном снагом која ће радити у делатностима снабдевања и услуга – је близу 1000 лица. То је озбиљна промена, али она може да се прилагоди развоју регије и поправи на пример све лошији старосни састав становништва.

##### **Друштвено-економски утицаји**

Повећање локалне и регионалне запослености је значајно – пораст од близу 10% очекује се како за време грађења, тако и за време погона. Стручно-оспособљавајућа структура јавног образовања у жупанији је повољна и може да задовољи како непосредне, тако и посредне потребе нових блокова.

Повољни утицаји грађења и погона на запошљавање имају и шире деловање па ће тако повећани лични дохоци и приходи самоуправе моћи да оживе економију. У односу на основно стање очекује се јачање пословања обрта и трговачких друштава.

Планирана инвестиција како у фази успостављања, тако и у фази погона повећаће у знатној мери локалне приходе од пореза у Пакшу. Инвестиција ће имати знатан утицај и на приходе од пореза и доприноса на државном нивоу.

### **Утицаји на појединца**

Период грађења узрокује промену и у квалитету живота. За локално становништво ово уопштено може да се покаже као неугодност, а за добар део оних који тамо раде више година може да узрокује пад квалитета живота.

У локалном систему социјалних, образовних и здравствених услуга нема значајног капацитета за пружање услуга знатном повећању особа које се привремено или трајно (евентуално заједно са породицом) настањују (са изузетком услуге обданишта). Стога је неизоставно њихово даље унапређење.

Рад нуклеарне електране не значи и фактор ремећења осећаја безбедности у региону. Прихваћеност нуклеарне електране која је у погону је добра како на државном тако и на локалном нивоу. Ни несрећа у Фукушими није донела битне промене у прихваћености. Међутим, на одбијање прихваћања грађења нове нуклеарне електране у знатној је мери утицао погонски квар у Пакшу из 2003. године и несрећа у Фукушими. Друга поука истраживања је била да прихваћеност атомске енергије увелике зависи од информисаности људи; дакле, што је боља информисаност, то је већа прихваћеност.

Пошто планирана нуклеарна електрана – успркос паралелном раду које ће трајати неко време – у коначници служи као замена за постојећу, преношење овог податка у друштву би на основу истраживања било важно за њену прихваћеност.

### **Утицаји на заједницу**

Истражујући насеље Пакш може се приметити да се данас готово све везује уз нуклеарну електрану. Дакле, локални идентитет ће се променити у незнатној мери, а његово усмерење зависи и од добрих или лоших искустава током грађења и погона. Што више особа из удаљенијих регија нађе запослење за време грађења и погона, везивање ће бити јаче. Данас је оцена регије извана изразито добра и нуклеарна електрана представља привлачну силу и за становништво и за предузећа. У овом аспекту не очекујемо знатнију промену.

#### **3.11.4. Заједнички утицај нуклеарних постројења у погону на месту погона**

Заједнички утицаји на околину насеља могу да се јаве само посредно због повећаног оптерећења услед транспорта у деловима насеља дуж транспортних путева. У њима, непосредно уз пут, могу да се јаве и знатни утицаји, зато смањење оптерећења треба да представља важан задатак. Самоуправа у томе треба да сарађује са инвеститором (нпр. означавањем подручја смањеног саобраћаја, померањем почетка радног времена смена у појединим објектима, итд.).

Сви остали утицаји на околину насеља су друштвено-економског карактера, то јест у овом случају нису заједнички утицаји они који су одређујући, већ управо супротно, они који настају услед нове ситуације која настаје заустављањем електране која је сада у погону. Ово пак не треба узети као део садашњег истраживања, већ уврстити у истраживања утицаја који требају да се израде приликом заустављања.

## 3.12. Коришћење предела и подручја

### 3.12.1. Приказ основног стања

На основу Закона ЛШ. из 1996. године о заштити природе, у циљу заштите пејзажа треба да се испита коришћење околине у близини нових блокова нуклеарне електране, структура предела, карактеристике предела и потенцијал предела. При истраживању предела, у првом реду пејзажа – узевши у обзир појаву нових блокова као маркантни елемент пејзажа – оцену смо проширили на круг од 20 km од електране.

#### 3.12.1.1. Коришћење подручја, структура предела

Испитивање промене структуре подручја је извршено уз помоћ фотографија из свемира и ваздуха које се израђују од изградње нуклеарне електране. На основу обраде 5 снимака из свемира и ваздуха направљеним између 1997. и 2009. године може да се каже следеће:

- Подручје Пакша је 1970-их година – пре изградње сада постојеће нуклеарне електране – било карактеристичан предео пољопривредне производње (близу 2/3 велике парцеле) с високим уделом површина које су блиске природнима (шуме 10%, травњаци 6%, водене површине преко 5%). И насеље се прилагодило овом типу предела. У великој, стагнирајућој општини најважнија врста индустријске делатности била је прерада намирница.
- Изградња електране је донела знатну промену и у структури предела: порастао је број вештачких елемената, створено је пространо индустријско подручје, а као доприноси елемент је реализовано стамбено насеље за запослене. Порасла је и површина под шумом (заштитна шума). Пораст индустријског подручја је од тада сталан, у првом реду између насеља и нуклеарне електране на подручју које затварају магистрални пут бр. 6 и Дунав. Ова промена међутим више није резултат пораста површине нуклеарне електране, већ настајања доприносних, услужних индустријских подручја и других типова индустријских и услужних објеката.
- Око прелаза у нови миленијум се знатно променила структура пољопривреде. Удео великих парцела се смањио на 40%, а малих порастао на 18% (накнаде штете). Велике парцеле од тада више не превладавају у структури предела и пејзажу. Као један од утврђених знакова урбаног развоја јесте и знатан пораст подручја намењеног спорту, рекреацији и одмору.

Данас је за структуру предела Пакша и околину електране карактеристична знатна мозаичност и променљивост (*Слика М-19. Прилога*). И даље је знатна распрострањеност пољопривредних подручја (59%), а висок је и удео листопадних шума ( $\approx 11\%$ ). Распрострањеност водених површина травњака и површина са породичним кућама је око 5% и оне могу да се сматрају карактеристичним коришћењем подручја.

#### 3.12.1.2. Оцена тренутних карактеристика предела

При карактеризацији предела (пејзажа, структуре предела) уз његову биолошку активност обично оцењујемо и његову оригиналност, вишестраност и утицај на здравље<sup>32</sup>. Ове факторе у првом реду одређују биљни фондови, постојање или недостатак других елемената предела и ивичњака, њихова количина и квалитет:

<sup>32</sup> Csemez Attila – Balogh Ákos: *Tájvédelem a környezeti hatásvizsgálatokban* <Заштита пејзажа у студијама утицаја на околину> (припремљен по налогу Државног уреда за заштиту околине и природе <ОКТИ> 1986.)

- Биолошка активност испитиваног подручја је на средњем нивоу. Удео шума је у односу на државни просек нешто мањи, а релативно су мале и површине под травњацима. Удео водених површина (у првом реду Дунав и рибњаци) је изнад просека. И пољопривредне површине које заузимају близу половине подручја су делимично активне са биолошког аспекта, наиме за време периода вегетације су у потпуности или делимично прекривене биљем.
- Степен антропогеног утицаја је знатан (електрана, друга индустријска подручја, саобраћајне површине, високонапонски далеководи, итд.) чак на деловима сличним природнима. (Нпр. заштитна шума је више насад него права шума. Напасање у екопарку је знатно покварило стање оригиналног пешчаног травњака). Околина планираних блокова је због преуређивачког деловања човека већим делом изгубила своју оригиналност, дакле њена оригиналност је на ниском нивоу. Делови блиски природнима, готово нетакнути могу да се пронађу претежно дуж Дунава, односно на брдима који се протежу у смеру северозапада и на којима постоје насади понајпре гротља и воћњака. Део овога је и заштићено Поље текуница Пакш.
- Гледајући његове географске особине, испитивано подручје показује карактеристике Равнице. С аспекта поливалентности, међутим, структура његовог предела је већ и пре грађења нуклеарне електране била разноврснија, разведенија и разнобојнија од просечног равничарског предела. Један од главних разлога за то је појава водене површине и шуме, односно Дунава и биља на његовим обалама који су и у пејзажу ивичњаци који се јављају као карактерни ограничавачи простора.
- Здравственост предела се постепено смањује. Велики степен људског ометања је био присутан и пре грађења електране, на шта биљни и животињски свет реагује кварењем, повлачењем и нестајањем вредних врста. Већим делом су већ и тада недостајале површине које су прекривене природним биљем и покривене током целе године. Индустријско искоришћење често иде руку под руку са болесним биљним фондом, девастираним<sup>33</sup> поквареним површинама, односно бујањем корова и проширењем врста које нису карактеристичне за тај крај (нпр. закоровљење травњака испод далековода, или велики степен ширења корова у заштитној шуми). Овај неповољни процес су појачале и интервенције из последњих година (нпр. пораст индустријских подручја, пуштање у саобраћај аутопута М6, изведба екопарка).

Сажимајући све наведено, може да се закључи да је подручје предела и пејзажа знатно преуређено, и карактеристични су трагови људских интервенција. Повољна карактеристика за предео је појава Дунава и обалног биља у структури предела и у пејзажу те знатна разведеност, поливалентност и природност појединих ивичњака.

### **3.12.1.3 Пејзажне карактеристике**

Пејзаж се ствара препознавањем и субјективним оцењивањем елемената облика и боја. Генерално, неки пејзаж оцењујемо лепим када је променљив и када је састављен претежно од природних и елемената сличних природнима. Важан је и доживљај простора којег хоризонтални ивичњаци проширују, а усправни сужавају. У најлепшим деловима пејзажа је заједно присутан променљиви облик брдовитости, површина воде и зеленог биља.

Подручје у близини нуклеарне електране је средње богате структуре предела. Од карактеристичних повољних елемената с аспекта предела-пејзажа присутни су површина воде и пратеће биље и елементи брдовитости као западних ивица. Нема, или се сакривено

<sup>33</sup> Уништен.

јављају неповољни елементи слике (нпр. одлагалиште отпада). Град и нуклеарне електране су наглашени вештачки елементи пејзажа.

Појава нуклеарне електране као елемента слике зависи од оцене појединца, субјекта. На оцену целог друштва утичу и разни социолошки, свесни, емоционални, психички (па чак и политички) аспекти. Важно је за оцену нуклеарне електране да се грађевина може оценити као симбол високе радне културе и пројектованости вишег степена и прецизности. Битно је да својом појавом рефлектује уложени интелектуални капитал и високи степен технике и технологије.

На основу наведеног може се закључити да тренутно, с аспекта предела, појава подручја није истакнуте вредности (ни у позитивном, ни у негативном смеру).

#### **3.12.1.4. Делатност нуклеарне електране у уређењу околине предела и насеља**

За уређење структуре подручја важна је активна делатност заштите околине електране у погону. Уз помоћ друштва Нуклеарна електрана Пакш спроведени су бројни програми, од којих с аспекта предела требају да се спомену:

- рехабилитација, надокнада воде у мртваји Дунава Фад-Домбор,
- оживљавање мочварне шуме код Дунасантђерђа дуж пута за надокнаду воде,
- успостава раја за риболовце дуж оgrade нуклеарне електране,
- помоћ фондацијама и акцијама које се баве развијањем подручја и насеља (нпр. „Заједно против амброзије”, Фондација за развој подручја Дунав-Мечек<sup>34</sup>, акција „Посади дрво, дрво живота – Чувај извор кисеоника!”<sup>35</sup>).

#### **3.12.2. Утицај грађења**

Стање *структуре предела*, то јест типа целог прихватног предела и његовог интензивног коришћења је знатно промењено приликом изградње електране која је сада у погону. На подручју се појавила нова димензија коришћења простора. Ранији пољопривредни произвођачки крај је постао индустријски. Нови блокови електране се појављују у структури предела у којем се већ користи једна нуклеарна електрана, дакле у овом случају нових промена с аспекта структуре предела неће бити.

Међутим, промене *структуре предела*, то јест промене мањег интензитета могу да се замисле у појединим мозаицима коришћења, у првом реду у ближој околини електране. Утицаји ће настати услед реализације изградње места погона, услед постављања привремених објеката за приступ и услед постављања прикључних, нпр. инфраструктурних грађевина (електроенергетска мрежа, пут, железница, лука, итд.). У непосредној околини места погона су могуће даље промене коришћења подручја, на пример површина заштитне шуме може се проширити у смеру севера, или би се неки елементи мозаика коришћења (животињска фарма, стаза за мотокрос, итд.) могли делимично или потпуно пребацити на нова подручја. Ове видљиве промене у коришћењу подручја се шире на локално подручје новог места погона, односно на околину удаљену неколико стотина метара, а највише 1-2 км, и у структури подручја узрокују промену само мањег значаја.

Утицај грађења на *коришћење предела* у периоду грађења од 5-8 година, на великом подручју грађења и приступа величине 100 ха узрокује ометање које је видљиво чак и на нивоу предела. Према стручним оценама највећи утицај би могао да врши транспорт. Како би се ометање смањило на минимум највећи могући део грађевинског материјала би требао да се

<sup>34</sup> Извор: <http://www.atomeromu.hu/duna-mecsek-teruletfejlesztési-alapitvány>

<sup>35</sup> Извор: <http://www.paks.hu/varos/civilszervezet.php>

транспорт је воденим путем. И железичко решење је повољније од транспорта јавним путевима, с изузетком источне ивице Пакша.

Транспорт јавним путевима омета саобраћај на околним путевима (успорење саобраћаја, чепови). Оптерећење јавних путева због знатне масе транспортних возила натоварених грађевинским материјалом и пратећим вибрацијама доводи и до пропадања стања путева и зграда у њиховој околини.

Због периода грађења који је знатно дужи од уобичајеног можемо да се бавимо *прелазним променама пејзажа*. Од пејзажних елемената биће оних који се појављују стално или променљиво. Променљива је нпр. слика појединих грађевина у зависности од њиховог степена изграђености, а стално је нпр. кретање грађевинских радника, приступни објекти, појава радних и транспортних машина. Појачана присутност човека и саобраћај смањују тренутно уравнотежену хармонију индустријске појаве.

Објекти који припадају нуклеарној електрани у првој фази њиховог грађења (уређење терена, темељни радови) се неће појављивати у пејзажу. Они стављају свој печат на визуалну појаву уже-шире околине када почне изградња. Висина, маса и компактност нових блокова и допунских грађевина биће слична постојећим блоковима електране, дакле они се јављају као нови елементи слике, али у целовитости не чине пејзаж који знатно одудара од ранијег. Реакторске зграде и знатно виши димњаци не могу се потпуно уклопити у предео и нестати из пејзажа. Док они чине велике, компактне и наглашене елементе предела, витки (уски) димњаци се не појављују доминантно на слици.

Један неповољни елемент пејзажа у многим случајевима не смета човеку. Ако се као запослена особа, запосленик индустријског погона, човек сретне са сликом карактерног индустријског погона, његов однос према слици биће знатно повољнији него у случају када на неком подручју жели да се одмори, искључи, или је тамо само на пропутовању. Нуклеарна електрана може да има ометајући утицај гледано са локација у центрима насеља. Међутим, неповољну оцену на овим подручјима ублажава чињеница да је реч о највећем послодавцу у насељу. Површине за рекреацију се на подручју јављају само тачкасто, и њиховим коришћењем откривање неповољне слике може да нестане. Садашња електрана може да се види само са појединих деоница магистралног пута бр. 6. и аутопута М6. Садашње краће деонице видљивости ће вероватно да се повећају, а утицаји на пејзаж ће за време изградње постепено да се појачавају.

Подручје утицаја на пејзаж ће постепено да се повећава током процеса грађења. Промене ће у првом периоду, узимајући у обзир горе наведено, да буду видљиве само из непосредне близине поред ограде. Касније подручје утицаја постепено ће да расте са градњом високих грађевина (димњаци, зграде електране) и њиховим постизањем пуне висине, све док не досегне процењену величину од око 20 км.

### 3.12.3. Утицаји погона нових блокова

Промена *коришћења површине и структуре предела* је идентична оној описаној за фазу грађења, односно не очекује се знатна промена ни у структури предела, ни у коришћењу подручја.

За збирну карактеризацију предела и за садашње стање смо оценили биолошку активност, оригиналност, поливалентност и здравственост. Након пробног рада нових блокова:

- *Биолошка активност* подручја ће минимално да се смањи, наиме подручја изградње су данас сиромашни травњаци, ту и тамо са остацима темељних радова из ранијих градњи. Смањење биолошке активности која настаје изграђеношћу и прекривањем може да се компензује ако се на слободним површинама индустријског подручја,



односно на једном делу рекултивисаног подручја приступа засади парк, те ако се на ивици новог места погона засади заштитна шума.

- *Степен антропогеног утицаја* је знатан и без нових блокова. Он ће даље да се појачава у случају појаве делатности. Величину појачавају и објекти допунске-прикључне инфраструктуре. С аспекта *поливалентности* није вероватна знатна промена, не очекује се појава нових типова ивичњака ни знатно повећање ивичњака.
- Не очекује се знатна промена ни с аспекта *здравствености* предела. Након завршетка грађевинских радова (за очекивати је да прелазно раздобље квари здравственост предела) покварене површине и прилазне површине ће да буду уређене, према нашим очекивањима биће посађено и биље па тако она неће постати извор проширења страних врста на овом пределу.

*Промену у пејзажу* узрокује постојање електране и прикључно-допунских објеката. С новим објектима се не очекује знатан утицај јер ће објекти нових блокова да буду реализовани у кубатури (висини, маси, текстури) сличној оној већ постојеће електране.

Подручје промене пејзажа приказује *Слика М-20. Прилога*. На овој слици се види одакле ће моћи да се виде зграде висине од око 50 м на подручју унутар круга полупресека 10, 20 и 30 км, не узимајући у обзир покривеност и утицај откривања зграда. Блокови електране ће са западне стране моћи да се виде само унутар круга полупресека од 10 км, док ће са источне стране моћи да се виде са готово целог подручја круга полупресека од 20 км. Видљивост са удаљености између 20 и 30 км се већ смањује. Због тога смо узимајући у обзир и ивичне шуме на обали Дунава за подручје утицаја с аспекта пејзажа одредили круг полупресека од 20 км описан око центра новог места погона. (Наравно, нова електрана биће видљива и одавде само мозаично и у зависности од временских услова, дакле стварно подручје утицаја може да буде мање од овога овисно о времену и простору.)

*Слике М-21. – М-27. Прилога* приказују неколико пејзажних слика везаних за испитивање очекиване појаве нових објеката.

#### **3.12.4. Заједничко деловање нуклеарних постројења на месту погона**

Промене предела (структура предела, пејзаж) нису се могле испитати без разматрања основног стања. Дакле, горе наведени закључци односе се на период заједничког рада постројења. И у овом случају утицаји се могу разликовати од наведених услед нове ситуације која настаје заустављањем електране која сада функционише (нпр. декомисијом).

## 4. Ограничење територија деловања за предвиђене варијанте

### 4.1. Територији радиолошког деловања

Код класификације деловања једно од важних гледишта је распрострањеност деловања, јер што је она већа то је већи број елемената који су погођени деловањем а тиме је већи и значај деловања. За класификацију деловања радиоактивних испуштања на околину, односно директних и индиректних зрачења, могу да се употребе класификацијске категорије садржане у Таблици 4.1-1.

Таблица 4.1-1.: Класификацијске категорије радиолошких деловања нових блокова

| Промена стања  | Ниво оптерећења зрачењем (E) [ $\mu\text{Sv}/\text{годину}$ ] |
|----------------|---|
| Неутрално      | $E \leq 90$   |
| Подношљиво     | $90 \leq E \leq 1\,000$                                       |
| Оптерећевајуће | $1\,000 \leq E \leq 10\,000$                                  |
| Штетно         | $E > 10\,000$   |

Као горњу границу неутралног деловања можемо узети вредност од  $90 \mu\text{Sv}/\text{годину}$ , јер према предлогу формулисаном у документу „Ограничавање доза планираних нових реакторских блокова у кругу нуклеарне електране Пакш“ [42] код ограничавања доза нових блокова треба узети у обзир постојеће ограничење доза за нуклеарну електрану у употреби  $90 \mu\text{Sv}/\text{годину}$ ). Наиме, ради се о истој делатности (искориштавање нуклеарне централе), а и величина извора (уграђени укупни капацитет) је слична. За блокове 1–4 нуклеарне електране Пакш према становништву Националне службе за јавно здравство <ÁNTSZ OTH> и одредбе број 40-6/1998 дефинисано ограничење доза је  $90 \mu\text{Sv}/\text{годину}$ , а та вредност је значајно мања од границе дозе за становништво, као и од радијацијског оптерећења које потиче из природних извора и у смислу просторног и у смислу метеоролошки варијабилног радијацијског оптерећења. Ако се за нови објект не дефинише исто (односно томе врло слично) ограничење као код нуклеарне електране у погону, то би могло да доведе до тога да класификација радиолошког утицаја на околину две централе не буде иста иако обе делују у истој околини.

Вредност од  $1000 \mu\text{Sv}/\text{годину}$  држимо горњом границом подношљивог деловања стога што према одредби бр. 16/2000 (од 08.06.) <EüM> вањско и унутрашње радиолошко оптерећење становништва из вештачких извора – не рачунајући зрачење током медицинске дијагностике и терапије, непрофесионалне неге болесника и добровољно учествовање у медицинском истраживању – не смеју прећи ову границу дозе.

Вредност од  $10000 \mu\text{Sv}/\text{годину}$  држимо горњом границом оптерећујућег деловања стога што је то према одредби бр. 16/2000. (од 08.06.) <EüM> најмања доза при којој у случају опасности (стање изазвано изванредним догађајем или током сталних околности радиолошког оптерећења након изванредног догађаја) треба предузети некакве заштитне мере (изолација).

С радиолошке тачке гледишта териториј деловања при нормалном раду остаје унутар контролисане зоне и у погледу ваздушних и течних испуштања и у погледу достигнуте дозе. Изван овога, радиолошко оптерећење не достиже вредност од  $90 \mu\text{Sv}/\text{годину}$  и тиме се може сматрати неутралним. Териториј деловања је приказан на Слици М-28. Прилога.

Доспевање веће од овога на териториј је могућ само у случају погонског квара или тешке хаварије. Очекиване погонске кварове можемо поделити у две групе. Овим групама придружујемо емисијске баријере које омогућују да испуштање не пређе вредност која би изван 800 метара захтевала спровођење мера предострожности, односно која би резултирала економским последицама.

На основу спроведених анализа, у случају једног типичног испуштања кроз димњак, доза се отприлике на 4 км смањује на петину дозе измерене у округу од 800 метара. Према овоме, при испуњавању критеријума EUR-а у случају категорије DBC3 изван 800 метара, а у случају категорије DBC4 изван 4 км, не треба очекивати веће радиолошко оптерећење од 1 mSv/догађају, то јест изван овога деловања сасвим сигурно неће бити оптерећења. При испуњавању критеријума EUR-а, оптерећење се у случају категорије DBC3 на удаљености од 7 км, а у случају категорије DBC4 на удаљености од 40 км смањује на вредност 90  $\mu$ Sv/догађају. На удаљеностима већим од ових је деловање неутрално.

За проверу горе наведених тврдњи извршили смо и израчунае. За тип блока EPR, погонски квар LOCA<sup>36</sup>, који спада у категорију DBC4 [29], се као краткотрајно деловање појављује 0,29  $\mu$ Sv/догађају на удаљености од 800 м, што уз уобичајене прехранбене навике у 50 година чини 1,5  $\mu$ Sv/догађају ефективне асимилиране дозе. Ове вредности су отприлике за три реда величине мање од традиционалних вредности које произлазе из захтева EUR-а.

Догађаји који прелазе оквира основног планирања могу да се поделе на погонске кварове који су изван очекиваних кварова и тешке хаварије. За погонске кварове који су изван очекиваних кварова се препоручује прописати границе испуштања, док је у случају тешких хаварија без граница испуштања уобичајено прописати ограничавање кумулативне учесталости. На ток тешких хаварија у великој мери утичу мере за ограничавање последица хаварије које се сматрају успешнима у случају да се испуштање ограничи на вредности прописане за погонске кварове који су изван очекиваних кварова. За погонске кварове који су изван очекиваних кварова EUR предлаже границе испуштања које омогућују да испуштање не прелази вредности које изван 800 м захтевају евакуацију, а изван 3 км привремено исељење, односно које изван 800 метара захтевају исељење дуље од године дана и узрокују економске последице. У складу са критеријумима ЕУР-а, на удаљености од 3 км од испуштања у најгорем случају доза може да износи 30 mSv, на удаљености од 7 km 10 mSv, а на удаљености од 100 km 1 mSv.

За проверу горе наведених тврдњи смо спровели анализу с подацима који у случају типа EPR спадају у категорију DEC (проширење основног планирања) [29]. Према извршеним израчунама на удаљености од 800 м доза износи 34  $\mu$ Sv, а на удаљености од 3 км 12  $\mu$ Sv, односно утврђено је да су дозе израчунате на основу података о испуштању за више редова величина мање од оних постављених у захтевима EUR-а.

Вредности добијене на основу критеријума EUR-а сумира *Таблица 4.1-2*. Треба да се нагласи да се ове вредности не односе на одређени тип блока, него представљају горњу границу изнад које се – према критеријумима EUR-а – не може изградити тип који има „лошије“ карактеристике.

**Таблица 4.1-2. : Раздаљине осовине снопа придружене циљним вредностима према критеријумима EUR-а (у км) у случају разних погонских кварова**

| Погонски квар | Циљна вредност |        |       |             |
|---------------|----------------|--------|-------|-------------|
|               | 30 mSv         | 10 mSv | 1 mSv | 90 $\mu$ Sv |
|               |                |        |       |             |

<sup>36</sup> Loss of Coolant Accident – <sup>37</sup> Отклањање контаминације од зрачења, отклањање радиоактивног загађења

---

|       |   |   |     |      |
|-------|---|---|-----|------|
| DVC3* | – | – | 0,8 | 7    |
| DVC4* | – | – | 4   | 40   |
| DEC** | 3 | 7 | 100 | 1400 |

\* Односи се на касну асимилирану ефективну дозу.

\*\* Односи се на ефективну дозу претрпљену у првих 7 дана.

#### 4.2. Териториј деловања традиционалних утицаја на околину

Процењени територији деловања традиционалних утицаја на околину који се могу повезати са изградњом нових блокова нуклеарне електране, њиховог искориштавања и претпостављеним погонским кваровима, несрећама и хаваријама смо представили таблично. Таблице 4.2-1. – 4.2-3. рашчлањују територијалну распрострањеност традиционалних утицаја на околину на елементе деловања појединих елемената/сустава околине. Територији деловања појединих елемената/сустава околине су приказани у облику мапе М-29. – М-38 у Прилогу.

**Таблица 4.2-1.: Подручја традиционалних утицаја на животну средину у фази градње**

| Фактор утицаја   | Подручје утицаја  | Напомене и објашњења  |
|--|---|---|
| <b>Утицаји на квалитет ваздуха</b>   |   |   |
| Грађевински радови   | Круг радијуса од 500 м око градилишта   | Значајно и вишегодишње онечишћење. Најкарактеристичнији утицај извора (прашина лети посвуда).   |
| Транспорт особа и терета   | Појас од 50–100 м од транспортних путева до саобраћајних чворишта (Чампа, Пакш, чвор аутопута М6)   |   |
| <b>Утицаји на микроклиму</b>   |   |   |
| Изградња (нови објекти, покрови)   | Простор локације и приступног подручја те 100 м околине   | Безначајне промене због утицаја на урбане средине.  |
| <b>Утицаји на површинске воде</b>  |   |   |
| Црпљење воде (воде за употребу и технолошке воде)  | Конструкција црпилишта, пумпна станица, сегмент ушћа канала за хладну воду и макс. 100 м околине  | Код конструкције водоцрпилишта настају морфолошке промене корита те промене узроковане неповољним стањем због воденог дефицита или промене намене.  |
| Испуштање воде (одвођење)<br>– Одвођење воде кроз дубинске бушотине за испуштање у земљу<br>– Одвођење падавинских вода<br><br>– Одвођење (прочишћених) комуналних и индустријских отпадних вода | Подручје градилишта, и макс. 5 км околиног појаса (утицај ограничен само за време радова на темељима)<br>Макс. 1 км (узимајући у обзир малу количину у односу на водоток Дунава)<br>< 100 м рачунато од места испуштања | Основица за одређивање подручја деловања је подручје где се евентуално квари категорија квалитета површинске воде.  |
| Други утицаји<br>– Изградња црпне станице за снабдевање хладном водом<br>– Нова деоница топловодног канала, изградња насипа за заштиту од поплаве  | 500 м узводно и низводно<br><br>Простор интервенције и приступа, те појас од 500 м  | Због утицаја на хидродинамично стање Дунава и стања морфологије корита.<br><br>Изградња канала има утицај на облик обале.   |
| <b>Утицаји на подземне воде</b>  |   |   |
| Фактори који утичу на подземне воде  | Директно подручје утицаја већином површина локације и приступно подручје. Источна граница подручја утицаја је корито канала за хладну воду. (Тачне границе могу да се одреде искључиво помоћу хидрауличног модела.)     | На ниво воде, пад подземних вода и струјање воде поред природних фактора утичу и други (вештачки) фактори: рад канала за хладну воду (корито канала није изолирано, у директном је хидрауличком контакту са подземном водом); цурење /испуштање падавинских вода; квантитет, концентрација; кварови комуналне мреже; дубинско темељење. |
| Вађење воде из ровова код ископавања темеља  | Директно и индиректно подручје утицаја су ровови темеља и макс. неколико пута по 10 м околног појаса.   | Израда темељног рова може се извести само снижавањем нивоа подземних вода. Уопштено се подземне воде на градилишту налазе на дубини од 8–10   |

| Фактор утицаја  | Подручје утицаја  | Напомене и објашњења  |
|---|---|---|
|   | Источна граница подручја утицаја је корито канала за хладну воду. (Тачне границе могу да се одреде искључиво путем хидрауличног модела.)  | м. Интервенција утиче на ниво, на смер струјања и на брзину подземних вода. Индиректни утицај због сабијања (компакције) слојева изворишта воде, што може да произведе на површини неравномерна спуштања тла.   |
| Утицај изграђености на подземне воде  | Подудара се са површином инвестиција и приступног подручја  | Izgrađenost ograničava upijanje površinskih padavinskih voda, čime se snižava i nivo podzemnih voda, ujedno zbog ograničenog isparavanja može da se očekuje porast nivoa podzemnih voda. Ova dva uticaja (mogu da) se međusobno poništavaju.  |
| Вађење слојне воде (осигуравање питке воде)                                 | Процењено директно и индиректно подручје утицаја је круг радијуса од око 5 км око водоцрпилишта Чампа. (Подручје утицаја тачније се може одредити само након прикупљања бројних података и уз помоћ хидрауличног модела.) | Директни утицај: мирујући нивои слојних вода опада, величина вероватно не прелази неколико метара.<br>Индиректни утицај: Због повећаног црпљења воде хидраулички градијент може да пређе у негативну вредност, и тиме угрози слојеве који дају воду. Може да се промени хемија слојних вода услед промењених реакција између воде и слоја. Због пада капиларног притиска може да наступи компакција (сабијање) слојева који дају воду, што може да се очитује и улегнућем површине тла. |
| <b>Утицаји на тло и геолошке целине</b>                                     |   |   |
| Припрема терена, просторно уређење, комунални прикључци                     | Подручје градилишта површине од око 400 м × 600 м. Макс. изграђеност 24 ха. Подручје за приступ веже се на северној страни на градилиште, површина износи 76,2 ха.  |   |
| Подизање прашине (са тла)   | Процењено подручје утицаја је појас дуг 1,5 км и широк 0,6 км од центра градилишта у смеру југ-југоисток, на север у појас дуг 1 км и широк 0,6 км. (Тачније дефинирање могуће само помоћу модела.)                       | Просечне димензије зрна тла обухваћених земљаним радовима крећу се од 0,1–0,3 мм, што ствара прашину. Ширење прашине узроковано ветром распростире се од радних ровова оплата, преко прилазних путева, све до дубине подземних вода. Подручје утицаја је мање-више подручје на којем се услед ветра таложи прашина.   |
| Ерозија стјенки ровова (ископа) услед падавинских вода (површинска ерозија) | Подручје утицаја практички се подудара са укупном површином стјенки ровова (ископа). Просторно подручје деловања не прелази границе подручје градилишта и приступног подручја.  | Радни ровови темеља, рубови транспортних путева угрожени су ерозијом. Овакав učinak има и урушавање услед интензивних оборина. Овај индиректни утицај односи се на земљу извађену на површину као резултат земљаних радова.   |
| Утицај израде темеља на дубље слојеве земље                                 | Директно подручје утицаја је простор објекта и евентуално један уски појас од неколико метара. (Тачне вредности могу да се израчунају само помоћу геотехничког модела.)   | То значи повећани ступањ физике тла, компакцију, сабијање геолошких слојева. Услед тежине објекта свуда може да се очекује оптерећење слојева. Очекивано подручје утицаја напетости тла узроковане компакцијом на подручју нуклеарне електране према архивираним прорачунима износи 47 м.   |
| <b>Утицаји на флору и фауну и на животне заједнице</b>                      |   |   |
| Утицаји на сухоземну флору и фауну  | Директним подручјем утицаја на флору и фауну третира се свака површина на којој се гради, неовисно да ли је унутар или изван граница локације.  | На директном подручју утицаја очекује се изумирање флоре и фауне, односно ометање територија. Простор парка Толнански Дунав Натура 2000 делом улази у подручје ометања.   |

| Фактор утицаја  | Подручје утицаја   | Напомене и објашњења   |
|---|--|--|
|   | За индиректно подручје утицаја сматрају се сви остали елементи у природи (ваздух, вода, земља) на које утичу фактори (бука, вибрације, руковање отпадом).  |  |
| <b>Утицаји на водену флору и фауну</b>                          | Простор директних радилишта објеката код система за хлађење хладном водом (постројење водоцрпилишта, канали за хладну и топлу воду, насип против поплаве) и деоница Дунава од неколико стотина метара низводно.  | Изградња нових објеката система за хлађење свежом водом на додирној тачки нових канала и Дунава значе интервенцију у животни простор Дунава (јаружање, радови уређења обале), додирујући и простор парка Голнански Дунав Натура 2000.  |
| <b>Бука и вибрације</b>   |  |  |
| Бука услед грађевинских радова, транспорта особа и терета       | Границе подручја утицаја удаљене су од извора буке (руба градилишта, односно транспортног пута) код грађевинских радова на удаљености од 3100 м, односно код транспорта на удаљености од 40 м. Стамбена подручја (Пакш, Дунасантбенедек, Чампа) која се налазе унутар тог подручја изложена су ризику.                                     | Подручје утицаја са аспекта буке према припадајућим законским прописима дефинише се заједно са позадинском буком простора, категоризацијом грађевинског појаса, односно узимајући у обзир емисију буке планираних активности. Подручје утицаја буке и вибрација је простор око транспортног правца железничке пруге до Елесалаша, а простор око путева до саобраћајних чворишта (Чампа, Пакш, чвор аутопута М6) треба узети у обзир. |
| Вибрације услед грађевинских радова, транспорта особа и терета  | Подручје градилишта и подручје приступа те околни појас од 100 м (директно подручје утицаја), те појас од 80–100 м од цестовних и железничких праваца на којима се обавља транспорт (индиректно подручје утицаја).   |  |
| <b>Настајање нерадиоактивног отпада</b>                         |  |  |
| Отпад настао за време грађевинских радова                       | Подручје утицаја се евентуално шири на неколико метара од места одлагања, значи свакако остаје унутар градилишта, а у случају депонија пак не утиче на величину подручја утицаја депонија.   | Објект утицаја је делом (може бити) подручје изградње где настаје отпад, али је углавном онај простор где се он складишти до одвоза, односно у случају ако се не рециклира, простор где се одлаже. Утиче се на геолошке слојеве.   |
| Одвоз отпада  | Појас од 50–100 м од транспортних путева до саобраћајних чворишта (Чампа, Пакш, чвор аутопута М6)  | Градња захтева значајни транспорт отпада, тачније према важећим прописима и одвожење ископане земље која се третира као отпад.   |
| <b>Утицаји на насељена подручја</b>                             |  |  |
| Структура простора, инфраструктура, друштвено-економски утицаји | У подручје утицаја убрајају се они делови насеља на којима услед изградње нових блокова долази до инвестиција за урбанистичко проширење. Њихово тачно место је у овој фази непознато, али може се очекивати да ће се таква проширења највероватније спроводити унутар града Пакша. Стога ћемо се ограничити на Пакш као подручје деловања. | Инвестиције у развој града: изградња нових стамбених квартова, привремених места за смештај, проширење инфраструктуре, односно изградња културних и спортских објеката.  |

| Фактор утицаја  | Подручје утицаја   | Напомене и објашњења   |
|---|--|--|
| <b>Кориштење пејзажа и земљишта и утицаји на пејзаж</b> |  |  |
| Видљивост, пејзажни утицај                              | Круг радијуса од 20 км око градилишта.   | Због удаљености чак нити овако велики визуелни објекат неће утицати на пејзаж.   |
| Извођење радова на градилишту                           | Утицај се евентуално може приметити на јужном рубу Пакша, односно на западном рубу Дунаментбенедека. | Не треба очекивати значајне повећање утицаја код нити једног насеља, делом због удаљености, а у случају Дунаментбенедека због утицаја компензаторског учинка шуме на плавном подручју. |
| Транспорт   | Појас од 50–100 м уз транспортне правце.   |  |



**Таблица 4.2-2.: Подручја традиционалних утицаја на животну средину у фази рада**

| Фактор утицаја  | Подручје утицаја   | Напомене и објашњења   |
|---|--|--|
| <b>Утицаји на квалитет ваздуха</b>  |  |  |
| Пробни рад дизел-генератора   | Круг радијуса од 500 м око нових блокова   | Значи повремено оптерећење, месечно од неколико сати.  |
| Транспорт особа и терета  | Појас од 50–100 м уз транспортне путеве  |  |
| <b>Утицаји на микроклиму</b>  |  |  |
| Изградња (нови објекти), урбанистички утицај  | Локација и округ од 100 м  |  |
| Рад система за хлађење свежеом водом  | Канали за топлу воду и деоница 4–5 км испод њихових ушћа, неколико 10 м обалног простора   | Након 4–5 км завршава се мешање топлиног млаза на површини воде паје према томе мало вероватно да настану веће климатске промене.  |
| <b>Утицаји на површинске воде</b>   |  |  |
| Вађење воде за хлађење  | Простор између нових канала за хладну и топлу воду   | Потреба за водом, зависно од снаге блокова и топлотног ступња макс. 132–172 m <sup>3</sup> /s, што је свега 19–25% капацитета Дунава (700 m <sup>3</sup> /s).                                  |
| Испуштање загрејане расхладне воде (уз придржавање вероватно још строжих темепратурних граница) | 4,5 км код блокова снаге 2×1200 MW, 8,5 км код снаге 2×1600 MW   | Уз претпоставку позадинске температуре воде 26,7 °C и температуре код испуштања од 30 °C подручје утицаја у границама пораста температуре од 1°C.  |
| Друга црпљења технолошких вода  | Подручје утицаја је локално око водоцрпилишта  | Црпљење технолошких вода и код најнижег водостаја Дунава у односу на капацитет (700 m <sup>3</sup> /s) је занемариво (износ у ‰).  |
| Испуштање (очишћене) отпадне воде   | < 100 м рачунато од мјеста испуштања   | Испуштање очишћених отпадних вода појединих блокова минималан је део у односу на Дунав. Испуштање нити у једној карактеристици квалитета воде не узрокује негативну промену.                   |
| <b>Утицаји на подземне воде</b>   |  |  |
| Утицај дубоких темеља на подземне воде  | Директни простор утицаја одговара површини темеља објеката, али количина утицаја се мења за време просечног и ниског водостаја подземних вода, подручје је веће, а код високог водостаја може чак и да нестане | Равнине темеља контејнмента реакторских блокова и турбина увек ће бити испод нивоа подземних вода. Дубински темељи представљају препреку природном струјању подземних вода, скрећу им смерове. |
| Зачепљења корита због низа бунара за филтрирање   | Деоница корита канала за хладну воду ближа електрани   | Може доћи до зачепљења корита због честе употребе бунара за филтрирање на оним деловима где се услед црпљења јавља веће таложење муља.   |
| Црпљење слојне воде (обезбеђење потреба за питком водом)  | Директно и индиректно подручје утицаја вероватно ће да буде мање од подручја утицаја за време фазе изградње (круг радијуса од око 5 км око црпилишта Чампа)  | Тачнија подручја утицаја могу се дефинисати само помоћу хидрауличног модела.   |
| <b>Утицаји на тло и геолошке целине</b>   |  |  |
| Утицај тежине објеката на дубље слојеве земље   | Сличне величине као и у фази изградње (подручје објеката и један уски појас од максимално неколико метара)   | Испод темеља слојеви тла који носе терет спорим темпом, али се даље сабијају. Учинак процеса консолидације сличан је утицајима током фазе изградње, али је време трајања утицаја дуже.         |

| Фактор утицаја   | Подручје утицаја   | Напомене и објашњења   |
|--|--|--|
| Утицај вибрација темеља турбина (машински темељи)          | Подручје утицаја идентично је са површинама темеља објекта (хале за турбине). Ово директно подручје утицаја не прелази димензије простора инвестиције.   | Овај утицај захтева повећану примену физике тла геолошког слоја. Слојеви се испод темеља даље могу сабијати и у неповољним случајевима може да наступи и помицање тла. Места објеката који би могли испољити такав утицај нису још позната у овој фази пројектовања. Штетни утицај може се предухитрити стабилизацијом тла, а тада се не може уопште говорити о подручјима утицаја.  |
| <b>Утицаји на флору и фауну и на животне заједнице</b>     |  |  |
| Утицаји на сухоземну флору и фауну                         | Такође треба очекивати само директно подручје утицаја, а то подручје је збир свих станишта где се евентуално могу исказати промене у елементима природе (ваздух, вода, земља). Директним подручјем утицаја може да се сматра околина уз нови електрични далековод, где може да дође до оштећења и евентуалног угинућа летећих јединки фауне. | Родручје повољних (позитивних) утицаја, уколико и из нових блокова може бити враћања воде према мртвом рукавцу Дунава (Фад-Домбор), па тако овај мртви рукавац и његова непосредна околина, а с обзиром да систем канала који обезбеђује надопуњавање воде пролази кроз мочварну шуму Дунасантђерђа, тако и они улазе у подручје утицаја. То важи и за околину рибњака и хортикултурално уређену околину (паркове), која постаје идеалним стаништем за биљни и животињски свет, на води и уз воду. |
| Утицаји на водену флору и фауну                            | Простире се јужно око 2,5 км од ушћа постојећег канала за топлу воду.  | Због изградње новог ушћа топле воде расте садашње подручје утицаја (које припада електрани у погону и потврђено је системом мониторинга). Величина обухваћа удаљеност постојећег и новог канала топле воде. (Данас се могу приказати промене стања биљног и животињског света на води и уз воду кроз 2 км Дунава.)   |
| <b>Бука и вибрације</b>                                    |  |  |
| Бука услед рада постројења нуклеарне електране             | Круг радијуса од 500 м око извора.   | Нема објекта у опасности.  |
| Бука услед транспорта особа и терета                       | 50-метарни појас од оси магистралног пута бр. 6  | У насељеним зонама Пакша и Чампе има објеката које треба заштити, па се стога та подручја сматрају подручјем утицаја.  |
| Вибрације услед рада електране и транспорта особа и терета | Идентичан је подручју утицаја у фази изградње: градилиште и околни појас од 100 м, те 80–100 м широки појас транспортних путева и железничких пруга  | За подручје утицаја код транспорта железницом треба узети у обзир подручје уз железничку пругу до Елесалаша, а код цестовног транспорта до саобраћајних чворишта (Чампа, Пакш, чвориште аутопута М6).  |
| <b>Настајање нерадиоактивног отпада</b>                    |  |  |
| Отпад настао за време рада електране                       | Директно подручје утицаја сакупљалишта опасног отпада у погону, те околина сакупљалишта неопасног отпада (остаје унутар локације).<br>Подручје утицаја одвезеног отпада треба дефинисати испитивањем утицаја на околину спалионице опасног отпада и депонија неопасног отпада.   | Утицај погонског отпада јавља се при искориштавању земљишта, а објект може бити геолошки слој.<br>Индиректно подручје утицаја ускладиштеног отпада део је подручја утицаја одлагалишта.  |
| Одвоз отпада   | Појас од 50–100 м од транспортних путева до саобраћајних чворишта (Чампа, Пакш, чвор аутопута М6)  |  |

| Фактор утицаја  | Подручје утицаја   | Напомене и објашњења  |
|---|--|---|
| <b>Утицаји на насељена подручја</b>                             |  |   |
|   | Град Пакш као град прихвата планираног новог објекта, за време рада може се разграничити подручје утицаја.   | Садашња активна електрана значајно доприноси не само развоју насеља у близини већ и шире регије финансијским средствима, нпр. путем донација закладама. Даљим проширењем ових позитивних тенденција може чак да се обухвати цела жупанија као подручје позитивних друштвених и економских утицаја. По нашем мишљењу, утицај се не може приоритетно дефинисати са аспекта подручја, па тако оно и није уцртано у подручја утицаја. |
| <b>Кориштење пејзажа и земљишта и утицаји на пејзаж</b>         |  |   |
| Видљивост, утицај на пејзаж                                     | Округ од 20 км око локације електране  | Узимајући у обзир одређена временска раздобља и покривеност површина (биљке, зграде), односно метеоролошке услове, подручје утицаја може да се смањи и за 1–2 км, односно неколико десетина до 100 м. И у кругу од 20 км има већих делова подручја са којих се нови објекти не могу видети.   |
| Остали утицаји (структура пејзажа, промене потенцијала пејзажа) | Подручје ће вероватно покривати радијус од неколико км око планираних објеката. Поред тога, у подручје утицаја на околину убрајају се и нове будуће инвестиције везане уз изградњу нове електране на подручју Пакша (та места за сада нису позната). |   |

**Таблица 4.2-3.: Подручја традиционалних утицаја на животну средину код погонских кварова, несрећа и хаварија**

| Фактор утицаја   | Подручје утицаја   | Напомене и објашњења  |
|--|--|---|
| <b>Утицаји на квалитет ваздуха</b>   |  |   |
| Избијање пожара, експлозија  | Процењено подручје утицаја 1–3 км  | Евентуалне ситуације: запалење уља код уљног система турбине, код трансформатора, код осталих помоћних уљних системима, код квара прекидача; оштећење складишта и гасних боца, унутрашњи транспорт опасних материјала, пожар у одлагалишту опасног и индустријског отпада; експлозија резервоара у погону за водоник, односно резервоара азота. |
| <b>Утицаји на површинске воде</b>  |  |   |
| Цурење нафте из резервоара дизел-генератора  | Индиректно подручје је макс. 20 км, ако се узме у обзир онечишћење (због контакта са онечишћеним подземним водама).  | Директно онечишћење потпуно се може избећи одговарајућом конструкцијом.   |
| <b>Утицаји на подземне воде</b>  |  |   |
| Цурење нафте из резервоара дизел-генератора  | Директно подручје утицаја одговара површини инфилтрације нафте (површина од око 100 м <sup>2</sup> ако се узме у обзир случај изливања 30 м <sup>3</sup> нафте), ово се у одређеној мери може модификовати ако слојеви тла нису хомогени. Код присуства ситнозрнатих слојева тла са лошом пропусношћу ова површина од 100 м <sup>2</sup> може да порасте, али одступања нису значајна. | Потенцијално најопаснији материјал онечишћења је дизел-гориво (нафта) јер се на локацији налази најчешће и у највећим количинама. На подручју нуклеарне електране максимално се очекује ускладиштење 500 м <sup>3</sup> нафте у надземним, двостјеним резервоарима са детекторима пропуштања.   |
| <b>Настајање нерадиоактивног отпада</b>  |  |   |
| Расипање отпада, изливање приликом сакупљања, манипулације, транспорта на одлагалиштима код радних мјеста или погона, односно код незгода приликом транспорта. | Настало онечишћење може брзо да се уочи, утицај може да се заустави, па се зато подручје утицаја ограничава на место око хаварије и не прелази границе локације. Због несрећа код транспорта изван погона подручје утицаја је директно подручје око места несреће.   | Онечишћење може да настане око одлагалишта код радног места и у погону приликом одлагања, манипулације и транспорта отпада, када отпад може да се распе или разлије, односно приликом несрећа у транспорту.   |

### 4.3. Целокупни териториј деловања и насеља захваћена територијем деловања

Целокупну распрострањеност деловања изградње и искориштавања нових блокова нуклеарне електране на околину дефинисали смо преклапањем елементарних територија деловања. Као темељ резултирајућег, односно целог територија деловања морали смо да узмемо визуално деловање на крајолик. Као визуални териториј деловања смо одредили круг од 20 км од центра нових блокова. Овде треба приметити да због конфигурације тла и заклањајућег деловања објеката, као и услед тренутачних метеоролошких прилика, овај териториј деловања у одређеном времену и простору може да буде и знатно мањи. Овај териториј деловања, дакле, представља максимално могуће подручје распрострањености. Изван овог круга излази само један елемент деловања, а то је бука и вибрације изазване железничким саобраћајем у време градње. То се простире до првог железничког чворишта и то на простор у кругу од 100 м од железничке пруге. И овде треба видети да је стварни простор деловања простор уз жељезничку пругу, који се налази уз насеља или објекте, а који су осетљиви на оптерећење буком и вибрацијама.

Цео простор деловања приказује *Слика М-39. у Прилогу*, а насеља обухваћена подручјем деловања набрајамо у *Табlici 4.3-1.*

**Таблица 4.3-1.: Насеља обухваћена подручјем деловања**

|                      | Насеље                                | Микрорегија            | Жупанија                    | Регија                            |
|----------------------|---------------------------------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| <b>Округ 0–15 км</b> |                                       |                        |                             |                                   |
| 1.                   | Бања<br><Bánya>                       | Калоча                 | Бач-Кишкун<br><Bács-Kiskun> | Јужно Задунавље<br><Dél-Dunántúl> |
| 2.                   | Бихач<br><Bikács>                     | Пакш                   | Толна                       | Јужно Задунавље                   |
| 3.                   | Бођисло<br><Bogyiszló>                | Сексард<br><Szekszárd> | Толна                       | Јужно Задунавље                   |
| 4.                   | Белечке<br><Bölcske>                  | Пакш                   | Толна                       | Јужно Задунавље                   |
| 5.                   | Драгсел<br><Drágszél>                 | Калоча                 | Бач-Кишкун                  | Јужна Низија<br><Dél-Alföld>      |
| 6.                   | Дунапатај<br><Dunapataj>              | Калоча                 | Бач-Кишкун                  | Јужна Низија                      |
| 7.                   | Дунасентбенедек<br><Dunaszentbenedek> | Калоча                 | Бач-Кишкун                  | Јужна Низија                      |
| 8.                   | Дунасентђерђ<br><Dunaszentgyörgy>     | Пакш                   | Толна                       | Јужно Задунавље                   |
| 9.                   | Фацанкерт<br><Fácánkert>              | Сексард                | Толна                       | Јужно Задунавље                   |
| 10.                  | Фад<br><Fadd>                         | Сексард                | Толна                       | Јужно Задунавље                   |
| 11.                  | Фокте<br><Foktő>                      | Калоча                 | Бач-Кишкун                  | Јужна Низија                      |
| 12.                  | Гедерлак<br><Géderlak>                | Калоча                 | Бач-Кишкун                  | Јужна Низија                      |
| 13.                  | Герјен<br><Gerjen>                    | Пакш                   | Толна                       | Јужно Задунавље                   |
| 14.                  | Ђеркењ                                | Пакш                   | Толна                       | Јужно Задунавље                   |

|                       | Насеље                       | Микрорегија | Жупанија   | Регија                               |
|-----------------------|------------------------------|-------------|------------|--------------------------------------|
|                       | <Györköny>                   |             |            |                                      |
| 15.                   | Кајдач<br><Kajdacs>          | Пакш        | Толна      | Јужно Задунавље                      |
| 16.                   | Калоча<br><Kalocsa>          | Калоча      | Бач-Кишкун | Јужна Низија                         |
| 17.                   | Мадоча<br><Madocsa>          | Пакш        | Толна      | Јужно Задунавље                      |
| 18.                   | Нађдорог<br><Nagydorog>      | Пакш        | Толна      | Јужно Задунавље                      |
| 19.                   | Неметкер<br><Németker>       | Пакш        | Толна      | Јужно Задунавље                      |
| 20.                   | Ордас<br><Ordas>             | Калоча      | Бач-Кишкун | Јужна Низија                         |
| 21.                   | Пакш<br><Paks>               | Пакш        | Толна      | Јужно Задунавље                      |
| 22.                   | Пустахенце<br><Pusztahencse> | Пакш        | Толна      | Јужно Задунавље                      |
| 23.                   | Сакмар<br><Szakmár>          | Калоча      | Бач-Кишкун | Јужна Низија                         |
| 24.                   | Седрес<br><Szedres>          | Сексард     | Толна      | Јужно Задунавље                      |
| 25.                   | Тенгелиц<br><Tengelic>       | Сексард     | Толна      | Јужно Задунавље                      |
| 26.                   | Толна<br><Tolna>             | Сексард     | Толна      | Јужно Задунавље                      |
| 27.                   | Ујтелек<br><Újtelek>         | Калоча      | Бач-Кишкун | Јужна Низија                         |
| 28.                   | Усод<br><Uszód>              | Калоча      | Бач-Кишкун | Јужна Низија                         |
| <b>Округ 15–20 км</b> |                              |             |            |                                      |
| 29.                   | Цеце<br><Cece>               | Шарбогард   | Фејер      | Средње Задунавље<br><Közép-Dunántúl> |
| 30.                   | Дунафелдвар<br><Dunaföldvár> | Пакш        | Толна      | Јужно Задунавље                      |
| 31.                   | Душнок<br><Dusnok>           | Калоча      | Бач-Кишкун | Јужна Низија                         |
| 32.                   | Фажс<br><Fajsz>              | Калоча      | Бач-Кишкун | Јужна Низија                         |
| 33.                   | Харта<br><Harta>             | Калоча      | Бач-Кишкун | Јужна Низија                         |
| 34.                   | Хомокмеђ<br><Homokmégy>      | Калоча      | Бач-Кишкун | Јужна Низија                         |
| 35.                   | Келешд<br><Kölesd>           | Сексард     | Толна      | Јужна Низија                         |
| 36.                   | Медина<br><Medina>           | Сексард     | Толна      | Јужна Низија                         |

|  | Насеље                            | Микрорегија                   | Жупанија         | Регија           |
|--|-----------------------------------|-------------------------------|------------------|------------------|
| 37.  | Мишке<br><Miske>                  | Калоча                        | Бач-Кишкун       | Јужна Низија     |
| 38.  | Ерегчерте<br><Öregcsertő>         | Калоча                        | Бач-Кишкун       | Јужна Низија     |
| 39.  | Палфа<br><Pálfa>                  | Пакш                          | Толна            | Јужно Задунавље  |
| 40.  | Шарсентлеринц<br><Sárszentlőrinc> | Пакш                          | Толна            | Јужно Задунавље  |
| 41.  | Важта<br><Vajta>                  | Шарбогард<br><Sárbogárd>      | Фејер<br><Fejér> | Средње Задунавље |
| <b>Остала насеља обухваћена железничком линијом транспорта</b> |                                   |                               |                  |                  |
| 42.  | Елесалаш<br><Előszállás>          | Дунаујварош<br><Dunaiújváros> | Фејер            | Средње Задунавље |

## **5. Утицаји затварања нуклеарне електране на околину у погледу типова нових блокова који су узети у обзир.**

Планирање затварања, односно декомисије нуклеарне електране које следи након истека њеног животног века започиње већ као део радњи у припреми инвестиције у електрану. То значи да још пре почетка изградње треба да започне испитивање могућих решења и утицаја декомисије.

Ове анализе ће бити вршене редовно за време рада електране, односно пре почетка радњи које су усмерене на затварање. Фазе рада већ постојећих те планираних нових блокова су приказане на *Слици М-41 Прилога*.

Према тачки 31. прилога 1. Одредбе Владе 314/2005 (од 25.12.) о изради студија о утицају на околицу и добијања дозвола за интервенцију у околини, у случају радњи усмерених на самостално затварање, нуклеарне електране подлежу обавези да израде студије о утицају на околину.

### **5.1. Процеси и циљ декомисије и затварања нуклеарне електране**

Декомисија нуклеарне електране подразумева све административне и техничке радње. Извршење тих радњи омогућује да се објекти који су под надзором служби од стране те да се локација врати у прихватљиво (унапред планирано, односно одређено стратегијом декомисије) завршно стање. Сви ови наведени резултати чине циљеве декомисије нуклеарне електране.

Процес затварања нуклеарног објекта – па тако и нуклеарне електране – је дуготрајна и комплексна радња. Већ се при планирању објекта започиње с њом, и то на начин да се у процесу планирања узимају у обзир критеријуми за декомисију. Овај процес се наставља за време добијања дозволе, изградње и рада објекта. Радове унутар овог дуготрајног процеса можемо да поделимо на следеће делове:

- Припрема будуће декомисије. То укључује и припрему Прелиминарног плана за декомисију (ППД) <*Előzetes Leszerelési Terv (ELT)*>, израду стратегије за декомисију (на разини локације и објекта), редовну ревизију ППД-а (укључујући и радње службених власти), израду базе података те редовно одржавање исте (укључујући и радиолошка мерења, стално праћење планова за изградњу и успостављање нуклеарне електране те праћење опасних материја) те сталну обраду отпада насталог радом електране.
- Провођење процедуре за испитивање утицаја на околицу везано за будућу декомисију, шта укључује и прелиминарна испитивања.
- Непосредна административна и техничка припрема стварне декомисије, што укључује и припрему Извештаја о безбедности декомисије <*Leszerelési Biztonsági Jelentés*>, успостављање органа за управљање декомисијом, израду плана за смањење броја запослених, израду документације на којој се темељи Захтев за издавањем дозволе за коначно затварање <*Végleges Leállítási Engedélykérelem*> те службену процедуру везано за исто. У техничку припрему припадају радње изричито техничког карактера у раздобљу (прелазно) од неколико година који претходи декомисији блока реактора.
- Припрема стварне радње за затварање која започиње заустављањем блока. Ту спада финализација Плана за затварање <*Leszerelési Terv*>, што укључује израду



радиолошких мерења која су део истог документа те службену процедуру која се односи на њу, а шта евентуално може да служи као темељ за предају надлежности издавања дозволе. Након наведеног, у склопу стварних радњи за затварање, следе радови који изазивају радиолошки утицај и обични утицај на околиш. У склопу истог требају да се обаве радови као што су деконтаминација<sup>37</sup>, расклапање и отклањање радиоактивних материја, отпада, компоненти, расклапање конструкција објеката те господарење насталим инактивним и радиоактивним отпадом. Обављање наведених радова омогућује укидање службеног надзора над објектима или самосталним зградама те следом радњи за деконатаминацију, омогућује растављање већ инактивних објеката обичним грађевинским алатима. Један од последњих корака затварања јесте финална контрола зрачења, израда Финалног извештаја о затварању <Végleges Leszerelési Jelentés> те укидање службеног надзора локације.

## 5.2. Стратегија за декомисију релевантна за нове блокове нуклеарне електране

Важећи актуални попис стварних задатака везаних за декомисију те планирање и њихова детаљна израда увек овисе о специфичностима локације и објекта те о одабраној стратегији за декомисију.

При одабиру стратегије за декомисију једног нуклеарног објекта, односно при њеној изради – узимајући у обзир и могуће варијанте – морају да се сагледају бројни критеријуми, углавном према следећем:

- специфичности националних пројеката везаних за господарење радиоактивним отпадом (контејнери, спремници за отпад, тајминг),
- национална политика затварања
- специфичности објекта који се затвара,
- безбедносни и здравствени прописи,
- еколошки прописи,
- захтеви који се односе на даље коришћење локације,
- политички, привредни и социјални утицаји те узимање у обзир захтева који се односе на друштвену прихватљивост,
- расположивост технологије, остваривост декомисије,
- трошкови процедуре за затварање, узимање у обзир расположивих ресурса,
- узимање у обзир ризика у процесу декомисије.

Међусобно поређење горе наведених критеријума, анализа и процена треба да се изведе одмерено, настојећи притом достићи релативну равнотежу.

Претходни одабир стратегије је у овој фази важан јер треба да се процене утицаји на околину те други фактори изазвани декомисијом, а то је у недостатку претходно одабране стратегије изводљиво само ако би се сагледали утицаји свих стратегија за декомисију. То није сврсисходно решење стога што би се у погледу утицаја на околину уз данашњи ниво знања могли предвидети само површински фактори.

Стварна стратегија за декомисију, која ће да се примени након заустављања рада блокова, ће да се одреди касније, на темељу пуно ширих, детаљнијих анализа. На нивоу овог документа треба да се одабере једна прелиминарна стратегија за декомисију која ће у

<sup>37</sup> Отклањање контаминације од зрачења, отклањање радиоактивног загађења

погледу утицаја вероватно да сабере утицаје на околину осталих могућих стратегија. Нема потребе за оптимизацијом претходно одабране стратегије јер ће она у складу са смерницама [85] да буде оптимизирана у оквиру обликовања националног програма. Оптимизирана стратегија за декомисију може да ревидира овде претходно одабрану верзију. Овде и сада само треба да се одреди остале могуће верзије нису мање повољне од овде одабране стратегије у погледу утицаја на околину. И потребни конзерватизам захтевамо само у погледу утицаја на околину, а у исто време, овде могу и морају да се занемаре анализе направљене на основу осталих фактора (нпр. анализа привредних и социјалних утицаја, узимање у обзир смерница везаних за даље коришћење локације, испитивање расположивости технологије, итд.) потребних за финални одабир стратегије за декомисију.

Узимајући у обзир горе наведено, за стратегију декомисије нових блокова одабиремо верзију тренутне декомисије, уз услов да се подручје преда без даљих ограничења. Ова опција је преферирана стратегија за затварање нуклеарних постројења, а посебице нуклеарних електрана. Из разлога шта претходно одабрана опција за декомисију не даје, односно даје мало могућности и времена за деломичну (или потпуну) деградацију радиоактивних материја (отпада), ова верзија – посебно у погледу фактора који имају улогу у радиолошком смислу – може да се сматра најнеповољнијом за околину. У исто време, услови наведени у *тачки* 5.3.2. који су потребни за извршење опције за тренутну декомисију (стање приправности објеката за одлагање отпада, расположивост привременог spremника за изгорело гориво и новчаних средстава за финансирање процеса затварања, очито ће да се остваре. Приправност објекта за одлагање отпада може да се претпостави одговарајућим проширењем објекта Националног складишта за одлагање радиоактивног отпада који је у изградњи у Батопатију. Као што и у документу [86] можемо да прочитамо: „...планирање и одабир обујма објекта, те временска динамика изградње и пуштања у погон објекта морају да се ускладе са захтевима нуклеарне електране у Пакшу, те се на нивоу планирања мора узети у обзир и могућност за проширење.“ Прелазно складиштење врло активног радиоактивног отпада и/или радиоактивног отпада с дугим веком трајања може да се реши у технолошким системима нових блокова, до почетка радова на затварању. Уколико се уз новоизграђене блокове изгради привремени spremник за изгорело гориво, исто ће да опслужи целокупно време рада нових блокова те време потребно за мировање док је у току декомисија блокова. Расположивост финансијских средстава потребних за финансирање процеса декомисије у нашој држави је прописан законом (чланак 62. параграф 1 Закона СХVI. о нуклеарној енергији из 1996.), па се њихова расположивост може претпоставити снагом закона. Према горе наведеном, опција тренутне декомисије је оствариво решење те је у погледу фактора који у радиолошком смислу утичу на околину најнеповољније решење.

### **5.3. Утицаји декомисије на околиш**

#### **5.3.1. Разматрања специфичности блокова**

Након што смо прегледали могуће верзије нових блокова, утицаје на околину који могу да се повежу са декомисијом смо испитали за типове које је понудило пет различитих добављача (AP1000, MIR.1200, АТМЕА1, ЕPR, APR1400). Садржај и обим података пружених од стране добављача о очекиваним утицајима декомисије на околину је врло нехомоген.

Међутим, на темељу расположивих информација добијених од добављача, може да се закључи да је операција декомисије нових блокова једноставнија него декомисија

реактора с водом под притиском који су данас у функцији, па тиме треба да се очекује мања количина отпада за одлагање и складиштење ([87.]). На ову карактеристику, повољну за декомисију нових нуклеарних електрана, указује се већ на нивоу планирања, и она је иста скоро за све понуђене типове. На нивоу планирања се у циљу повећања безбедности декомисије доносе следеће мере за нпр. тип реактора AP1000 [88]:

- Инхерентно поједностављено планирање: у оквиру овог се значајно смањује број елемената структуре. У случају AP1000 је на пример за 50% смањен број планираних вентила наспрам сличних, али старијих, реактора. За 35% је смањен број пумпи, а за 80% су смањени дужина цевовода те број елемената система за грејање и вентилацију. Све ово скраћује и поједностављује процеса декомисије, подразумева одлагање мање количине активираних или контаминираних елемената структуре, и укупно гледајући утицаји на околину процеса декомисије постају повољнији.
- Ограничавање настанка и ширења загађења на нивоу планирања: нпр. површине су обложене те се тиме спречава улаз загађења у бетон чиме се олакшава деконтаминација површина или се у секундарном кругу побољшава делотворност вентилације, шта смањује ширење загађења.
- Увођење заједничких мера пројектаната: утицаји горе наведених мера које су навели пројектанти су значајни и у погледу начина рада, но дошло је и до увођења даљих идеја пројектаната, с нагласком на олакшавање декомисије. Унутар тога наглашавамо само најважније: на нивоу планирања битна је оптимизирана израда приступних путева важних при декомисији великих уређаја, зона које су направљене за одлагање потенцијално загађених уређаја, или различитих мобилних баријера и облога, а све искључиво у циљу олакшавања декомисије.

Ову теорију подржава опште настојање пројектаната ([89]) да се путем повећања квалитета и издрживости горива коришћеног у реактору побољшавају услови рада погона, те се тиме уједно доприноси и смањењу количине и опасности од радиоактивног отпада који приликом декомисије треба да се одложи.

Узимајући у обзир горе наведено те у недостатку томе супротних података, нема потребе ни могућности да се праве разлике између пет типова реактора у погледу утицаја декомисије и гашења на околину.

### 5.3.2. Приказ утицаја декомисије на околину

#### 5.3.2.1. Преглед елемената/система околине у дотицају са декомисијом

Декомисија ће према очекивањима да утиче у различитој мери на све елементе и системе у околини. Радиолошки и обични утицаји на околину се подједнако јављају у ниже наведеним захваћеним елементима и системима:

- Захваћени елементи околине су (узимајући у обзир објашњење Закона ЛШ о општим правилима заштите околине из 1995. године) ваздух, вода, земља, животињски свет те околина коју је човек изградио (вештачки), те њихове компоненте.
- Захваћени системи околине: екосистеми, околина у насељима (укључујући и промене на инфраструктури - саобраћају, опскрби водом, канализацији, опскрби енергијом, итд.) и крајолик (крајолик и коришћење територија).

- Самостални фактори утицаја који такође треба да се испитају су оптерећење буком и трењем, и одлагање отпада (шта је у погледу декомисије једна од најважнијих радњи).

Уз наведено, према садржаним захтевима за испитивање утицаја на околину, треба да се испитају и друштвени те привредни утицаји на околину. Унутар овога треба обратити пажњу и на очекиване проблеме у запошљавању због декомисије, на промену у становништву, на остале људске факторе, на квалитет живота те културолошке односе (нпр. добијена знања, понашање, колективне вредности).

#### **5.3.2.2. Делатности које утичу на елементе/системе околине**

Ове делатности ће се тачно идентификовати у студији о утицајима на околину, притом узимајући у обзир све верзије специфично према локацији и објекту те одабрану (евентуално ревидирану) стратегију за декомисију, а о којима је било речи у ранијем делу. Пажњу треба обратити на следеће делатности:

- одлагање опасних (радиоактивних и токсичких) материја и отпада,
- господарење течним и гасовитим (радиоактивним и инактивним) емисијама,
- складиштење радиоактивног отпада или његово финално одлагање,
- транспорт (укључујући активне и инактивне транспорте подједнако),
- рушење зграда,
- складиштење, рециклирање, обрада отпада, финално одлагање остатака, унутар тога коришћење инактивног грађевинског отпада на локацији или изван ње и насипавање подручја те везани земљани радови
- потенцијалне несреће и непланирани догађаји, међу којима треба испитати појаву пожара (укључујући и запаљење радиоактивних или токсичких материја), емисија или цурења материја и гасова који загађују, грешке на одржавању, крварове на структури изазване спољним утицајима (нпр. земљотреси, поплаве, саботажа).

#### **5.3.2.3. Утицаји на околину**

Потенцијалне утицаје декомисије набројаћемо по елементима/системима околине, уз њихов кратак опис. Следећа листа је само смерница за израду студије о утицајима на околину. За сваки наведени елемент/систем околине увек је назначено јавља ли се одређени утицај као традиционални или радиолошки. Треба да се напомене да ће међу утицајима изазваним процесом декомисије бити и повољних утицаја (нпр. престаће термичко оптерећење околине које је изазвано одстрањивањем топлотне енергије која настаје радом постројења), али квалификација треба да се изради у оквиру студије о утицајима на околину. Потенцијални утицаји екомисије нуклеарне електране су следећи:

- **Утицаји на природне елементе/системе околине**

- Ваздух: уз декомисију се обавља и рушење зграда, уситњавање насталих остатака, размонтиравање технолошких система и машина, итд. Радње повезане са декомисијом подразумевају кретњу великих, тешких моторних возила. Узимајући у обзир и метеоролошке карактеристике региона, квалитет ваздуха је први фактор захваћен процесом декомисије јер све овакве радње могу да изазову емисију радиоактивних и инактивних гасова, аеросола и прашине. Традиционални и радиолошки утицај заједно.

- Вода: процес декомисије овај систем околине мења овисно о хидролошким и хидрогеолошким карактеристикама локације. Треба да се узме у обзир могуће загађење површинских и подземних вода, које изазивају елементи загађења у испуштеним и отопљеним материјама. Одстрањивање неприродних површина (одстрањивање путева и рушење зграда) модификује утицаје површинских вода, одводњу вода на подручју и улаз воде која се одводи у подземне воде. Традиционални и радиолошки утицај заједно.
  - Земљана површина и тло: важност ових утицаја је значајно променљива овисно о стратегији декомисије. Зграде се руше према одабраној стратегији. Након тога се контролисани остаци одвозе. Промене на земљаној површини могу да буду изазване нивелацијом, набијањем и одстрањивањем подземних конструкција. Таложене загађених честица које доспевају у ваздух приликом рушења може да утиче на квалитет тла, иако ће загађена подручја настала на овакав начин остати унутар локације. - Традиционални и радиолошки утицај заједно.
  - Флора и фауна: утицаји на биљни свет су изазвани појавом и таложеном прашице, која се ослобађа приликом радова, на ораницама и листовима биљака. Утицаји на животињски свет с једне стране могу да буду изазвани повећањем нивоа буке (везано за станиште те понашање одређених врсти), а као секундарни разлог може да игра улогу и промена биљног света (нпр. нестанак или појава биљака које служе за прехрану или због промене скровишта). - Традиционални утицај.
  - Крајолик: узимајући у обзир модификовање крајолика услед декомисије, а пратећи стратегију за декомисију коју смо одабрали, вероватно ће се десити позитивна промена. Декомисија, рушење и ликвидације могу да имају утицаја на коришћење крајолика у рекреативне и туристичке сврхе, на развој туризма, на расположивост подручја за индустријске сврхе, на промену у начину коришћења индустријског подручја те на некоришћено подручје и права коришћења путева. – Традиционални утицај.
- **Утицаји на друштвене, социолошке, привредне системе**
  - Коришћење земље, искоришћавање подручја: промена ће услед декомисије да буде повољна, подручје може да се користи за друге циљеве. – Традиционални утицај.
  - Култура: утицај може да проузрочи промена обичаја услед декомисије. Промена културних обичаја састоји се од компоненти са различитим предзнаком (с једне стране може да се јави смањено ментално оптерећење након ликвидације електране, а с друге стране страх од евентуално погоршаних услова за живот), стога је анализа очекиваног утицаја декомисије веома важна. – Традиционални утицај.
  - Инфраструктура: овде су наведени фактори који утичу на квалитет околине и живота. Декомисија ће увећати саобраћај тешких моторних возила, на шта се обично, узимајући у обзир присуство електране, у мањој мери скреће пажња. Декомисија може да проузрочи промене у снабдевању водом и електричном енергијом те на мрежи здравствених установа. Њихово одржање је услов за очување квалитета живота, међутим то овиси о смерницама за будућност локације. – Традиционални утицај.
  - Људски фактори: јављају се индиректни утицаји. При испитивању утицаја оцењујемо на који начин претрпљене неугодности мењају квалитет живота, раније обликовани стил живота те да ли је одрживо устаљено благостање и друштвена безбедност. Надаље, везано за здравље и безбедност треба да се испитају и оне делатности током декомисије које повећавају изложеност радијацији радника те

опасност од бројних професионалних болести. Пројекат декомисије и документација везана за њу морају да одреде ове ризике и начине помоћу којих се опасности могу свести на минимум. – Традиционални и радиолошки утицај заједно.

- Становништво и привреда: не може се искључити да ће затварање електране имати значајне друштвене и привредне утицаје. Услед затварања ће се смањити запосленост и прикупљање пореза у области. Могу да се појаве друштвени проблеми код добављача следом мањка могућности за запослење. Број запослених ће у фази декомисије бити мањи него у фази рада, иако у краћем року могу да наступе и другачији утицаји. – Традиционални утицај.

Утицаји на околину везују се уз делатности у процесу декомисије и уз карактеристичне и испитане елементе/системе околине. Стога се класификација утицаја на околину може приказати у једној матрици у којој се у врсти наводе елементи/системи околине, а у колони делатности пројекта комисије које могу да се узму у обзир, док се елементи матрице састоје од утицаја на околину. Овакав матрични приказ чини утицаје прегледнијима, али се никако не може сматрати коначном дефиницијом система утицаја стога што анализа секундарних и повезаних утицаја захтева детаљнију анализу од наведене. Матрични приказ идентификованих утицаја на околину је приказана на слици *М-41 Прилога*.

У прелиминарном плану за декомисију ће се утицаји наводити у бројкама и израдиће се оцена безбедности декомисије.

Напомена: утицај одлагања радиоактивног отпада на околину (и наравно сагорелог горива) насталог приликом декомисије оцениће се приликом израде студије о утицајима на околину за складишта где се тај отпад одлаже.

#### **5.4. Финансирање и трошкови делатности декомисије**

Према чланку 62. параграфу 1 Закона СХVI о нуклеарној енергији (Нуклеарни закон) из 1996. године трошкове декомисије нуклеарних постројења финансира Нуклеарни финансијски фонд <*Nukleáris Pénzügyi Alap*> (KNPA или Фонд), у склопу посебног државног фонда. При изградњи нових блокова треба се припремити на преобликовање Нуклеарног финансијског фонда које ће међу осталим обезбедити финансирање декомисије нових блокова на основу закона. Прилагођавање Нуклеарног финансијског фонда облику нових блокова треба да финансира Државни уред за нуклеарну енергију <*Országos Atomenergia Hivatal*> као управитељ Фонда, у за то одговарајућем времену.

Трошкови декомисије на нивоу садашњих сазнања могу само да се процене. На основу прогноза испоручиоца наведених у тачки 5.3.1, може да се истакне како ће декомисија блокова новог типа бити једноставнија те да ће при декомисији настати мања количина отпада него што се то може унапред прогнозирати за енергетске реакторе који се сада користе.

## 6. Оцена могућих прекограничних утицаја

Изградња и рад нових блокова нуклеарне електране под надлежности су Espoo конвенције о испитивању прекограничних утицаја на околину те смерница број 85/337/EGK о испитивању утицаја на околину појединих јавних и приватних пројеката, а које су модификоване смерницама одбора Европске заједнице број 97/11/ЕК, 2003/35/ЕК и 2009/31/ЕК. Обавезну примену Espoo конвенције у Републици Мађарској прописује Одредба Владе 148/1999 (од 13.10). У додатку 1 Конвенције наведене су делатности на које треба да се примене прописи Конвенције. У случају ових делатности, државе које сматрају да су укључене, могу да захтевају спровођење процедуре студија о утицају на околину, без обзира на то да ли на основу обављених анализа подручје утицаја захвата одређену државу или не. Важно је да се већ у фази прелиминарне консултације испита могућност могућих утицаја. (Најближе локацији планираних нових блокова се налази Србија (на удаљености од 63 км), следећа је Хрватска на 74,5 км, затим Румунија на 119,5 км, Словачка на 132 км, Словенија на 172 км, Аустрија на 183 км и Украјина на 324 км). Појам прекограничног утицаја је описан у Одредби Владе 148/1999 (од 13.10.). У 4. глави смо приказали дефиницију подручја утицаја, а сада ћемо да спојимо ове резултате с проценом могућих прекограничних утицаја. Законски пропис у погледу садржаја не наводи детаље везано за њих. Ови утицаји треба да се третирају и оцењују као и други утицаји, осим што њихова класификација као прекогранични утицаји треба да се анализира касније. Везано за нове блокове и узимајући у обзир захтеве, приказаћемо у случају којих елемента и система околине може да се узме у обзир прекогранични *радиолошки утицај на околину*. [42]

Да бисмо дефинисали прекограничне утицаје, морамо рашчистити следећа питања: Да ли се јављају или могу ли се јавити фактори или процеси утицаја који могу да се повежу с могућношћу прекограничног ширења утицаја? У случају којих фактора се то не може догодити, или се може догоди с малом вероватношћу? На који начин се шире те на који начин се, везано за евентуално оптерећење, кумулирају поједини утицаји и процеси утицаја? [35] Део питања је опште природе, а део овиси о специфичности делатности и територија. При дефинисању прекограничних утицаја следећа три фактора имају кључну улогу: фактори утицаја који претпостављају могућност ширења на већи териториј, могућност ширења утицаја и осетљивост подручја утицаја те карактеристике простора утицаја које помажу или спречавају ширење. Стога је за дефинисање утицаја требало прикупити информације о ова три фактора [42] [90]. Важност прекограничног утицаја одређене делатности се на нивоу прелиминарног испитивања, односно службеног, могу дефинисати следећим корацима: На основу локације изградње, карактера делатности и примењене технологије треба да се одлучи да ли се може претпоставити прекогранични утицај. Међу факторима и процесима утицаја одређене делатности (4. глава) треба да се одаберу они у случају којих се може стварно претпоставити покретање прекограничних неповољних еколошких процеса.

Треба да се процени начин и могућност ширења процеса утицаја које покрећу фактори утицаја који су узети у обзир, те се на основу тога треба да дефинише да ли ће они да стигну и да ли могу да стигну у суседну државу. (Значи, отприлике треба да се одреди очекивано подручје утицаја.) Ако утврдимо да је могуће ширење утицаја, онда треба да откријемо карактеристике захваћеног подручја утицаја, односно треба да се дефинише у којој је мери одређено подручје осетљиво на процесе утицаја. На основу тога треба да се одаберу утицаји који се уистину шире преко границе, а узимајући у обзир процесе утицаја и осетљивост подручја треба да се дефинише важност утицаја који се шире. [42] [91]

Везано за нове блокове, одговарајући на ова питања у следећем делу желимо да дефинишемо могућност ширења утицаја преко границе. „Значајним“ утицајем се

карактерише промена стања која не изазива само привремену промену, већ коначну промену или дуготрајно оптерећење околиша. Нова нуклеарна електрана се гради у унутрашњости земље, на значајној удаљености од државне границе. То значи да, узимајући у обзир место изградње, се само у екстремним случајевима може замислити прекогранични утицај. Очекивани фактори утицаја и процеси утицаја, односно њихово територијално ширење, је дефинисано у 4. глави. (Фактори утицаја и процеси утицаја могу да се поделе у две групе: у групу радиолошких и групу традиционалних утицаја. Препоручено је поделити их и са аспекта ширења преко границе.) Овде нећемо приказати већ претходно приказане процесе утицаја, само ћемо међу њима да истакнемо оне код којих се на основу њиховог карактера и снаге могу претпоставити радиолошки утицаји који се шире преко границе. Осетљивост прекограничних територија није позната у детаље. [92] Безбедност нуклеарне електране у суштини дефинише карактер утицаја који се шире преко границе. Приликом рада електране примарно могу да се очекују ваздушне и течне емисије.

### Оцена атмосферских емисија

У погледу емисија приликом нормалног рада погона узели смо у обзир референтни рад [93]. На основу њега може да се утврди да се приликом нормалног рада погона не очекују прекограничне радиолошке последице, уколико се нови блокови буду придржавали домаћих и међународно прихваћених службених ограничења за емисије које се односе на ограничење доза за постројења. [93]

У случају прекограничног утицаја *квара погона* извршили смо израчунае за тип блока EPR, који смо узели као референтни блок, помоћу програма PC COSYMA. Надаље, узели смо у обзир закључке садржане у 3. глави, односно уколико типови блокова одговарају захтевима EUR-а те важећем Националном правилнику о безбедности <NBSZ>, онда могући утицаји не представљају ризик ни за становнике суседних земаља (одговарање критеријумима ограниченог утицаја на околину). У случају нормалних атмосферских прилика, очекивана концентрација активности ће код државне границе бити ниже од оних које смо ми узели у обзир (јављају се 100 пута, 1000 пута мање вредности). На основу горе наведеног, атмосферска радиоактивна емисија је изван државне границе према очекивањима и у случају *квара погона* неутрална. Ове тврдње смо дефинисали на основу захтева EUR-а и Националног правилника о безбедности садржаних у 3. глави те на основу детаља из 4. поглавља.

Израчуни помоћу програма PC COSYMA, на основу података који су на располагању, за блокове EPR су направљени за атмосферске емисије, за случај ретких погонских кварова и тешких инцидената. За овај тип блокова су на располагању били најдетаљнији подаци. У испитиваним случајевима је код типа блока EPR била највећа репрезентативна последица ефективне дозе зрачења која може да се процени за људе. Добијене податке приказује Таблица 6-1. Направљени су израчуни и за тешко инцидентно стање, њихов резултат је садржан у Таблицу 6-2.

Таблица 6-1.: Резултати израчуна за тип блока EPR (ТА4 – ретки погонски квар)

| Гранична држава | Удаљеност (км) | За првих 7 дана         | За дуготрајни период    |
|-----------------|----------------|-------------------------|-------------------------|
|                 |                | Доза [ $\mu\text{Sv}$ ] | Доза [ $\mu\text{Sv}$ ] |
| Србија          | 63             | $5,0 \cdot 10^{-3}$     | $2,0 \cdot 10^{-2}$     |
| Хрватска        | 74,5           | $4,2 \cdot 10^{-3}$     | $1,7 \cdot 10^{-2}$     |
| Румунија        | 119,5          | $2,5 \cdot 10^{-3}$     | $1,1 \cdot 10^{-2}$     |
| Словачка        | 132            | $2,3 \cdot 10^{-3}$     | $9,8 \cdot 10^{-3}$     |



|           |     |                     |                     |
|-----------|-----|---------------------|---------------------|
| Словенија | 172 | $1,6 \cdot 10^{-3}$ | $7,5 \cdot 10^{-3}$ |
| Аустрија  | 183 | $1,6 \cdot 10^{-3}$ | $7,1 \cdot 10^{-3}$ |
| Украјина  | 324 | $7,4 \cdot 10^{-4}$ | $3,9 \cdot 10^{-3}$ |

Таблица 6-2.: Резултати израчуна за тип блока EPR (ТАК2 – тешки инцидент)

| Гранична држава | Удаљеност (км) | За првих 7 дана         | За дуготрајни период    |
|-----------------|----------------|-------------------------|-------------------------|
|                 |                | Доза [ $\mu\text{Sv}$ ] | Доза [ $\mu\text{Sv}$ ] |
| Србија          | 63             | $5,8 \cdot 10^{-1}$     | $1,3 \cdot 10^1$        |
| Хрватска        | 74,5           | $5,0 \cdot 10^{-1}$     | $1,1 \cdot 10^1$        |
| Румунија        | 119,5          | $3,4 \cdot 10^{-1}$     | 7,4                     |
| Словачка        | 132            | $3,1 \cdot 10^{-1}$     | 6,7                     |
| Словенија       | 172            | $2,4 \cdot 10^{-1}$     | 5,3                     |
| Аустрија        | 183            | $2,3 \cdot 10^{-1}$     | 5,0                     |
| Украјина        | 324            | $1,4 \cdot 10^{-1}$     | 3,0                     |

Према препорукама Међународне агенције за атомску енергију те према плановима за отклањање и интервенције у случају нуклеарних инцидената, у суседним државама се с великом вероватношћу, ни у случају да се деси емисија у околину „са значајним утицајем“, не би десило хитно увођење мера предострожности јер су нивои доза зрачења који оправдавају њихово увођење 3-4 пута већи од приказаних.

### Оцена емисија у воде

Нема прекограничног радиолошког утицаја јер је утицај радиоактивних материја које се упуштају у површинске воде код државне границе већ неутралан. Анализу утицаја емисија које доспевају у Дунав смо извршили једноставном методом за рачунање објављеном у Серији безбедносних извештаја 19 <Safety Reports Series 19> коју је издала Међународне агенција за атомску енергију ИАЕА [94]. Као што смо и приказали у глави која садржи анализу заједничког утицаја на околину постојећих и нових блокова, максимална доза (8  $\mu\text{Sv}$ ) радиоактивног загађења може да захвати становнике Герјена, путем редовних емисија и услед избегавања очекиваних кварова у погону, који се налази на 10 км низводно од електране. Ова вредност ће преко границе која се налази на око 100 гкм да буде пуно мања.

### Оцена нерадиолошких утицаја

На темељу прелиминарних израчуна, а везано за *традиционалне (нерадиолошке) утицаје*, при спуштању традиционалних штетних материја у површинске воде не треба да се очекује прекогранични утицај ни у случају нормалног рада погона, ни у случају кварова и инцидената. Приказом утицаја на површинске воде у фази градње се бави *подглава 3.5.2, фазом рада подглава 3.5.3, декомисијом 5. глава* те подручјем њиховог утицаја *4. глава*. Утицај очекиваних кварова у погону и кварова приказују релевантни делови *3. поглавља*. Подручје испитаних утицаја који захватају површинске воде се налази унутар државних граница. Узимајући у обзир испуст отпадних вода и утицај улаза индустријских вода, ни у случају квара се не очекује прекогранични утицај.

Везано за подземне воде и тло, а у погледу настанка отпада, утицаји остају локални и ни у ком случају не можемо да говоримо о прекограничном утицају.

Могућност прекограничног утицаја не очекује се ни у случају утицаја на околину који погађају квалитет ваздуха, копнени и водени животињски свет, околину насеља и крајолик, нити у случају очекиваног оптерећење буком и трењем.

## 7. Сажетак

Услед застарелости домаћих електрана и повећања потреба потрошача, у Мађарској ће за одржање снабдевања електричном енергијом бити потребни нови производни капацитети, и то отприлике 5000 MW до 2020., те 4000 MW до 2030. године. За надокнаду дела потребних капацитета градња нове нуклеарне електране може да буде повољна стога што је производња електричне енергије у нуклеарним електранама ефикасна за привреду и омогућава дуготрајно и безбедно снабдевање електричном енергијом.

Изградњи једне нуклеарне електране претходи политичка одлука, темељна припрема и процес добијања дозвола. Политичка одлука је донесена 30. марта 2009. године, када је Парламент путем одлуке бр. 25/2009 (од 02.04.) одобрио припрему изградње нових блокова на локацији у Пакшу. Међутим, ова одлука још не значи коначну одлуку о изградњи нових блокова нуклеарне електране јер ће само стручни рад који је започео након начелног одобрења дати одговоре на многа питања, на пример на питања везана за финансирања и улагања, техничке карактеристике, тип блокова, добављача те на питање могућности уклапања у систем и утицаја на околину.

Закон LIII о општим правилима заштите околине из 1995. године у циљу превенције неповољних утицаја на околину прописује израду студије о утицаја на околину „*пре почетка делатности која има утицај на околину у значајној или очекивано значајној мери*“. Процедура израде студије о утицају на околину те захтеви везани уз њу садржани су у Одредби Владе 314/2005 (од 25.12.) о процедури израде студије о утицају на околину и јединственој процедури добијања дозвола за коришћење околине. Према овој одредби дозвола заштите околине за изградњу нових блокова нуклеарне електране може да се добије само на основу студије о утицају на околину. Према одредби Владе, у случају изградње нуклеарне електране прва фаза добијања дозвола није обавезна. Подносилац молбе за издавање дозволе је међутим одлучио да ће иницирати прелиминарну консултацију стога што ће територијално надлежна Управа јужног Подунавља за заштиту околине, заштиту природе и водопривреду са седиштем у Печују на основу тога, у сарадњи са надлежним телима управе, дати мишљење о захтевима везаним за садржај студије која треба да се преда у другој фази, те ће на тај начин да помогне у њеној успешној изради.

Ова документација је документација захтева за прелиминарну консултацију, коју је по налогу МВМ Затвореног деоничког друштва Мађарска електроиндустрија <MVM Magyar Villamos Művek Zrt.> израдило друштво PÖRY ERŐTERV Zrt. и његови подизвођачи према прилогу број 4 Одредбе Владе 314/2005. (од 25.12.)

### Планирана делатност

Конзорцијум Мађарске електроиндустрије <Magyar Villamos Művek Társaságcsoport> је након одлуке Парламента 8. јула 2009. основао Пројект Левај <Levai> с циљем припреме изградње нових блокова нуклеарне електране планираних на локацији у Пакшу. На задацима припреме изградње електране од септембра 2012. ради ново пројектантско предузеће МВМ Нуклеарне електране Пакш II <MVM Paks II. Atomerőmű Fejlesztő Zrt> које је основало МВМ Затворено деоничко друштво Мађарска електроиндустрија. За место нових блокова је одабрано резервно подручје постојеће електране, односно планирана два нова блока би се изградила северно од постојећа четири блока у њиховом непосредном суседству. Најважнији разлози за изградњу блокова на том месту, осим тога шта није предложено ново место, су следећи:

- Ради се о већ постојећој локацији која функционише на безбедан начин, стога нема потребе (евентуално гринфилд инвестиција) за локацију која би се могла изградити само уз инвестирање значајних средстава.
- Кроз 30 година, колико је протекло од почетака, локација се испитивала према бројним критеријумима безбедности и заштите околишне, стога је подручје нуклеарне електране једно од најбоље испитаних и истраживаних подручја.
- Концентрација становништва је, осим Пакша, у кругу од 30 км мања од државног просека.
- Потребна инфраструктура је у окружењу локације изграђена те стоји на располагању.
- Локација се на безбедан начин може прикључити на већ изграђену државну електроенергетску мрежу.
- Присуство и функционисање нуклеарне електране у Пакшу је прихваћено међу становништвом подручја, што може да представља повољну основу за намере развоја.
- Искуство и знање те основа за едукацију стручњака која одговара захтевима планиране делатности стоји на располагању.

Локација нових блокова нуклеарне електране од укупно 106 ха у власништву је друштва Нуклеарне електране Пакш <Paksi Atomerőmű Zrt.>. Од тога је отприлике 29,5 ха подручје постојећег постројења, а 76,3 ха је такозвано приступно подручје које је у плановима просторног уређења већ сада квалификовано као индустријско подручје.

Нови блокови ће бити одабрани из такозване 3. генерације, односно 3+ блокова који располажу међународним референцама. Ти блокови су израђени у 1990-им годинама из 2. генерације блокова, приликом чега је циљ развоја био смањење вероватности тешких инцидената, односно смањење последица тешких инцидената који се могу десити с врло малом вероватношћу. Блокови 3+ генерације постепено примењују пасивне системе безбедности и при њиховом функционисању се користе природни ресурси (раде на погон гравитације, природне циркулације или енергија компримираног гаса), стога није потребно уводити електричну енергију за опасне ситуације.

Прелиминарно испитивање спроведено при припреми изградње нових блокова нуклеарне електране је недвосмислено предложило изградњу блокова с водом под притиском, не само због тога што више од 80% нових блокова изграђених у садашње време припада овом типу блокова, већ и зато што то оправдава постојећа домаћа струка те позитивно искуство темељено на раду нуклеарне електране Пакш. Нови блокови нуклеарне електране ће према очекивањима бити одабрани од доле наведених типова с водом под притиском:

- тип AP1000, добављач је јапанско-америчко предузеће Toshiba-Westinghouse,
- тип MIR.1200, добављач је руски Atomsztróexport,
- тип АТМЕА1, развијен/произведен од стране француско-јапанског предузећа Areva- Mitsubishi,
- тип ЕРР, добављач је француско предузеће Areva,
- тип АРР1400, добављач је јужнокорејско предузеће КЕРСО

На основу испитивања могућности хлађења за планиране блокове електране је одабран двостепени систем хлађења помоћу свеже воде из Дунава.

Планирана делатност на локацији у Пакшу је изградња и рад два блока нуклеарне електране са нето учинком струје од 1000-1600 MW, са циљем производње електричне енергије у комерцијалне сврхе.

### **Тренутно стање нове локације нуклеарне електране**

Стање околине нове локације је сада под утицајем близине постојећих блокова и Привременог резервоара изгорелих касета. Емисије у околину (примарно радиолошки) ових објеката су контролисане системом мониторинга почевши од њихове изградње. На основу резултата тих мерења може да се каже да електрана у нормалним условима рада не изазива утицаје оптерећења на околину изнад граничних вредности. Већина утицаја не може да се искаже или може да се искаже у малој мери те не прелази гранично оптерећење. Радиолошка емисија изван зоне безбедности нуклеарне електране у случају нормалног рада не изазива оптерећење за становништво.

Ни конвенционални утицаји на околину електране нису значајни те се могу исказати само у њеној непосредној близини, осим једино топлотног оптерећења које је изазвано враћањем загрејане воде за хлађење, чије подручје утицаја може да допре до ушћа речице Шио. Уз визуални утицај, који је изазван освајањем простора и постојањем електране, једини утицај по ком се садашње стање разликује од стања без електране је оптерећење водене околине.

Због рада електране површинска течна вода, односно Дунав, је изложена радиолошком оптерећењу и оптерећењу изазваном традиционалним отпадним материјама, те због примене хлађења хладном водом и топлотном оптерећењу. И за та оптерећења важи горе наведена чињеница да се електрана придржава службених ограничења и граничних вредности.

Нова локација већ претходно означена као индустријска зона је делом изграђена, обложена и већим делом кориштена травната површина, на којој се налазе помоћне делатности електране у функцији, те она према сазнањима не представља ни значајне природне, културно-историјске, ни друге облике вредности. Међутим, детаљно утврђивање овога захтева даља испитивања.

### **Очекивани утицаји на околину**

Испитивање утицаја на околину смо проширили на фазу изградње, фазу рада и фазу затварања (декомисије). Подједнако смо испитивали радиолошке и традиционалне утицаје на околину планиране делатности. Проценили смо утицаје новог објекта самостално, након тога смо исте уклопили међу позадинске утицаје, односно испитали смо збирни утицај на околину сва три објекта на локацији – који изазивају радиоактивну емисију – (нови блокови, постојећа четири блока, Привремени резервоар изгорелих касета). Приликом прелиминарног испитивања *радиолошких утицаја* смо за пет типова блокова извршили утврђивање оптерећења зрачењем изазваног атмосферском и течном радиоактивном емисијом за случај нормалног рада погона, односно за случај очекиваних погонских кварова (чија учесталост прелази вредност учесталости од  $10^{-2}$ /година).

Допринос доза емисија дефинишемо помоћу међународно прихваћених модела. На основу добијених резултата, рачунајући са изградњом два блока те претпостављајући по један очекивани квар по блоку уз допринос доза емисија услед нормалног рада погона, рад нових блокова за становништво не представља значајни утицај.

У радиолошком смислу, на основу доза изазваних атмосферским и течним емисијама, исто тако и на основу доза директног и распршеног зрачења приликом нормалног рада, просторно ширење утицаја остаје унутар контролисане зоне електране.

Приликом испитивања радиолошких утицаја изазваних кваровима погона на основу међународних прописа смо, уз кориштење расположивих података, спровели анализе.

Приказали смо да ће радиоактивна емисија изазвана могућим различитим кваровима погона и инцидентним ситуацијама за време рада разматраних блокова бити испод захтева EUR-а (European Utility Requirements – систем услова који су израдили власници и управитељи западноевропских нуклеарних електрана) и ICRP-а (International Commission on Radiological Protection- Међународна комисија за заштиту од зрачења).

У случају *традиционалних утицаја на околину* смо утврдили да већина фактора утицаја у фази градње изазива значајније утицаје него слични фактори утицаја у фази рада. Фаза градње је у случају нуклеарне електране дуготрајна, према очекивањима 5-6 година. Могу да се очекују значајне, но релативно локалне промене (на пар стотина метара или неколико километара од локације) у квалитету ваздуха, стању вода и тла те ће и оптерећење буком и трењем бити значајно. Према садашњим сазнањима ове промене, с изнимком делатности транспорта, неће имати значајног утицаја на насељеном подручју.

Традиционални утицаји на околину у фази рада ће већином бити увелико испод утицаја фазе изградње, узимајући у обзир и збирне утицаје сва три објекта. Испитивања су потврдила да је и хлађење свежеом водом, као најзначајнији традиционални фактор утицаја на околину, изводљиво у складу са садашњим системом услова у околини.

У овој фази још нисмо имали на располагању поједине варијанте и техничке детаље типова блокова, стога смо наше процене темељили на конкретним подацима које смо имали на располагању, а тамо где смо имали информације само за поједине варијанте узели смо у обзир критична оптерећења. А на местима где нисмо имали такве податке на располагању, израдили смо прелиминарне процене на основу стручних искустава.

На основу документације за прелиминарну консултацију и на нивоу садашњих сазнања, закључно се може рећи како нисмо наишли на искључујући разлог у погледу заштите околине, природе и крајолика који би онемогућио било који разматрани тип блокова, односно остварење могућности хлађења.

Већина утицаја на околину који су изазвани планираном делатношћу није значајна, не изазивају значајне промене те се јављају само у близини локације, изван насељених подручја.