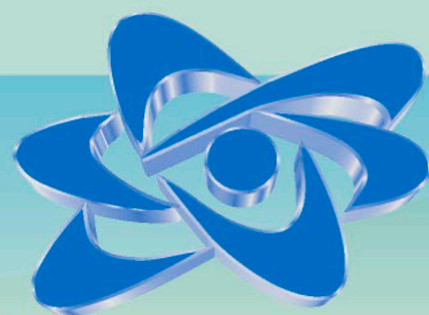


**ЕВРОПЕЙСКИ “СТРЕС ТЕСТОВЕ”
ЗА ЯДРЕНИ ЕЛЕКТРОЦЕНТРАЛИ**

**Национален доклад
на България**

Агенция за ядрено регулиране

Декември 2011



СЪДЪРЖАНИЕ

УВОД	8
1. ОБЩИ ДАННИ ЗА АЕЦ „КОЗЛОДУЙ”	9
1.1 ОБЩО ОПИСАНИЕ НА ПЛОЩАДКАТА НА АЕЦ „Козлодуй”	9
1.1.1 Местоположение	9
1.1.2 Ядрени съоръжения.....	9
1.1.3 Общостанционни обекти и съоръжения	9
1.2 ОСНОВНИ ДАННИ ЗА 3 И 4 БЛОК.....	12
1.2.1 Основни характеристики на 3 и 4 блок.....	12
1.2.2 Системи, осигуряващи или поддържащи основните функции на безопасност	13
1.3 ОСНОВНИ ДАННИ ЗА 5 И 6 БЛОК	17
1.3.1 Основни характеристики на 5 и 6 блок.....	17
1.3.2 Системи, осигуряващи или поддържащи основните функции на безопасност	18
1.4 ОСНОВНИ ДАННИ ЗА ХОГ	30
1.4.1 Основни характеристики на хранилището за отработено гориво	30
1.4.2 Системи осигуряващи или поддържащи основните функции на безопасност	31
1.5 ОСНОВНИ ДАННИ ЗА СХОГ	33
1.5.1 Основни характеристики на хранилището за сухо съхранение на отработено гориво....	33
1.5.2 Системи осигуряващи или поддържащи основните функции на безопасност	33
1.6 ОБХВАТ И ОСНОВНИ РЕЗУЛТАТИ ОТ ВАБ	34
2. ЗЕМЕТРЕСЕНИЕ	35
2.1 ПЪРВОНАЧАЛНИ СЕИЗМИЧНИ ПРОЕКТНИ ОСНОВИ НА АЕЦ „Козлодуй”	37
2.1.1 Първоначални сеизмични проектни основи на блокове 3 и 4	37
2.1.2 Първоначални сеизмични проектни основи на блокове 5 и 6	37
2.1.3 Първоначални сеизмични проектни основи на ХОГ	37
2.1.4 Първоначални сеизмични проектни основи на СХОГ	37
2.2 НАСТОЯЩИ СЕИЗМИЧНИ ПРОЕКТНИ ОСНОВИ (RLE) НА АЕЦ КОЗЛОДУЙ И МЕТОДОЛОГИЯ ЗА ТЯХНАТА ОЦЕНКА.....	38
2.2.1 Преоценка на сеизмичните проектни основи.....	38
2.2.2 Методология за преоценка на сеизмичните проектни основи.....	38
2.3 ОЦЕНКА АДЕКВАТНОСТТА НА ПРЕОЦЕНЕНИТЕ СЕИЗМИЧНИ ПРОЕКТНИ ОСНОВИ НА ПЛОЩАДКАТА НА АЕЦ ”КОЗЛОДУЙ”.....	39
2.3.1 Съответствие с актуалните нормативни документи и стандарти.....	39
2.3.2 Заключение за адекватността на настоящите проектни основи.....	39
2.4 МЕРКИ ПРЕДПРИЕТИ ЗА ЗАЩИТА П РИ RLE НА 3-ТИ И 4-ТИ БЛОК	40
2.4.1 Конструкции, системи и компоненти (КСК), необходими за поддържане на БОК 3 и 4 в безопасно състояние	40

2.4.2 Основни експлоатационни мерки за поддържане на БОК 3 и 4 в безопасно състояние след земетресение	42
2.4.3 Оценка на косвените ефекти от земетресението	42
2.5 МЕРКИ ПРЕДПРИЕТИ ЗА ЗАЩИТА ПРИ RLE НА 5-ТИ И 6-ТИ БЛОК	43
2.5.1 Конструкции, системи и компоненти (КСК), необходими за привеждане и поддържане на блокове 5 и 6 в безопасно състояние на спрян реактор.	43
2.5.2 Основни експлоатационни мерки за привеждане и поддържане на блокове 5 и 6 в безопасно състояние след земетресение	47
2.5.3 Оценка на косвените ефекти от земетресението	48
2.6 МЕРКИ ПРЕДПРИЕТИ ЗА ЗАЩИТА ПРИ RLE НА ХОГ	51
2.6.1 Конструкции, системи и компоненти (КСК), необходими за поддържане на ХОГ в безопасно състояние.....	51
2.6.2 Основни експлоатационни мерки за поддържане на ХОГ в безопасно състояние след земетресение.....	52
2.6.3 Оценка на косвените ефекти от земетресението	53
2.7 МЕРКИ ЗА ЗАЩИТА НА СЕИЗМИЧНИТЕ ПРОЕКТНИ ОСНОВИ СХОГ.....	54
2.7.1 Конструкции, системи и компоненти (КСК), необходими за поддържане на СХОГ в безопасно състояние.....	54
2.7.2 Основни експлоатационни мерки за поддържане на СХОГ в безопасно състояние след земетресение.....	56
2.7.3 Оценка на косвените ефекти от земетресението	56
2.8 ПОТЕНЦИАЛНИ РАЗРУШЕНИЯ ИЗВЪН ПЛОЩАДКАТА, ВОДЕЩИ ДО ПРЕДОТВРАТЯВАНЕ ИЛИ ЗАБАВЯНЕ ДОСТЪП НА ПЕРСОНАЛ И ОБОРУДВАНЕ ДО ПЛОЩАДКАТА.....	57
2.9 СЪОТВЕТСТВИЕТО С ТЕКУЩИТЕ ЛИЦЕНЗИОННИ ОСНОВИ	58
2.9.1 Общи положения	58
2.9.2 Управление на проекта. Внасяне на изменения	58
2.9.3 Общ процес за обезпечаване КСК, необходими за безопасно поддържане на блоковете в спряно състояние след земетресение.....	58
2.9.4 Програми и процедури осигуряващи доставки, запаси, резерви и мобилно оборудване	60
2.9.5 Общ процес за осигуряване наличността и готовността на външно мобилно оборудване и доставки, предвидени в аварийните планове след земетресение (природни бедствия).....	62
2.9.6 Потенциални отклонения от лицензионните основи, действия и мерки за отстраняването им	63
2.10 ОЦЕНКА НА ЗАПАСИТЕ ПО БЕЗОПАСНОСТ СРЕЩУ ЗЕМЕТРЕСЕНИЕ	63
2.10.1 Описание на методиката за оценка на запасите	63
2.10.2 Оценка на запасите по безопасност срещу земетресение на 3-ти и 4-ти блок	63
2.10.3 Оценка на запасите по безопасност срещу земетресение на 5-ти и 6-ти блок	65
2.10.4 Оценка на запасите по безопасност срещу земетресение на ХОГ.....	69
2.10.5 Оценка на запасите по безопасност срещу земетресение за СХОГ.....	70
2.11 ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЗА ОЦЕНКАТА НА ВЛИЯНИЕТО НА СЕИЗМИЧНИ ВЪЗДЕЙСТВИЯ ЗА ПЛОЩАДКАТА НА АЕЦ „КОЗЛОДУЙ”	70
3. ВЪНШНИ НАВОДНЕНИЯ	71

3.1 ПРОЕКТНИ ОСНОВИ	72
3.1.1 Наводнения, срещу които е проектирана централата.....	72
3.1.2 Настоящи преоценки на МВН.....	72
3.1.3 Заключение, относно адекватността на защитата срещу външни наводнения.....	74
3.2 ОБЕЗПЕЧАВАНЕ НА ЗАЩИТАТА НА ЦЕНТРАЛАТА СРЕЩУ МВН	75
3.2.1 Най-застрашените при МВН КСК, необходими за привеждане и поддържане на блоковете в безопасно спряно състояние	75
3.2.2 Основни средства, предвидени в проекта, за предотвратяване на въздействието на наводнения върху централата	79
3.2.3 Основни експлоатационни мерки за защита срещу външни наводнения	80
3.2.4 Потенциални въздействия извън централата, включително възпрепятстване или забавяне достъпа на персонал, доставки на оборудване и материали до площадката.....	81
3.3 СЪОТВЕТСТВИЕ НА ЦЕНТРАЛАТА С ТЕКУЩИТЕ ЛИЦЕНЗИОННИ УСЛОВИЯ.....	83
3.4 ОЦЕНКА НА ЗАПАСИТЕ ПО БЕЗОПАСНОСТ СРЕЩУ ВЪНШНИ НАВОДНЕНИЯ	83
3.4.1 Определяне на запасите по безопасност срещу външни наводнения.....	83
3.4.2 Потенциални мерки за увеличаване устойчивостта на централата срещу външни наводнения.....	89
3.5 ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЗА ВЛИЯНИЕТО НА ВЪНШНО НАВОДНЕНИЕ НА ПЛОЩАДКАТА НА АЕЦ „Козлодуй“.....	90
4. ЕКСТРЕМНИ МЕТЕОРОЛОГИЧНИ ВЪЗДЕЙСТВИЯ.....	90
4.1 АКТУАЛНА ОЦЕНКА НА МЕТЕОРОЛОГИЧНИТЕ ЯВЛЕНИЯ ИЗПОЛЗВАНИ КАТО ПРОЕКТНИ ОСНОВИ ЗА СЪОРЪЖЕНИЯТА НА ПЛОЩАДКАТА.....	90
4.1.1 Екстремни ветрове и смерчове (торнадо).....	90
4.1.2 Влажност и обледяване.....	91
4.1.3 Екстремни валежи	91
4.1.4 Мълнии.....	91
4.1.5 Екстремни снеговалежи.....	91
4.1.6 Ледови явления.....	92
4.1.7 Екстремни температури.....	92
4.1.8 Ниски стоежи на река Дунав.....	92
4.1.9 Потенциални комбинации от екстремни метеорологични въздействия, засягащи площадката.....	92
4.1.10 Оценка на честота за настъпване на екстремни метеорологични условия, постулирана в проектните основи.....	92
4.2 АКТУАЛНИ НОРМАТИВНИ ИЗИСКВАНИЯ ЗА НАТОВАРВАНИЯ ОТ ЕКСТРЕМНИ ВЪНШНИ ВЪЗДЕЙСТВИЯ	94
4.3 ПРОЕКТНИ ОСНОВИ	94
4.3.1 Проверка на метеорологичните условия, използвани като проектни основи за КСК, осигуряващи безопасността на 3 и 4 блок и оценка на запасите на конструкциите	95
4.3.2 Проверка на метеорологичните условия, използвани като проектни основи за КСК, осигуряващи безопасността на 5 и 6 блок и оценка на запасите на конструкциите	97

4.3.3 ХОГ	100
4.3.4 СХОГ	100
4.3.5 Открита разпределителна уредба	101
4.4 ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЗА ВЛИЯНИЕТО НА ЕКСТРЕМНИТЕ МЕТЕОРОЛОГИЧНИ ВЪЗДЕЙСТВИЯ ВЪРХУ СГРАДИТЕ И СЪОРЪЖЕНИЯТА НА ПЛОЩАДКАТА НА АЕЦ „КОЗЛОДУЙ”	101
5 ЗАГУБА НА ЕЛЕКТРОЗАХРАНВАНЕ И ЗАГУБА НА КРАЕН ПОГЛЪТИТЕЛ	103
5.1 ЯДРЕНИ РЕАКТОРИ – БЛОКОВЕ 5 И 6	105
5.1.1 Загуба на електрозахранване	105
5.1.2 Мерки за подобряване на устойчивостта при загуба на електрозахранване	111
5.1.3 Загуба на краен поглътител на топлина	112
5.1.4 Мерки за подобряване на устойчивостта към загуба на краен поглътител	118
5.2 БОК НА БЛОКОВЕ 5 И 6	118
5.2.1 Загуба на електрозахранване	118
5.2.2 Мерки за подобряване на устойчивостта при загуба на електрозахранване	119
5.2.3 Загуба на краен поглътител на топлина	119
5.2.4 Мерки за подобряване устойчивостта към загуба на краен поглътител	120
5.3 БОК НА БЛОКОВЕ 3 И 4	120
5.3.1 Загуба на електрозахранване	120
5.3.2 Мерки за подобряване на устойчивостта при загуба на електрозахранване	121
5.3.3 Загуба на краен поглътител на топлина	121
5.3.4 Мерки за подобряване на устойчивостта към загуба на краен поглътител	121
5.4 ХРАНИЛИЩЕ ЗА ОТРАБОТЕНО ГОРИВО (ХОГ)	122
5.4.1 Загуба на електрозахранване	122
5.4.2 Мерки за подобряване на устойчивостта към загуба на електрозахранване	122
5.4.3 Загуба на краен поглътител на топлина	122
5.4.4 Мерки за подобряване устойчивостта на ХОГ към загуба на краен поглътител	123
5.5 ЗАКЛЮЧЕНИЕ	123
6. УПРАВЛЕНИЕ НА ТЕЖКИ АВАРИИ	125
6.1 ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕРОПРИЯТИЯ НА ЛИЦЕНЗИАНТА ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА АВАРИИ	129
6.1.1 Организация на лицензианта за управление на аварията	129
6.1.2 Възможност за използване на съществуващо оборудване	138
6.1.3 Оценка на фактори, които могат да възпрепятстват управлението на аварията и непредвидени обстоятелства	142
6.1.4 Мерки, които могат да бъдат предвидени за подобряване на възможностите за управление на аварията	150
6.2 ПОДДЪРЖАНЕ НА ЦЕЛОСТТА НА ХЕРМЕТИЧНАТА КОНСТРУКЦИЯ НА 5 И 6 БЛОК СЛЕД СЕРИОЗНА ПОВРЕДА НА ГОРИВОТО (ДО РАЗТОПЯВАНЕ НА АКТИВНАТА ЗОНА)	151
6.2.1 Изключване на възможността за повреда/разтопяване на горивото при високо налягане	151
6.2.2 Управление на рисковете от генериране на водород в херметичната конструкция	151

6.2.3	Предпазване от превишаване на налягането в херметичната конструкция	152
6.2.4	Предотвратяване на повторна критичност	152
6.2.5	Предотвратяване на преминаването на стопилката през фундаментната плоча	153
6.2.6	Необходимост от подаване на променливо токово, постояннотоково електрозахранване или съгъстен въздух за оборудване, използвано за защита на целостта на херметичната конструкция	154
6.2.7	КИП и А, необходими за поддържане на целостта на херметичната конструкция.....	154
6.2.8	Мерките, които могат да бъдат предвидени за подобряване на възможността за поддържане на целостта на херметичната конструкция след възникване на значителна повреда на горивото	154
6.3	МЕРКИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА АВАРИЯТА ЗА ОГРАНИЧАВАНЕ НА ИЗХВЪРЛЯНЕТО НА РАДИОАКТИВНИ ВЕЩЕСТВА	154
6.3.1	Радиоактивни изхвърляния след загуба на целостта на херметичната конструкция на 5 и 6 блок.....	154
6.3.2	Управление на авария след оголване на горната част на горивото в басейните за отлежаване на отработеното ядрено гориво	156
6.3.3	Управление на радиоактивните изхвърляния от сухото хранилище за отработено ядрено гориво	158
6.3.4	Мерките, които могат да бъдат предвидени за подобряване на възможността за ограничаване на изхвърлянето на радиоактивни вещества	158
6.4	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	158
	ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА	160
	СПИСЪК НА СЪКРАЩЕНИЯТА	

УВОД

В резултат на аварията в АЕЦ “Фукушима” на 11 март 2011 г., българското правителство постави на дневен ред необходимостта от спешни действия за преразглеждане готовността на АЕЦ „Козлодуй” да реагира в извънредни ситуации.

На 24 март 2011 г. Агенцията за ядрено регулиране (АЯР) конкретизира инициативата на правителството и представи на АЕЦ “Козлодуй” своите изисквания за проверка и верификация на техническото състояние на конструкции, системи и компоненти (КСК), условията на работа и работоспособността на КСК, участващи в управлението на тежки аварии, както и актуалността и приложимостта на съответните процедури и инструкции. Представените към този момент изисквания, имаха за цел предприемането на предварителни и краткосрочни действия за преценка безопасността на централата до приемането на единни изисквания за всички ядрени централи, станали по-късно известни като “стрес тестове”. АЕЦ “Козлодуй” изпълни посочените изисквания и на 10 Юни 2011 представи в АЯР доклад с резултатите от съответните проверки. Основните заключения и предложените мерки за подобрения са публикувани на интернет страницата на АЯР.

На 31 май 2011 г. АЯР изиска да бъде извършена задълбочена преценка на безопасността на „АЕЦ Козлодуй” в светлината на събитията във Фукушима (“стрес-тестове”) и в съответствие с приетата от ENSREG и ЕК методология [1].

Съгласно [1,2] "стрес тестовете" трябва да обобщават реакцията на централата и ефективността на превантивните мерки при екстремни ситуации, като се установят потенциално слабите места и праговете/гранични ефекти (cliff-edge effects). Това е необходимо, за да се оцени устойчивостта на приложения подход на защита в дълбочина, адекватността на съществуващите мерки за управление на аварии, както и да се определят потенциалните технически и организационни (процедури, човешки ресурси, организация на аварийното реагиране или използване на външни ресурси) подобрения за повишаване на ядрената безопасност на АЕЦ „Козлодуй”. В тази връзка задачите на "стрес теста" могат да се обобщят, както следва:

- определяне на мерките, приети в проекта на централата и съответствието на централата на проектните изисквания по отношение на външните въздействия;
- определяне на възможностите на АЕЦ да реагира на надпроектни събития, което се изразява в оценяване на устойчивостта на АЕЦ и идентифициране на потенциалните слаби места;
- определяне на мерки за увеличаване нивото на устойчивостта на компонентите и КСК, с цел увеличаване на общата устойчивост на централата срещу екстремни природни явления.

Настоящият доклад е изготвен на основата на окончателния доклад на АЕЦ Козлодуй за преценка на безопасността на централата [3]. Обхванати са всички ядрени съоръжения на площадката на АЕЦ Козлодуй, в които се използва и/или съхранява ядрено гориво.

АЯР извърши внимателен преглед и верификация на доклада на лицензианта, като са направени незначителни изменения от редакционен характер. Внесени са също така и регулаторните изисквания по основните направления, предмет на този доклад. Освен това АЯР е предложил допълнителни мерки за подобрения към мерките предложени от лицензианта.

Първата част от доклада съдържа основни данни за площадката и намиращите се на нея ядрени съоръжения, като е обърнато специално внимание на техните характеристики. Проектните основи на ядрените съоръжения, преценка на запасите по безопасност и граничните прагови ефекти (cliff edge effect) са представени в части от 2 до 6. Към всяка от частите 2 - 6 са обобщени и предложените мерки за подобряване устойчивостта на централата към екстремни природни явления. Данните за централата и преценката приведени в доклада са актуални към 30 юни 2011 г.

1. ОБЩИ ДАННИ ЗА АЕЦ „КОЗЛОДУЙ”

1.1 ОБЩО ОПИСАНИЕ НА ПЛОЩАДКАТА НА АЕЦ „КОЗЛОДУЙ”

1.1.1 Местоположение

Атомната електроцентрала “Козлодуй” е изградена в северозападна България на десния бряг на р. Дунав, на 5 км източно от град Козлодуй и на 200 км северно от българската столица София.

Площадката е разположена в северната част на първата незаливаема тераса на р. Дунав и има средна кота +35.00 m. Площта на цялата площадка е около 2.2 km², а заедно с каналите за циркуляционно и техническо водоснабдяване достига 4.5 km². В 30-километровата зона около площадката няма военни и големи промишлени комплекси. Местността е съставена предимно от равнинни ландшафти, като в непосредствена близост до централата няма защитени и чувствителни територии. Климатът е умереноконтинентален със студена зима и горещо лято, а годишният валеж в района е един от най-ниските в страната (глава 2 от [4],[5]).

1.1.2 Ядрени съоръжения

На площадката на АЕЦ “Козлодуй”, са изградени 6 енергийни блока с обща електрическа мощност 3760 MW, оборудвани с реактори с вода под налягане, хранилище за отработено ядрено гориво (ХОГ) и хранилище за сухо съхранение на отработено гориво (СХОГ).

С Решение на Министерския съвет от 20.12.2008 г., 1 и 2 блок са обявени за съоръжения за управление на радиоактивни отпадъци, които подлежат на извеждане от експлоатация и са предоставени на Държавно предприятие “Радиоактивни отпадъци”. На 1 и 2 блок не се съхранява ядрено гориво, поради което не са предмет на разглеждане в настоящия доклад.

Трети и четвърти блок са спрени от промишлена експлоатация на 31.12.2006г. Ядреното гориво и на двата блока е извадено от активната зона и се съхранява на долен стелаж в приреакторните басейни за отлежаване на касетите (БОК). Първи и втори контур са запълнени с консервационни разтвори за подтискане на корозионните процеси. Поддържа се готовност за връщане на ядреното гориво в активната зона, в случай на авария с некомпенсируем теч от БОК.

Пети и шести блок са в експлоатация, като пети блок се намира в 18, а шести в 17 горивна кампания. Двата блока работят предимно в базов режим на номинална мощност при спазване условията на лицензите за експлоатация.

Хранилището за съхранение на отработено гориво (ХОГ) е в експлоатация от 1991г, а хранилището за сухо съхранение на отработено гориво (СХОГ) е на етап “въвеждане в експлоатация”.

Лицензиант на ядрените съоръжения, предмет на този доклад, е “АЕЦ Козлодуй”ЕАД.

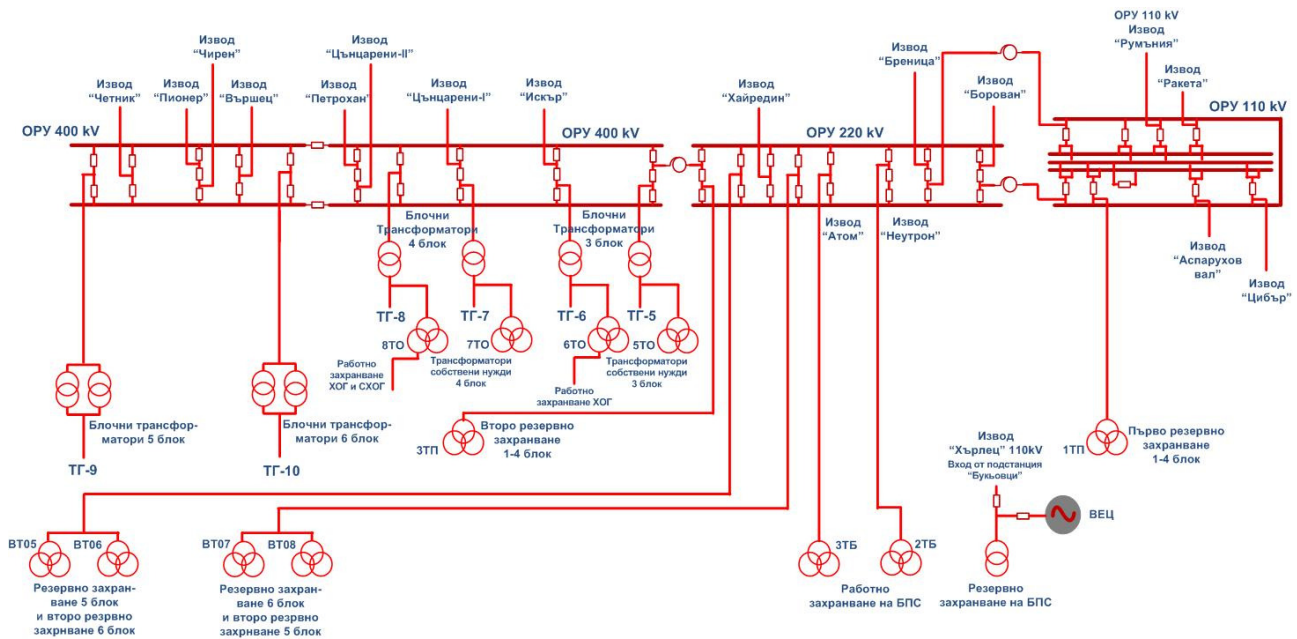
1.1.3 Общостанционни обекти и съоръжения

Открита разпределителна уредба (ОРУ)

АЕЦ „Козлодуй” е присъединена към електроенергийната система (ЕЕС) на Република България посредством три собствени открити разпределителни уредби (ОРУ) на напрежение 400 kV, 220 kV и 110 kV. Между тях са осъществени връзки чрез автотрансформатори. Уредба 400 kV е реализирана по схема “двойна секционирана шинна система”, уредба 220 kV – по схема “двойна шинна система”, уредба 110 kV – по схема “двойна шинна система с обходна шина”. Изходящи от централата електропроводни линии са:

- осем транзитни електропроводни линии 400 kV, от които 2 междусистемни линии към ЕЕС на Румъния и 6 линии към подстанции в страната;
- пет електропроводни линии 220 kV, от които 3 транзитни линии към подстанции в страната и 2 лъчеви линии към брегова помпена станция (БПС);
- четири електропроводни линии 110 kV, от които 2 транзитни линии към подстанции в страната и 2 лъчеви линии към подстанции в страната.

Общият брой на електропроводните линии, към които АЕЦ „Козлодуй“ е присъединена е 17, от които 13 са транзитни и 4 лъчеви. На фигура 1 е представена ОРУ, като са показани всички изводи и присъединенията.



Фигура 1. Схема ОРУ

На фигура 2 е представена по-подробна електрическа схема на ОРУ-400kV, свързана със захранването на 5 и 6 блок. На схемата се вижда тройната резервираност на захранването на секции собствени нужди. Също така е показано и мястото на присъединяване на мобилните дизелгенератори.

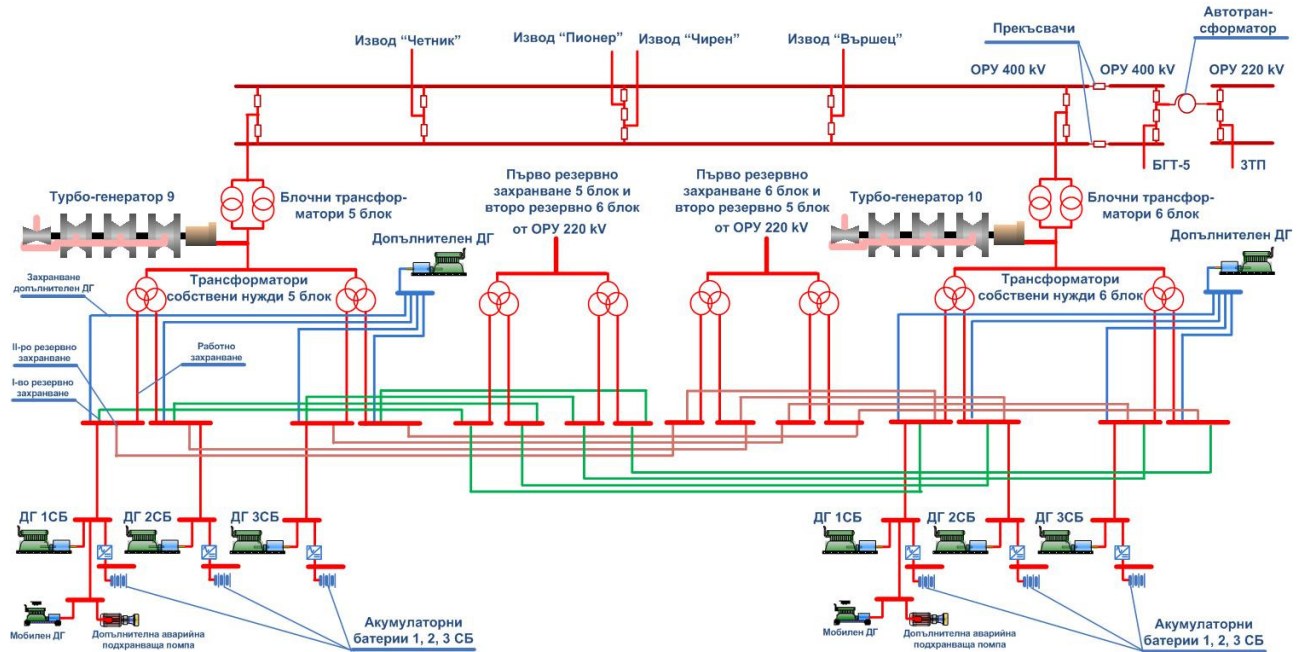
В електроенергийната система е в сила „План за възстановяване на ЕЕС след тежки аварии“. Съгласно този план при разпадане на ЕЕС се подава напрежение към АЕЦ „Козлодуй“ по 4 възможни коридора. Коридорите се захранват от източници с възможност за нулев старт – водноелектрическа централа и съседни ЕЕС. В АЕЦ „Козлодуй“ са утвърдени процедури за действие на персонала, съгласно стартирания вариант от плана за разпределяне на полученото напрежение и захранване на собствените нужди на блоковете и БПС.

Потребителите на електроенергия в АЕЦ „Козлодуй“ се делят на 3 категории, според вида на консумираната от тях електроенергия и степента на надеждност на тяхното електрозахранване:

- Потребители I категория – потребители на променлив и постоянен ток, недопускащи по условията за безопасност прекъсване на електрозахранването за повече от един полупериод - 20 ms във всички режими, включително и в режим на пълна загуба на напрежението на променлив ток от работните и резервните трансформатори собствени нужди (режим на обезточване);
- Потребители II категория – потребители на променлив и постоянен ток, които имат повишени изисквания към надеждността на електроснабдяването, и

допускащи прекъсване на електрозахранването за време, определено по условията на безопасност до 1 min (времето за пуск на ДГ и автоматичното включване на потребителите по автоматичния степенчат пуск);

- Потребители III категория – потребители на променлив ток, които нямат високи изисквания към надеждността на електрозахранването, отколкото изискванията за наличие на автоматично включване на резерв.



Фигура 2. ОРУ 400kV, 5 и 6 блок

Брегови помпени станции (БПС) и канали

През август 1974 г. са въведени в експлоатация брегова помпена станция (БПС) - 1, канал за студена и топла вода и циркуляционна помпена станция (ЦПС) - 1, заедно със системите за техническа вода на 1 и 2 блок. По-късно са изградени брегови помпени станции - 2 и 3 с общ подводящ канал и циркуляционни помпени станции - 2, 3 и 4 (за 3 и 4, 5, 6 блок съответно) с необходимите тръбопроводи, закрити слабонапорни канали, бризгални басейни и други съоръжения. Съоръженията в БПС-2 и БПС-3 са модифициран вариант на съоръженията в БПС-1, при който двигателите на помпените агрегати са поставени на по-висока кота с цел безаварийна работа при евентуалното строителство на хидровъзел Никопол – Турно Магуреле. Бреговите помпени станции (БПС) 1, 2 и 3 са разположени на равнинен терен (при километър 687 на р. Дунав) на по-ниска тераса, спрямо площадката на АЕЦ „Козлодуй“, а циркуляционните помпени станции са изградени в района на площадката на АЕЦ „Козлодуй“. Изборът на площадка е направен така, че максимално да се избегнат наносните отлагания и колебанията на речното ниво.

Водата от р. Дунав попада в подводящи канали, които я отвеждат в специално оформени авансови камери (аванкамери), намиращи се пред БПС 1, 2 и 3. Аванкамерите осигуряват плавен преход към смукателните отвори на тридесет и четири водни брегови помпи, като броят на водните помпи в експлоатация зависи от моментната мощност на централата и нивото на р. Дунав.

Изпомпаната от помпените агрегати вода, попада в изливни съоръжения, в които се намират изходящите камери на напорните тръбопроводи. Към всяка камера има метални заграждения – савачни съоръжения, служещи за пресушаване на определени участъци. Посредством самостоятелно савачно съоръжение е възможно да се подава вода от топлия канал към аванкамерите, с цел да се избегне замръзването на водата в тях през зимата.

През напорните тръбопроводи водата се подава към т.н. „студен” канал, по който гравитационно достига до циркулационните помпени станции, които осигуряват техническото водоснабдяване на ядрените съоръжения. Студеният канал е с дължина 7023 m и дълбочина 5.60 m, като има трапецовидно напречно сечение с ширина по дъното 20 m. Последният участък на студения канал, с дължина 950 m, се намира на площадката на АЕЦ ”Козлодуй” и е изцяло изграден в изкоп и разделен със сеизмично осигурена преливна преграда, предназначена да предотврати понижаването на нивото в този участък.

След като е изпълнила предназначението си, водата за техническо водоснабдяване се връща в реката по т.н. “топъл” канал. Той има дължина 6930 m, трапецовидно напречно сечение с ширина по дъното 12 m в началото и 15 m в останалата част. Проводимостта на топлия канал е $180 \text{ m}^3/\text{s}$ и зависи от котата на преливника след слабо напорните канали и нивото на водата в р. Дунав.

Аварийна помпена станция е разположена непосредствено до БПС- 2 и 3. В нея са монтирани три аварийни помпени агрегата, които в случай на загуба на външно електрозахранване чрез 2 тръбопровода $\text{Dy}500\text{mm}$ осигуряват подаването на вода в аварийния обем на „студения” канал. Загубата на водата от аварийния обем се предотвратява и от преградно съоръжение в началото на топлия канал, както и от Съоръжението за рециркулация на топла вода пред ЦПС-1.

В случай на нужда, алтернативно техническо водоснабдяване може да се осъществи от язовир „Шишманов вал”, от който водата гравитационно преминава по открит канал, а чрез водовземане от него по тръбопровод се влива в аварийния обем на студения канал.

Външното електрозахранване на БПС се осъществява от ОРУ 220 kV чрез електропроводи „Атом” и „Неутрон” и от електропровод „Хърлец” на 110 kV. Напрежението се трансформира от 220 kV или 110 kV на 6 kV и се подава към помпените агрегати на БПС.

При отпадане на електрозахранването и по трите електропровода, чрез системата за надеждно захранване се захранват отговорните потребители, които имат отношение към системите за ядрена и пожарна безопасност, както и свързаните с тях собствени нужди.

В БПС е оборудвана дизел генераторна станция, състояща се от два дизел генератора, намиращи се в постоянна готовност и имащи активна мощност 1600 kW всеки. Дизел генераторите подават електрозахранване към аварийната помпена станция която подава техническа вода в аварийния обем на студения канал. Подаваната вода може да се използва от всички циркулационни помпени станции [4][5].

В БПС са инсталирани две акумулаторни батерии. Те гарантират непрекъснатото електрозахранване на следните консуматори:

- захранване с постоянно напрежение на системите за управление, защита и сигнализация;
- технологични измервания и прибори за контрол;
- оперативно напрежение за прекъсвачи 6 kV и 0.4 kV;
- оперативно напрежение за схемите на автоматиката на ДГ;
- аварийно осветление.

1.2 ОСНОВНИ ДАННИ ЗА 3 И 4 БЛОК.

1.2.1 Основни характеристики на 3 и 4 блок

Блокове 3 и 4 на АЕЦ Козлодуй представляват водо-водни реактори с вода под налягане, тип ВВЕР-440, усъвършенстван модел 230, с два контура – първи (радиоактивен) и втори (нерадиоактивен) [13],[14].

Топлинната мощност на реакторите е 1375 MW , налягането в I контур е 12,3 MPa, а във втори - 4,4 MPa.

Датата на първа критичност на трети блок е 4 декември 1980 г., а на четвърти - 25 април 1982 г. Допълнителна информация за блоковете е представена в долната таблица:

Таблица 1.2-1: Исторически данни за 3 и 4 блок.

Характеристика	Блок 3	Блок 4
Начало на изграждане	октомври 1973	октомври 1973
Първа критичност	4 декември 1980	25 април 1982
Достигане до 100% мощност	27.01.1981	17.06.1982
Изработени горивни кампании	22	21
Окончателно спрени за извеждане от експлоатация	31 Декември 2006	31 Декември 2006

Както беше споменато, ядреното гориво и при двата блока е извадено от активната зона и се съхранява в басейните за отлежаване на касетите.

Басейн за отлежаване на касетите (БОК)

БОК представлява басейн със стелажи, служещ за безопасно съхранение на отработено и облъчено ядрено гориво. Басейнът се състои от бетонна конструкция, облицована с неръждаема стомана, разделена от преграда на два отсека - обем, в който са разположени стелажите и универсално гнездо за междинно разполагане на контейнер за свежото или отработеното ядрено гориво. Отработените касети престояват в БОК минимум три години, с цел понижаване на остатъчно енергоотделяне до допустимите граници, позволяващи тяхното транспортиране.

1.2.2 Системи, осигуряващи или поддържащи основните функции на безопасност

1.2.2.1 Управление на реактивността

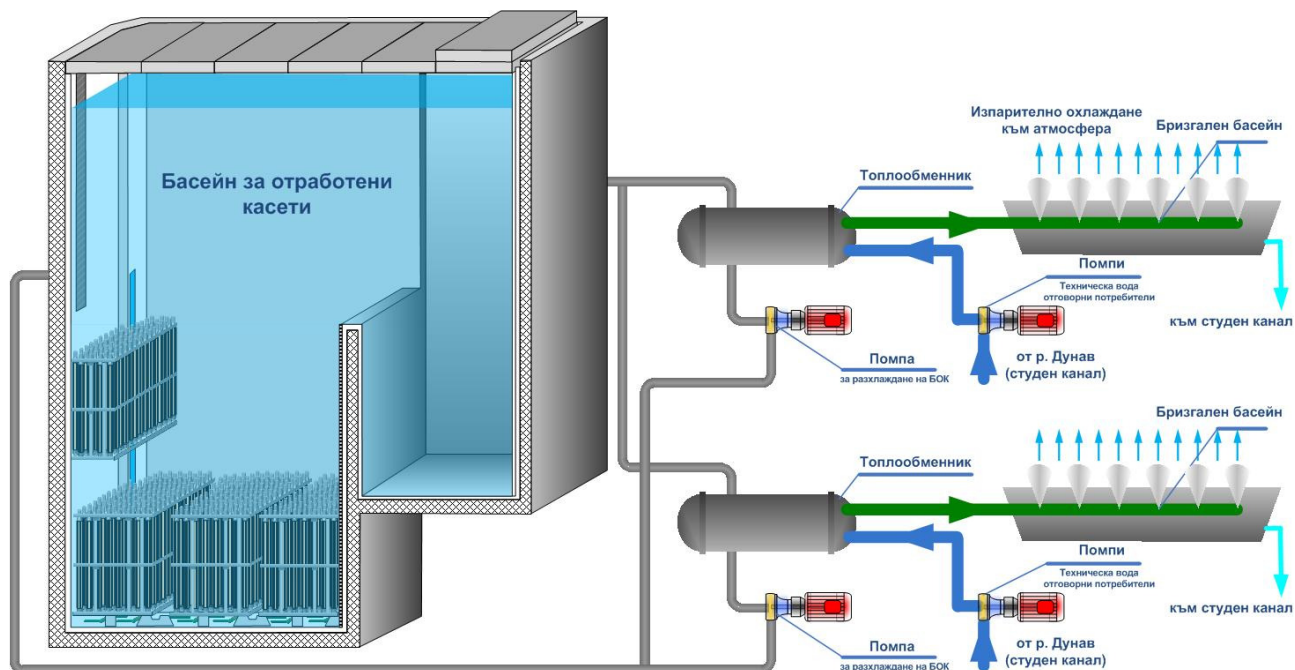
Геометрията на разположение на касетите в стелажите в БОК (стъпка между касетите), осигурява подкритичност на горивото в касетите, минимум 5%, дори и в случай на запълване на БОК с небориран водни разтвори при всички температурни състояния на разтвора.

1.2.2.2 Топлоотвеждане от БОК към крайния погълтител

Основната схема за отвеждане на топлината от касетите се осъществява чрез водата в БОК, чиято топлина се предава посредством топлообменници за разхлаждане към техническа вода отговорни потребители, а оттам и към крайния погълтител, река Дунав.

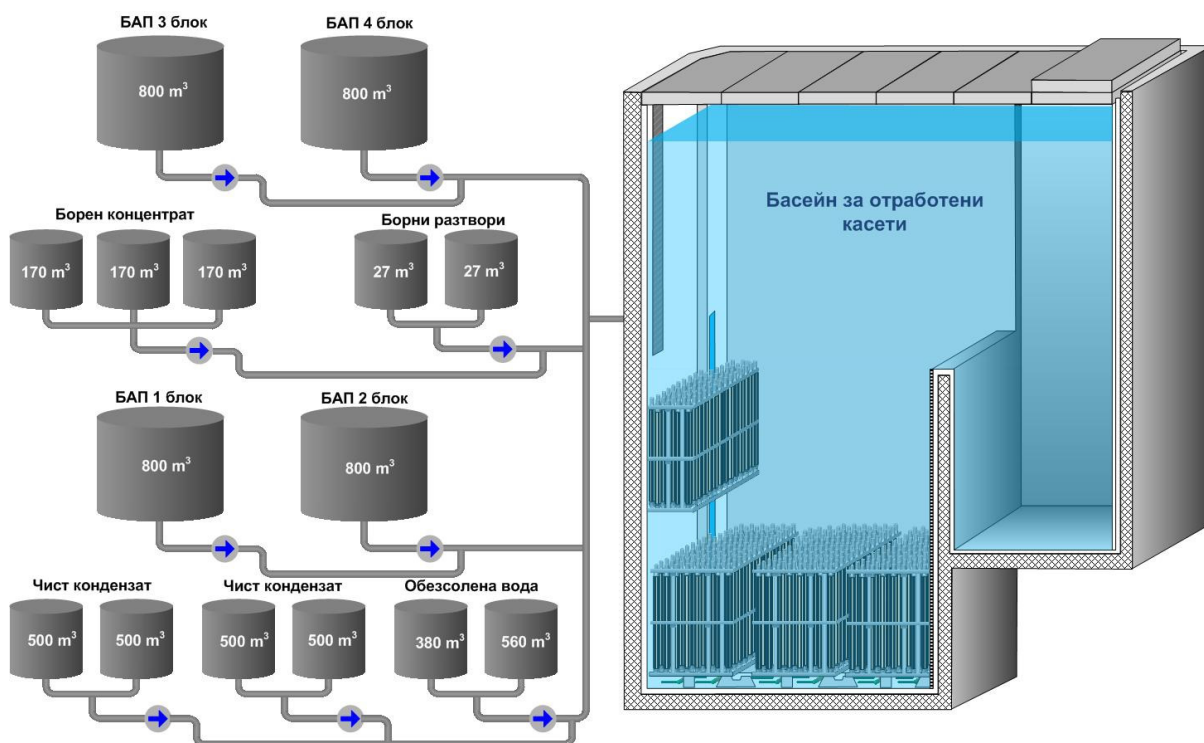
Системата за охлаждане включва две помпи за разхлаждане на басейна през два топлообменника. Тези съоръжения оформят два независими канала за охлаждане на водата - схемата е показана на фигура 3. Всеки един от тях има капацитет за изпълнение на функцията 100%. Помпите за разхлаждане на басейна са предназначени да осъществяват циркулация на разтвора през топлообменниците за разхлаждане. Топлообменниците се охлаждат с техническа вода от системите за безопасност, помпите са надеждно захранени от дизелгенератори.

Схемите за топлоотвеждане са разполагаеми през цялото време, докато има гориво в БОК. Съгласно технологичния регламент [15][16] съществуват строги времеви ограничения за неработоспособност на един топлообменник или една помпа от схемите за топлоотвеждане.



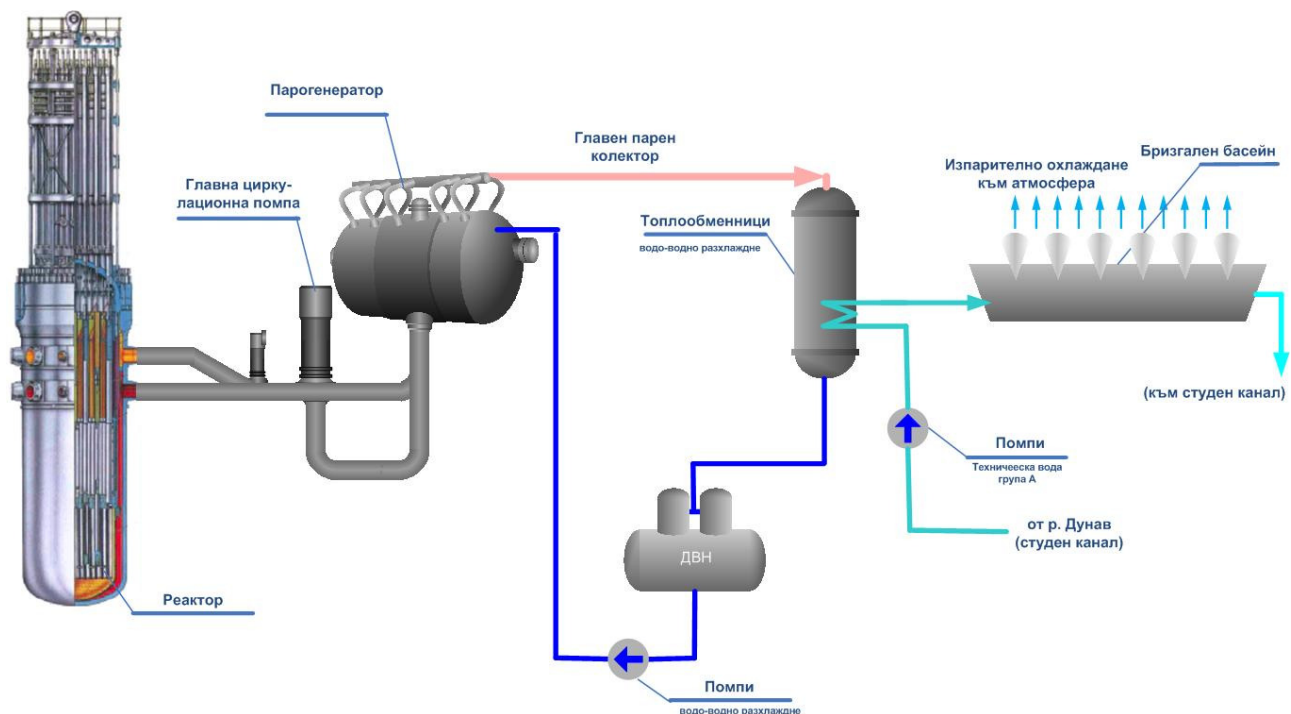
Фигура 3. БОК на 3 и 4 блок

При неработоспособна система за разхлаждане, се осигурява чрез други методи (пълнене и поддрениране) или чрез непроектни схеми за разхлаждане (по разработени процедури) поддържане на температурата в БОК (фигура 4). При обезточване е осигурено електрозахранване на поне една помпа за разхлаждане и една помпа за запълване на басейна. При загуба на канали за охлаждане от даден блок, или значителна загуба на топлоносител от БОК на единия или другия блок, има възможност за използване на схеми за подаване на вода за БОК и за разхлаждане от съседен блок.



Фигура 4. Алтернативни източници на запълване на БОК 3 и 4 блок

В аварийни случаи и по специално разработени процедури, горивото от БОК може да бъде върнато обратно в реакторната инсталация, така че да се осигури неговото охлаждане. В този случай, за дългосрочно разхлаждане се използва системата за планово разхлаждане в режим на водо-водно разхлаждане и на рециркулация. По тази схема един или два ПГ са запълнени с вода, която се охлажда в технологични кондензатори и се влива в деаератора, откъдето с разхлаждащи помпи се връща отново към ПГ, участващи в разхлаждането. Техническа вода отговорни потребители охлажда технологичният кондензатор, така че при тази схема краен погълтител е река Дунав. Схемата е показана на фигура 5.



Фигура 5. Краен погълтител на топлина на 3 и 4 блок

Консуматорите на електроенергия, свързани с осигуряване на безопасността на горивото в БОК, по проект са запазени с нормално и резервно електрозахранване от блочните електроразпределителни системи. Електрозахранването на разхлаждащите помпи е от II категория. При загуба на външно захранване, дизелгенераторите осигуряват аварийното им електрозахранване.

Допълнително, на разхлаждащите помпи е осигурено резервно ел.захранване от независим дизелгенератор на допълнителната система за аварийно подхранване на парогенераторите (ДСАПП), а така също от мобилен ДГ.

При пълна невъзможност за охлаждане посредством техническа вода отговорни потребители, може да бъде осигурено разхлаждане от противопожарна станция-2, по линията на допълнителната система за подхранване на парогенераторите, осигурена да работи 7 денонощия в режим на пълна автономност.

1.2.2.3 Промениливо-токово електрозахранване собствени нужди

Разпределение на електрозахранване собствени нужди

Връзката на 3 и 4 блок с ЕЕС е осъществена с пусково-резервен трансформатор, присъединен към ОРУ 220 kV чрез въздушна линия.

Собствените нужди на 3 и 4 блок на АЕЦ „Козлодуй“ се запазват от комплектни разпределителни устройства с напрежение 6 kV и 0,4 kV и силови сборки 0,4 kV. Оборудването от разглежданите системи, е разположено в специални помещения, защитени

от вътрешни (пожари, наводнения) и външни въздействия, с помощта на многобройни подобрения в проекта, насочени към повишаване на тяхната устойчивост.

Резервно електрозахранване

Собствените нужди на блокове 3 и 4 се захранват от ЕЕС, от ОРУ 220 kV чрез резервен трансформатор. При необходимост, собствените нужди на блоковете могат да бъдат захранени от ОРУ 400 kV, чрез собствените им блочни трансформатори и трансформатори собствени нужди.

Аварийно електрозахранване

При загуба на основно и резервно електрозахранване, потребителите получават аварийно електрозахранване в зависимост от категорията по важност, към която спадат. Потребители първа категория са подвързани към секции, които остават захранени без прекъсване чрез инвертори от акумулаторните батерии на съответните канали на безопасност. Потребителите втора категория са свързани към т.н. „дизелни” секции.

При загуба на външно електрозахранване дизелгенераторите осигуряват аварийното електрозахранване. Запасите от горивосмазочни материали осигуряват работа на всички ДГ за време не по-малко от 4 дни.

Оборудването, свързано с осигуряване на аварийно електрозахранване е разположено в специални помещения. Те са защитени от вътрешни (пожари, наводнения) и външни въздействия както с помощта на проектни решения за физическо разделяне, конструкция на помещенията и др., така и чрез многобройни подобрения в проекта, насочени към повишаване на тяхната устойчивост срещу вътрешни и външни опасности. Всеки аварийен дизелгенератор е разположен в отделен отсек на дизелгенераторната станция. Отсеците, в които са разположени отделните дизелгенератори, са разделени с противопожарни стоманобетонни стени. Вратите между отсеците са противопожарни и уплътнени.

При загуба на аварийното електрозахранване на даден блок, е възможно да се осигури такова от съседен блок, като за целта са осигурени технически и организационни мерки. Запасите от гориво-смазочни материали осигуряват работа на всички дизелгенератори за време не по-малко от 4 дни, като за това време се организира доставка на допълнителни количества.

Алтернативни източници на електрозахранване

Допълнителни стационарни дизелгенератори

Допълнителните източници на електрозахранване са 4 бр. дизелгенератори, които са част от допълнителната система за аварийно подхранване на парогенераторите. Системата е сеизмично квалифицирана и може да осигури дългосрочно (до 7 денонощия) разхлаждане на горивото в реактора или в БОК.

Потенциални връзки и схеми със съседни блокове.

Секции резервно захранване на 3 и 4 блокове са свързани помежду си, така че е възможно подаване на електрозахранване от съседен блок по резервно захранване.

Мобилни източници на електрозахранване.

Още един алтернативен източник на електрозахранване представлява мобилния дизелгенератор, разположен на площадката с възможност да захранва важно за безопасността оборудване, имащо отношение към поддържане на реактора и БОК в безопасно състояние.

Мобилният дизелгенератор е с номинална мощност от 1100 kW и може да бъде подвързан към една предварително избрана секция 6 kV надеждно захранване.

Готовност за използване на алтернативните източници за електрозахранване.

В АЕЦ Козлодуй са разработени специални процедури за действие като персоналят е обучен и периодично се провеждат тренировки за използване на алтернативните източници

на електрозахранване. Мобилния дизелгенератор се намира в състояние на готовност. Платформата на мобилния дизелгенератор с монтираното на нея оборудване се съхранява в специално изградено хале.

1.2.2.4 Постояннотоково електрозахранване

Всеки канал на системите за безопасност разполага с акумулаторни батерии, които са независим източник на постоянен ток за потребители I категория надеждно захранване. Те са с капацитет 1751 Ah.

Оригиналният проект на блокове 3 и 4 предвижда триканална структура на системите за променливотоково и правотоково аварийно електрозахранване, с капацитет на каналите 3x100% и пълно разделение между тях. Всеки канал се състои от дизелгенератор, акумулаторна батерия на дизелгенератора, 6 и 0.4 kV променливотокови секции надеждно електрозахранване с трансформатор между тях, токоизпровител, инвертори, акумулаторна батерия, щит за постоянен ток. Всеки канал е физически разделен и независим, като са инсталирани допълнителни мерки за защита срещу външни и вътрешни опасности.

Съществува взаимно резервиране и подзаряд между акумулаторните батерии на дизелгенераторите и системите за безопасност. Създадени са допълнителни връзки позволяващи резервиране и подзаряд на акумулаторните батерии от всички секции надеждно електрозахранване I категория или от секции надеждно електрозахранване - II категория. Блочните акумулаторни батерии от секции надеждно електрозахранване - I категория и акумулаторните батерии в дизелгенераторна станция 2 имат еднакъв капацитет, което позволява взаимно резервиране при аварийни ситуации.

1.3 ОСНОВНИ ДАННИ ЗА 5 И 6 БЛОК

1.3.1 Основни характеристики на 5 и 6 блок

Всеки енергоблок е с инсталирана мощност 1000 MWe и включва реакторна инсталация с реактор ВВЕР-1000/В-320, турбогенераторна инсталация с турбина К-1000/60-1500-2 и електрически генератор ТВВ-1000-4У3.

ВВЕР-1000/В-320 е хетерогенен водо - воден енергиен реактор на топлинни неутрони, корпусен тип. Топлоносител и забавител в първи контур е химически обезсолена вода с разтворена в нея борна киселина, чиято концентрация се променя в процеса на експлоатация.

Активната зона включва 163 горивни касети, всяка от които е съставена от 312 топлоотделящи елемента. Налягането в първи контур е 15.7 МПа, температурата на водата на входа в реактора е 288°C.

Горивото е ниско обогатен уранов диоксид, с обогатяване до 4.4 % концентрация на ²³⁵U. Топлоносителят на първи контур се нагрява, преминавайки през активната зона на реактора. След това отива в парогенераторите, където топлината се предава на водата на втори контур.

Таблица 1.3-1: Основни характеристики на 5 и 6 блок.

ХАРАКТЕРИСТИКА	СТОЙНОСТ
топлинна мощност на реактора	3000 MW
електрическа мощност на блока	1000 MW
к.п.д. (брuto) на блока	34,17 %
налягане на I контур	15.7 МПа
налягане по II контур	6.27 МПа

Таблица 1.3-2: Исторически данни за 5 и 6 блок.

НАИМЕНОВАНИЕ	БЛОК 5	БЛОК 6
Начало на строителството	09.07.1980	01.04.1982
Физически пуск – първа критичност	05.11.1987	29.05.1991
Излизане на 100% мощност	21.06.1988	13.08.1992
Приет в експлоатация	23.12.1988	30.12.1993

Басейн за отлежаване на касетите.

Басейнът за отлежаване на касетите (БОК) служи за съхранение и отлежаване на отработено гориво (до намаляване на остатъчното топлоотделяне до допустимо ниво). Вместимостта му е 612 бр. касети и осигурява отлежаване на отработеното гориво в продължение на не по-малко от три години (глава 9 от [4],[5]). Оборудван е със стелажи за уплътнено съхранение на гориво и се състои от 4 части – три отсека, предназначени непосредствено за съхранение на отработени горивни касети и универсално гнездо за провеждане на транспортни операции със свежо и отработено гориво. В него се поставят както транспортния контейнер за отработено ядрено гориво, така и контейнерите със свежо ядрено гориво и с хермопенали. Зоната за зареждане на транспортни контейнери е отделена от зоната за съхранение на отработените касети, така че, в случай на падане на контейнера, да не се повредят топлоотделящите елементи или да не се намали защитното ниво на борен разтвор над касетите.

Ограждащите конструкции на БОК са предназначени за удържане на охлаждащия борен разтвор (който може да съдържа радиоактивни продукти), а също и за отслабване на йонизиращото лъчение. Те представляват железобетонни стени с двойна метална херметична облицовка с дренажи за контрол на евентуални течове.

1.3.2 Системи, осигуряващи или поддържащи основните функции на безопасност

В проекта на системите и оборудването, важни за безопасността, са използвани проектни решения, базирани както на активен, така и на пасивен принцип на действие. Заложени са принципа на безопасния отказ и свойствата на вътрешната самозащита (саморегулиране, топлинна инертност, обратна връзка по реактивност, естествена циркулация на топлоносителя) и други естествени процеси.

Специфичните технически решения, приложени към системите за безопасност са: многоканална структура (резервираност), физическо разделяне и разнообразие. Комбинацията от тези решения осигурява на системите за безопасност устойчивост към откази по обща причина .

1.3.2.1 Управление на реактивността

Контролът и управлението на реактивността както по време на работа на реактора така и при спрян реактор се осъществява посредством два независими принципа на действие:

- преместване на органите за регулиране по височина на активната зона;
- изменение концентрацията на разтворената борна киселина в топлоносителя на I контур.

В режими на нормална експлоатация, подкритичността на активната зона при спрян и уплътнен реактор в горещо състояние, разхлаждане от горещо към студено състояние и спиране за ремонт, се осигурява от въведените в активната зона органи за регулиране и системата за продухване и подхранване на I-ви контур.

След спиране на реактора чрез изменение концентрацията на борна киселина (H_3BO_3) се компенсира изменението на реактивността, свързано с разпадането на ксенона и разхлаждането на топлоносителя до студено състояние, а така също се осигурява нужната подкритичност при презареждане на горивото, която е не по-малка от 2 % (при напълно извлечени органи за регулиране на системата за управление и защита).

При аварийни ситуации със загуба на външно електрозахранване и/или изолиране на СХО, подкритичността на активната зона се осигурява от въведените органи за регулиране, системата за аварийно въвеждане на борен разтвор в активната зона – високо и средно налягане и системата за аварийно разхлаждане на активната зона.

При авария с голяма загуба на топлоносител, подкритичността на активната се осигурява от система САОЗ - пасивна част, системата за аварийно въвеждане на борен разтвор в активната зона – високо и средно налягане и системата за аварийно разхлаждане на активната зона.

Системи за бързо управление на реактивността

Системата за управление и защита на реактора има следните основни защитни функции:

- аварийна защита на реактора;
- бързо редуциране на мощността на реактора при изключване на основно оборудване на блока;
- разтоварване и ограничаване на мощността на реактора при изключване на основно оборудване на блока;
- оперативно регулиране на мощността на блока.

Органите за регулиране на системата са конструирани така, че при нормална експлоатация те се поддържат в крайно горно или междинно положение от електромагнити. В случай на сработване на Аварийната защита или при обезточване на системата по каквато и да е причина, електромагнитите освобождават органите за регулиране и те навлизат в активната зона под действието на гравитацията, т.е. реализирано е пасивно задействане на защитата.

Ефективността на аварийната защита е избрана на базата на необходимостта от компенсиране на бързите изменения на реактивността, свързани с привеждане на реактора в подкритично състояние от което и да е ниво на мощност, отчитайки намаляването на ефективността в резултат на постулираното “засядане” в крайно горно положение на максимално ефективния орган за регулиране и използването на останалите за оперативно регулиране и изравняване на полето на енергоотделяне, осигурявайки подкритичност не по-ниска от минималната допустима (изисквана) стойност, равна на 0.01 $\Delta k/k$, т.е. 1% (глава 4 от [4],[5]).

В проекта е предвидено движение на органите за регулиране с постоянна скорост 2 cm/s и падането им по сигнали на аварийната защита за време не повече от 4 s.

Системи за плавно управление на реактивността

Към системите за плавно управление на реактивността се отнасят всички системи, които въздействат върху реактивността посредством промяна на концентрацията на борна киселина в I-ви контур. Те са както системи за нормална експлоатация, така и системи за безопасност.

Системи за нормална експлоатация, използвани за управление на реактивността.

Система за подхранване-продухване на I-ви контур.

Една от основните функции на системата е извършване на оперативно регулиране на концентрацията на борна киселина в I-ви контур и по този начин прецизно регулиране на

мощността на реактора. Системата може да бъде използвана както при режими на нормална експлоатация, така и при аварийни режими, при които СХО не е изолирана. При загуба на външно електрозахранване, за да бъде използвана системата е необходимо да работи допълнителният дизел-генератор и поне един канал на системите за безопасност. Чрез система подхранване-продухване на I-ви контур се извършва извеждането на борна киселина от I-ви контур по време на извеждане на реактора в критично състояние, при увеличаване на мощността, при компенсиране на отравянето и др. процеси, свързани с плавно внасяне на положителна реактивност. Чрез системата се извършва също въвеждане на борна киселина в режим на понижаване на товара или заглушаване на реактора, при компенсиране на отравянето на реактора и др. режими, свързани с плавно внасяне на отрицателна реактивност.

Система борен концентрат – подава разтвор на борна киселина с концентрация 40 g/kg на смукателната страна на подхранващите помпи в режим на увеличаване на концентрацията на борна киселина в първи контур.

Система боросъдържаща вода в реакторно отделение - събира топлоносителя, който се извежда от I-ви контур, съхранява и подава в I-ви контур топлоносител със стоянъчна концентрация на борната киселина.

Системи за безопасност, използвани за управление на реактивността.

Система за аварийно въвеждане на бор – високо налягане.

Системата е предназначена за аварийно подаване на разтвор на борна киселина в I-ви контур, с концентрация 40 g/kg, в случай на загуба на външно електрозахранване или в случай на невъзможност за подаване на борна киселина през система подхранване и продухване на I-ви контур и необходимост от заглушаване на реактора при високо налягане в първи контур (9-18 МРа).

Система за аварийно въвеждане на бор – средно налягане.

Системата е предназначена за аварийно подаване на разтвор на борна киселина в I-ви контур с концентрация 40 g/kg в случай на загуба на външно електрозахранване или в случай на невъзможност за подаване на разтвор на борна киселина през система подхранване и продухване на I-ви контур и необходимост от заглушаване на реактора при средно налягане в първи контур (под 11 МРа).

Системи, осигуряващи подкритичност на активната зона при разуплътнен реактор

При разуплътнен реактор и наличие на гориво в активната зона, преди и след презареждане, подкритичността на активната зона се осигурява от намиращите се в горивото органи за регулиране и разтвора на борна киселина, с концентрация ≥ 16 g/kg, циркулиращ в първи контур и системата за аварийно и планово разхлаждане. Материалният баланс на топлоносителя може да се поддържа чрез разтвор на борна киселина от резервоара за аварийно подхранване на I-ви контур (БАП).

По време на презареждане на горивото, материалният баланс на цялата система, състояща се от БОК, реактор, първи контур и система за аварийно и планово разхлаждане, се поддържа с разтвора на борна киселина, с концентрация ≥ 16 g/kg чрез системите за филтърно почистване на водата от БОК или система боросъдържаща вода в реакторно отделение.

Подкритичността на горивото по време на всички етапи на престоя за презареждане се обезпечават посредством изпълнение на мерки за непопадане на чист кондензат в контура на реактора и БОК, както и извършване на автоматичен и ръчен физико-химичен контрол на състава на топлоносителя.

Системи, осигуряващи подкритичност на басейна за отработени касети.

Подкритичност на отработилото гориво в БОК не по-малка от 5% се осигурява чрез: надеждното дистанциониране на клетките за съхранение в течение на целия срок на експлоатация на БОК; използване на хомогенен погълтател във водата на БОК с разтвор на

борна киселина с концентрация 16 g/kg; използване на ефективни неподвижни хетерогенни поглътители, които не губят свойствата си в процеса на експлоатация. Клетките за касетите са изработени от борирана неръждаема стомана. Поглъщащата способност (при изгаряне на ^{10}B и намаляване на дебелината на стената за сметка на корозията) на клетките на стелажите се запазва в продължение на целия срок на експлоатация.

Поддържането на нивото и водно-химичния режим на БОК се осигурява от системата за почистване на водата от БОК. При отлежаване на горивото, нивото се поддържа на кота +28.8 m, като при това общият им обем е 585 m³. В режим на презареждане, БОК е свързан с шахтата за презареждане и нивото на водата се поддържа на кота +36.2 m, за което е необходим допълнителен обем вода (около 1400 m³), осигуряван от системата за почистване на водата от БОК .

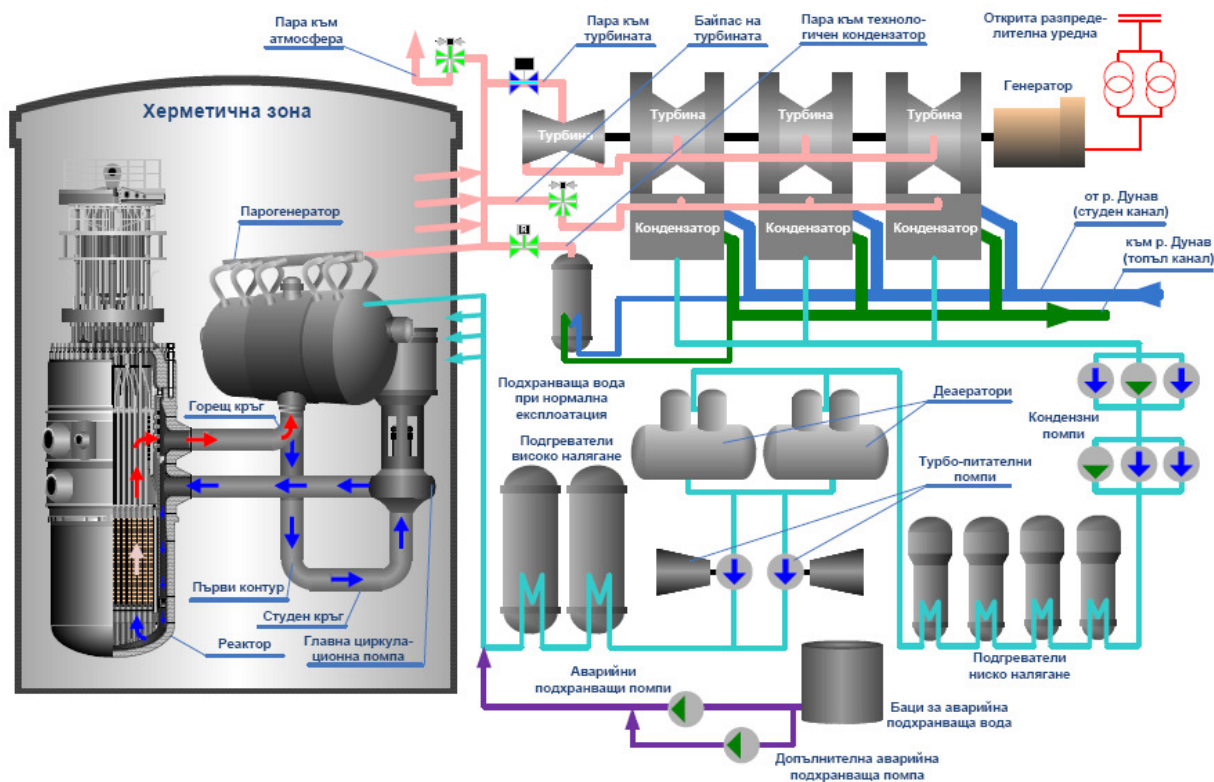
1.3.2.2 Топлоотвеждане от реактора към краен поглъtitел

Схемите за топлоотвеждане могат да бъдат разделени основно на 2 типа:

- Отвеждане на топлината до крайния поглъtitел – р. Дунав;
- Отвеждане на топлината до крайния поглъtitел – атмосферата.

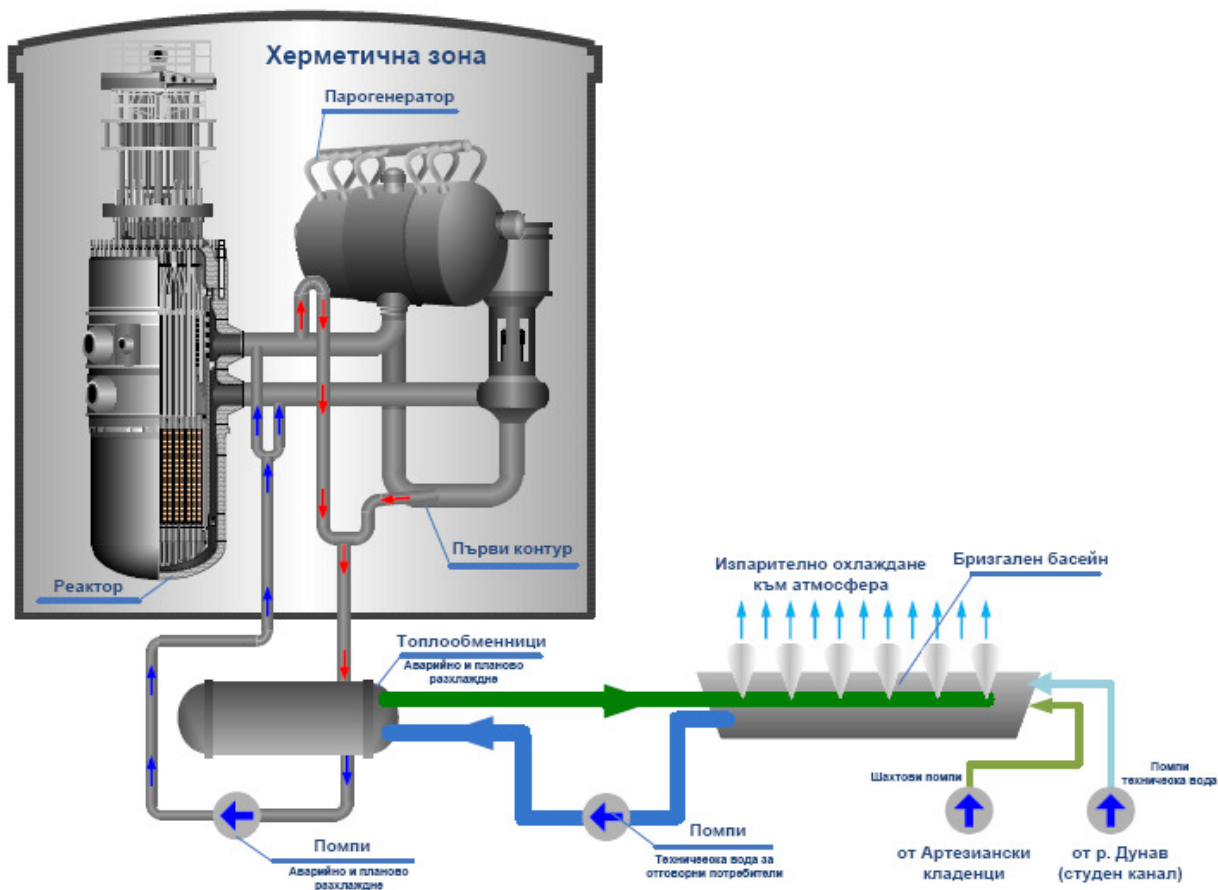
Основен краен поглъtitел на топлината от реакторите на блокове 5 и 6 се явява водата на река Дунав. При загуба на основеният краен поглъtitел са предвидени системи за отвеждане на топлината към краен поглъtitел на топлина – атмосферата.

Отвеждането на топлината към основния краен поглъtitел се обезпечава от Система циркуляционна вода, като топлината се предава чрез кондензатора на турбината, посредством охлаждане на постъпващата в него пара, към циркуляционната вода, която от своя страна се връща обратно в р. Дунав - схемата е показана на фигура 6. Този процес се използва както по време на работа на блока, така и при спряла турбина при температура на I-ви контур до около 120°C. В случай на загуба на основния поглъtitел на топлина – р. Дунав, може да се прибегне към използването на краен поглъtitел – атмосферата. Това може да стане чрез отвеждане на топлината от парогенераторите към атмосферата, посредством изхвърляне на пара през БРУ-А. В този случай парогенераторите могат да бъдат подхранвани от системата за подхранваща или аварийна подхранваща вода.



Фигура 6. Отвеждане на топлина към краен поглъtitел, 5 и 6 блок

При понижаване на температурата на I-ви контур под 120°C, единственият начин на разхлаждане остава т.нар. водо-водно разхлаждане, което от своя страна използва като краен погълтател на топлина атмосферата. Отнемането на топлина от реактора се осъществява чрез системата за аварийно и планово разхлаждане на активната зона към системата за техническа вода за отговорни потребители, която циркулира по затворен контур и отдава топлината от реактора към атмосферата чрез бризгални басейни (Фигура 7).



Фигура 7. Водо-водно разхлаждане

Системи за топлоотвеждане.

Системи за топлоотвеждане към основния краен погълтател.

Система циркуляционна вода - служи за подаване на охлаждаща вода към кондензаторите на турбината, изпомпвайки я от студения канал (вода от река Дунав) и отвеждане на загрялата вода след кондензатора към топлия канал.

Система БРУ-К - предназначена е за отвеждане на топлината от ПГ директно към кондензатора при режими на пускане, спиране или преходни режими с рязко намаляване на товара, когато мощността на турбината е по-ниска от мощността на реактора т.е. при парно разхлаждане на I-ви контур и температура над 120°C.

Система подхранваща вода на ПГ.

Системата за подхранваща вода е предназначена за подаване на вода към парогенераторите във всички режими на нормална експлоатация, преходни режими и отклонения от нормалната експлоатация, в които са разполагаеми системите в машинна зала, (глава 6 от[4],[5]).

Подхранващата вода от двата деаератора се подава към парогенераторите чрез две групи помпи:

- Две задвижвани от турбини помпи, предназначени да работят при работа на реакторната установка на мощност над $6-7\%N_{nom.}$;
- Две спомагателни електро помпи, предназначени за работа при преходни режими при мощност под $6-7\%N_{nom.}$.

Система аварийна подхранваща вода на ПГ- защитна система за безопасност, предназначена за подаване на подхранваща вода към парогенераторите при загуба на външно електрозахранване или при нарушаване на нормалното подаване на подхранваща вода в парогенераторите. Системата се състои от три независими канала.

Система алтернативна подхранваща вода на ПГ- система за управление на надпроектни аварии, предназначена да осигури подаването на подхранваща вода към парогенераторите в условията на пълна загуба на променливотокови източници с цел осигуряване на надеждно отвеждане на остатъчното енергоотделяне от активната зона в течение на не по-малко от 24 h, (глава 12 от [4],[5]). Електрозахранването на помпата и КИП се съществува от мобилен дизел-генератор. Срукателният тръбопровод на помпата е присъединен чрез тройник към срукателния тръбопровод на помпата на първи канал на системата за аварийно подаване на подхранваща вода в парогенераторите. Свързването на помпата се осъществява чрез един ръчен вентил. Напорният тръбопровод е присъединен към напорния колектор на помпата на първи канал на системата за аварийно подаване на подхранваща вода в парогенераторите.

Системи за топлоотвеждане към алтернативния краен погълтител

Система техническа вода за отговорни потребители.

Системата служи за подаване на вода към потребителите на системите за безопасност. Тя включва в себе си бризгални басейни, които отвеждат топлината към атмосферата, помпи и тръбопроводи към топлообменниците. Системата е осигуряваща система за безопасност и се състои от три независими канала като всеки един от каналите осигурява 100% функциите на системата.

Система аварийно и планово разхлаждане – ниско налягане.

Системата за аварийно и планово разхлаждане на активната зона - ниско налягане, съчетава функциите на защитна система за безопасност и система за нормална експлоатация (глава 12 от [4],[5]) . Системата е предназначена за:

- аварийно разхлаждане на активната зона на реактора и следващо продължително отвеждане на остатъчната топлина от активната зона при аварийни условия, свързани с изтичане от първи контур, включително разкъсване на главен циркуляционен тръбопровод, като осигурява подаване в първи контур на разтвор от борна киселина с концентрация повече от 16 g/kg с разход $250-300 \text{ m}^3/\text{h}$ при налягане в първи контур $\leq 2.16 \text{ MPa}$ и $700-750 \text{ m}^3/\text{h}$ при атмосферно налягане в първи контур.
- планово разхлаждане на първи контур по време на спиране на реактора и отвеждане на остатъчната топлина от активната зона при ремонт и презареждане на горивото.

Системата е защитна система за безопасност и се състои от три независими канала като всеки един от каналите осигурява 100% функциите на системата.

Система БРУ-А.

Системата от бързи редуциращи устройства към атмосфера е предназначена за изхвърляне на пара от главни паропроводи към атмосферата. Отвежда топлината от ПГ директно към атмосферата при парно разхлаждане на I-ви контур. Система БРУ-А се

използва когато система БРУ-К е неработоспособна. Използването и изисква компенсиране на голямо количество вода в системите за подхранване на ПГ. Подхранването на ПГ при работа на БРУ-А става от системите за подхранваща вода, изброени в предходната точка.

Система за аварийно подаване на бор – средно налягане.

Това е защитна система за безопасност, предназначена за аварийно подаване в първи контур на разтвор на борна киселина с начална концентрация 40 g/kg и разход повече 130 m³/h, при аварийни условия със съхранено високо налягане в първи контур (≤ 11 МРа), а също така за компенсиране на течове в режими с разгерметизиране на първи контур.

С помощта на системата, както и с помощта на всички останали системи, подаващи борен разтвор към I-ви контур, може да бъде реализирано отвеждане на топлина от първи контур съгласно процедурата “подхранване-продухване” (feed and bleed).

Система за аварийно охлаждане на активната зона – пасивна част.

Системата САОЗ - пасивна част е защитна система (глава 12 от [4][5]) за безопасност, предназначена за заливане на активната зона при авария с голяма загуба на топлоносител, когато налягането в първи контур стане по-ниско от 5.9 Мра.

Концентрацията на борна киселина в хидроакумулаторите е 16 g/kg и осигурява подкритичност в активната зона на реактора. Системата е проектирана така, че обемът на разтвора с борна киселина в три хидроакумулатора (от четири инсталирани) да е достатъчен при възникване на двустранно разкъсване на главен циркуляционен тръбопровод, за разхлаждане на активната зона до включване на помпите за планово и аварийно разхлаждане на първи контур.

Разполагаемост на схемите за топлоотвеждане и мерки за удължаване работоспособността на системите

Оборудването и тръбопроводите на всички канали от системите за безопасност са физически разделени и защитени от външни въздействия., Каналите на системата за техническо водоснабдяване на отговорни потребители са пространствено разделени. Източниците на електрозахранване и запасите от работна среда и охлаждаща вода обезпечават автономност на системите за безопасност не по-малко от 72 часа.

Електрозахранване на системите за топлоотвеждане с променлив и постоянен ток

Електрозахранването на активните компоненти за всеки канал на системите за безопасност се обезпечават от съответния канал на системата за надеждно електрозахранване I и II категория.

Оборудването, което не може да бъде обезточвано за време повече от 20 ms се захранва от I-ва категория електрозахранване т.е. от акумулаторни батерии. За 5 и 6 блок е доказано, че една акумулаторна батерия на канал на система за безопасност може да издържи при пълен товар над 10 часа.

Капацитетът на резервоара за съхранение на гориво на всеки аварийен дизел-генератор е 100 m³ и позволява работа 72 часа при пълен товар .

Електрозахранването на системите за нормална експлоатация е III категория като при загуба на външно електрозахранване те могат да се захранят от допълнителния дизел-генератор ръчно, по специална процедура.

Системата за алтернативно подхранване на парогенераторите се захранва от мобилния дизелгенератор, [18][19].

Алтернативни схеми и оборудване за охлаждане.

Освен системата за алтернативно подхранване на парогенераторите, на блокове 5 и 6 съществуват и други средства за реализиране на алтернативни схеми за охлаждане на

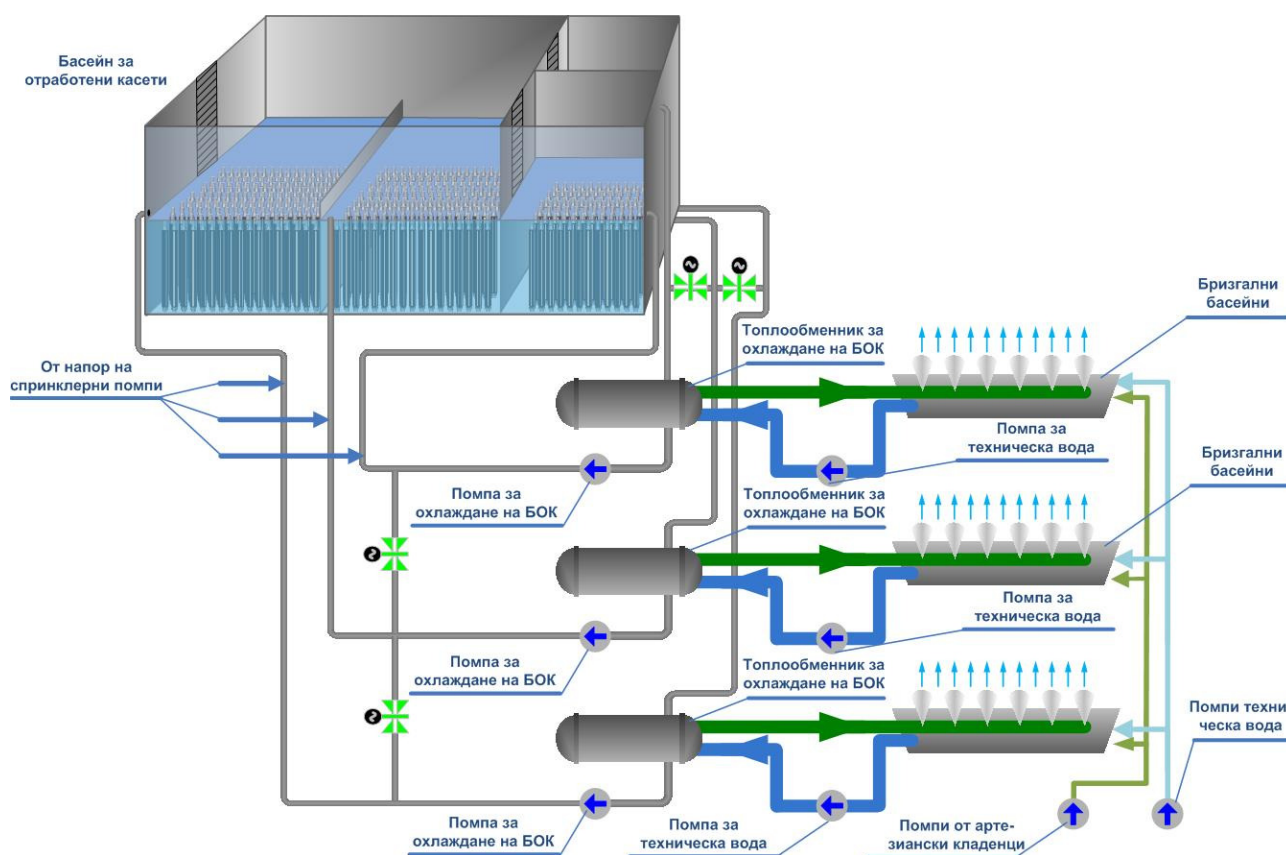
активната зона при надпроектни аварии. Предвидена е възможност за подаване на техническа вода от аванкамерите на ЦПС-3,4 към първи канал на система техническо водоснабдяване на отговорни потребители с дизел-помпите за подхранване на бризгалните басейни.

В допълнение са разработени процедури и е обучен персонал за изпълнение на процедурата “подхранване-продухране” (feed and bleed) по първи контур.

1.3.2.3 Топлоотвеждане от басейните за отработени касети към крайния погълтител

Във всички проектни режими с изключение на режимите с изолиране на хермозоната, горивото в БОК се охлажда от системата за охлаждане на БОК, чиито топлообменници се охлаждаат от системата за техническо водоснабдяване на отговорни потребители.

Системата за охлаждане на БОК се състои от три канала, всеки от които включва помпа, топлообменник, тръбопроводи и арматура (фигура 8). Помпите, топлообменниците и оборудването на всеки канал на системата за охлаждане на БОК са разположени в отделни помещения. Електрозахранването на активните компоненти за всеки канал на системата за охлаждане на БОК се осъществява от съответния канал на системата за надеждно електрозахранване I и II категория. Каналите са съединени помежду си с връзки на смукателните и напорни тръбопроводи, които позволяват осъществяването на превключване от един канал на друг в случай на отказ на някой от тях. На напорните и смукателните тръбопроводи са поставени по три локализиращи бързодействащи арматури, едната от които се намира в хермозоната. Всеки топлообменник на системата се охлажда от съответния канал на системата за техническо водоснабдяване за отговорни потребители. Всеки канал на системата може да осигури отвеждане на остатъчното топлоотделяне от басейна във всички режими на работа на блока.



Фигура 8. БОК 5 и 6 блок

В режим на съхранение на горивото има достатъчен резерв от време, позволяващ в случай на отказ на един канал да се осигури надеждно отвеждане на остатъчното топлоотделяне от горивото. Включването на резервния канал се прави от оператора дистанционно от БЩУ.

В аварийни режими с изолиране на хермозоната отвеждането на остатъчното топлоотделяне на съхраняваното гориво може да стане по два начина: чрез изпаряване на водата от басейна и чрез подаване на вода към басейна от спринклерна система.

В аварийни режими с изолиране на хермозоната локализиращата арматура на напорните и смукателните тръбопроводи на системата за охлаждане на БОК затварят и системата не работи. Напорните тръбопроводи на системата са свързани с напорните тръбопроводи на спринклерна система като арматурите, разположени на тези линии са непрекъснато затворени. При повишаване на налягането в хермозоната (когато локализиращите клапани са затворени) автоматично се сменя забраната за отваряне на тези арматури и разхлаждането на БОК става посредством подаване на вода от напора на спринклерни помпи и преливане на тази вода към БАП. Възможно е да се стигне до изпаряване на водата от басейна. В този случай, за предотвратяване на недопустимо понижаване на нивото в отсеците с гориво и оголването на горивото се използва също аварийна подхранване от спринклерна система.

1.3.2.4 Теплоотвеждане от херметичната зона към крайния погълтител

Охлаждането на помещенията и оборудването в хермозоната при работа на блока в режими на нормална експлоатация, при преходни режими и в режим на загуба на външно електрозахранване се осъществява основно от следните рециркуляционни вентилационни системи:

- Система за охлаждане на помещенията в хермозоната без централна зала, състояща се от три канала с по два агрегата;
- Система за охлаждане горната част на боксовете на парогенераторите и централна зала, състояща се от три канала с по един агрегат;
- Система за охлаждане обема между бетонната шахта и сухата защита на реактора, състояща се от три канала с по един агрегат.

Всеки канал на тези системи се осигурява от съответния канал на системата за надеждно електрозахранване и системата за техническо водоснабдяване на отговорни потребители (глава 9 от [4],[5]). При аварии, свързани с повишаване на налягането в хермозоната, топлината се отвежда чрез спринклерна система към каналите на системата за техническо водоснабдяване отговорни потребители.

Спринклерна система е предназначена за локализация на аварии чрез кондензация на изпарилата се част от топлоносителя, изхвърлен в хермозоната.

Основните функции на системата са както следва:

- охлажда и понижава налягането в обвивката до атмосферно чрез впръскване на студена борирана вода в хермозоната;
- аварийно подхранва отсеците на БОК, в случай на отказ на системата за охлаждане на БОК.

Алтернативни схеми и оборудване за охлаждане

В изпълнение на програмата за модернизация на блокове 5 и 6 е монтирана система за филтърно понижаване на налягането.

Системата за филтърно понижаване на налягането смекчава последиците от тежка авария, като предотвратява свръхналягане в хермозоната и се състои от:

- Скрубер тип Вентури

- Разкъсваща се мембрана за налягане 0.5 МРа, близо до проектното налягане в хермозоната;
- Изолиращи клапани на хермозоната, които са нормално затворени.

1.3.2.5 Променливо-токово електрозахранване собствени нужди

Главни кабелни трасета и секции

Външното електрозахранване на блокове 5 и 6 се осъществява чрез ОРУ 400kV (работно) и ОРУ 220 kV (резервно).

Връзките 400 kV (към блочните трансформатори) и 220 kV (към пусково-резервните трансформатори на 5ЕБ) са осъществени чрез въздушни линии, свързващи трансформаторните площадки на блокове 5 и 6 с ОРУ. Резервните трансформатори на 6 блок са захранени от ОРУ 220kV чрез кабел 220 kV, положен в проходим подземен кабелен канал. Кабелният канал е съоръжен с пожароизвестителна система (глава 8 от [4],[5]).

Връзките 6 kV и 0.4 kV са осъществени чрез кабели, разположени в защитени кабелни помещения, коридори, шахти и канали, с автоматично пожарогасене и противопожарни врати. Всички кабели са обмазани с неразпространяващо горенето покритие. Кабелните връзки от ДГС към секциите на системите за безопасност са положени в автономни кабелни канали и помещения.

Кабелните връзки на резервното електрозахранване между блоковете и част от общостанционните обекти са положени върху надземна естакада в специални защитни метални корита.

Собствените нужди на енергоблокове 5 и 6 на АЕЦ „Козлодуй“ при нормална експлоатация се захранват от шини 24 kV след генераторния прекъсвач, чрез трансформатори собствени нужди с раздвоени намотки 24/6/6 kV, мощност 63/31.5/31.5 MW, които захранват секции нормална експлоатация. За нормалната работа на блока е необходима едновременната работа и на двата трансформатора собствени нужди.

Резервно електрозахранване

С помощта на автоматично включване на резерва, при отпадане на захранването на трансформатори собствени нужди, се подава електрозахранване от група трансформатори резервно електрозахранване към 5 или към 6 ЕБ от ОРУ 220 kV в зависимост от избрания приоритет на автоматичното включване на резерв. Един комплект (два на блок) резервни трансформатори може да резервира и двата блока.

Всеки от блоковете има отделен комплект пусково-резервни трансформатори. Разположени са на площадката на съответният блок, физически разделени един от друг. Трансформаторите са защитени от съседните трансформатори на Трансформаторна площадка с противопожарна преграда.

Разполагаемостта на резервното захранване е свързана с наличието на напрежение на ОРУ 220kV. При загуба на напрежение и на трите уредби 400\220\110 kV, съгласно разработена процедура, напрежение може да се получи по следните коридори:

- Румъния - Подстанция „Цанцарени“;
- Подстанция „София-Запад“ по направленията от ПАВЕЦ ”Чаира” или от Сърбия, Подстанция ”Ниш”

Аварийно електрозахранване

Източници на аварийно електрозахранване са дизел-генераторите, с мощност 6.3 MW всеки и акумулаторните батерии.

Работен източник на системите за надеждно захранване се явяват секции 6 kV III категория, нормално захранени от собствения генератор или от ЕЕС. При обезточване на секции 6 kV III категория или възникване на аварийна ситуация сигналът за пуск на всеки

дизел-генератор се подава независимо. Включването на дизел-генераторите към секция II категория става за време до 15 s, което е по-голямо от времето на действие на автоматичното включване на резерв на блочните секции 6 kV. Дизел-генераторите постоянно се намират в режим “горещ резерв” и са готови за автоматичен пуск и поемане на товар.

Дизел-генераторите са разположени в самостоятелни сгради, изолирани една от друга. Сградите са разпределени на три групи, географски раздалечени една от друга. Кабелните етажи, канали, трасета и секции на отделните дизел-генераторни станции са автономни и независими един от друг. Всяка дизел-генераторна станция има автономен запас с гориво, масло и пусков въздух. Охлаждащата вода, необходима за работата на дизел-генераторните станции, е от системата за техническо водоснабдяване за отговорни потребители, която е също част от системата за безопасност.

Дизел-генераторите са предназначени да работят 72 часа в автономен режим, което се определя от наличното дизелово гориво. Гориво може да се долива във външния горивен бак 100m^3 чрез тръбопроводи по естакадата или чрез автотранспорт. Транспортирането на гориво по естакадата изисква наличие на напрежение на помпите в нафтно - маслено стопанство. Пусковият въздух в балоните на всяка дизел-генераторна станция е достатъчен за 6 пускания. Наличието на охлаждаща вода е условие за работа на дизел-генераторните станции, което се определя от наличието на вода в Бризгални басейни. Те могат да се допълват с вода от дизелови помпи в Циркулационна помпена станция или артезианска вода от Шахови помпени станции, захранвани с ел.енергия от Брегова помпена станция.

Алтернативни източници на електрозахранване

Допълнителни стационарни дизел-генераторни станции

При загуба на външно захранване блокове 5 и 6 разполагат с общоблочни дизелгенераторни станции, от които по процедура (за време до 30 min.) се захранват секции нормална експлоатация и част от оборудването за нормална експлоатация, което е необходимо за облекчаване режима на разхлаждане на реакторната инсталация.

Допълнителният ДГ агрегат е с номинална мощност 5.2 MW. Капацитетът на резервоара за съхранение на гориво е 100 m^3 и позволява работа поне 72 часа при пълен товар.

Потенциални връзки и схеми със съседни блокове

Съществуват връзки за резервно захранване между блокове 5 и 6:

- Резервно захранване 6 kV – 2-ро резервно захранване;
- Резервно захранване на част от секциите 0,4 kV.

Между блокове 5 и 6 от една страна и блокове от 1 до 4 от друга страна, няма действащи преки електрически връзки. Всички електрически връзки са през ОРУ.

Мобилни източници на електрозахранване

За обезпечаване аварийно електрозахранване на консуматори от системите за безопасност в условия на пълна и продължителна загуба на напрежение за собствени нужди е предвиден мобилен дизел-генератор (МДГ). Има възможност мобилният дизел-генератор да изпълнява функциите на резервен дизел-генератор, който при необходимост може да обезпечи захранване на част от консуматорите на един канал на система за безопасност.

Мобилният дизел-генератор е за открит монтаж, установен е на платформа, заедно с резервоар за гориво, щит за управление и силов кабел, навит на барабан, като при необходимост от използването му се транспортира с автовлекач. Номиналната мощност на дизела е 1227 kW. Номиналната мощност на генератора е 1100 kW, напрежение 6000 V, 50Hz. Стартирането на мобилния дизел-генератор става ръчно чрез акумулаторна батерия. Максималният разход на гориво е около 320 литра на час. Резервоара за гориво е с вместимост 3 тона, което е достатъчно за работа на агрегата при пълен товар за около 9 часа.

Силовият кабел 6kV за свързване на генератора със съответната секция (с дължина $\approx 140\text{m}$) се намира на платформата на съоръжението.

Разработена е Програма за аварийно ел.захранване на системата за алтернативно подхранване на парогенераторите в режим на пълно обезточване. . Времето за изпълнение на програмата е от порядъка на 50 min.

1.3.2.6 Акумулаторни батерии

Акумулаторните батерии са предназначени за обезпечаване захранването на консуматорите I категория по постоянен и променлив ток (чрез инвертори) при отпадане на захранването на съответния изправител. Те работят в режим на постоянен подзаряд, като зареждането и дозареждането им се осигурява от два броя изправители. Акумулаторните батерии са съставна част на системите за надеждно електрозахранване, които осигуряват непрекъснатото захранване на консуматорите I категория на системите за безопасност. Блоковете разполагат с технически средства за надеждно електрозахранване I-ва категория както следва:

- Акумулаторни батерии на каналите на системите за безопасност – общо 3 броя;
- Акумулаторна батерия за оборудване „нормална експлоатация“ (общоблочна акумулаторна батерия);
- Акумулаторна батерия на компютърната информационна система;
- 3 никел-кадмиеви акумулаторни батерии, с номинален капацитет 270Ah при 10-часов разряд за стартиране на аварийните дизел генератори;
- Допълнително компютъризираните системи са осигурени със собствени UPS.

Акумулаторните батерии на системите за безопасност на двата блока, с изключение на втора система на 5 блок, са комплектовани със 106 клетки, свързани последователно. Капацитетът на една батерия е 1133 Ah за 10 часов разряд.

Акумулаторната батерия на втора система на 5 блок е комплектована със 106 бр., свързани последователно, акумулаторни елемента. Капацитетът на батерията 1200Ah при 10 часов разряд до $1,8\text{V}$ на елемент при температура 20°C . [20].

Всички батерии на системите за безопасност на двата блока са монтирани върху антисеизмични метални стелажи.

При извършени реални изпитания на акумулаторната батерия на 2-ри канал на системата за безопасност на 5 блок с включени всички възможни потребители в режим на пълно обезточване, акумулаторната батерия е захранвала тези потребители 10 часа и 18 минути, като е достигнато до напрежение 191 V . Батерията би следвало да изключи автоматично на 180 V и при направена екстраполация е пресметнато, че батерията може да издържи до 11 часа и 32 минути.

При нормална работа акумулаторните батерии се намират на подзаряд, а самата батерия и консуматорите са захранени от 2-ра или 3-та категория през изправител.

Захранването на консуматорите с постоянен ток се осъществява чрез щитове за постоянен ток. От шините на щитовете за постоянен ток на системите за безопасност се захранват съответните устройства за релейни защиты, управление и сигнализация, устройства за автоматика по системи за безопасност, автоматика и сигнализация по пожароизвестяване и пожарогасене, аварийно осветление и др [21]. От щита за постоянен ток на съответния дизел-генератор се захранват стартовите системи, управлението на дизел-генератора и неговото спомагателно оборудване, аварийното осветление и противопожарната сигнализация.

Захранването на консуматорите с променлив ток се осъществява чрез инвертори. Към консуматори, захранени по този начин, спадат захранването на КИП и А, важна за безопасността арматура и др

Акумулаторните батерии от системите за безопасност са разположени на кота 13,20 в обстройката на Реакторно отделение, в помещенията на съответната система. Географски са разделени една от друга.

Акумулаторните батерии към съответния ДГ са разположени в съответната дизелна клетка. Тези акумулаторни батерии отговарят на всички изисквания на първа категория оборудване т.е. физическо разделяне, независимост, липса на връзки между различните канали, сеизмично укрепване, ограничен достъп и др. Всички са разположени над кота 0,00.

Съхраняването и удължаване работоспособността на акумулаторните батерии може да стане по два начина:

- Захранване на изправителите на съответната акумулаторна батерия от страничен източник;
- В режим на обезточване, когато акумулаторните батерии остават без захранване, намаляване на товара на акумулаторните батерии чрез изключване на дублиращи се товари или ограничаване на товарите.

1.4 ОСНОВНИ ДАННИ ЗА ХОГ

1.4.1 Основни характеристики на хранилището за отработено гориво

Хранилището е самостоятелно здание на площадката на АЕЦ, в което е разположен басейн с четири отсека за съхранение и съответното транспортно-технологично оборудване, необходимо за манипулациите с отработено ядрено гориво (ОЯГ) [22].

Първоначалният проект на ХОГ предвижда използването му за временно съхраняване на ОЯГ от реактори ВВЕР-440 преди извозването му в Русия. Преди да бъде завършено строителството на съоръжението се подготвя проект за допълнително оборудване на ХОГ за приемане и временно съхраняване на ОЯГ от реактори ВВЕР-1000. Изграждането на ХОГ на площадката на АЕЦ Козлодуй е завършено в края на 1990 г. и до получаване на Разрешение за експлоатация през 2001г., се експлоатира с временни разрешения.

Хранилището е от „мокър” тип, което предполага съхраняване на ОЯГ в „чохли”, в басейн под вода.

Сградата на ХОГ представлява стоманобетонна конструкция, частично монолитна и частично сглобяема, като носещите конструкции са метални.

Проектният капацитет на ХОГ е както следва:

- максималният брой чохла - 168;
- максималната обща мощност на енергоотделянето не трябва да превишава 1064 kW;
- максималната мощност на енергоотделянето в един отсек не трябва да превишава 555 kW.

Транспортно-технологичното оборудване се състои от:

- Кран мостов 160/32/8t;
- Кран мостов 16 t;
- Презареждаща машина МПХОГ–440/1000;
- Съоръжения и оборудване за транспорт и съхраняване на ОЯГ от реактори тип ВВЕР-440 и ВВЕР-1000.

- Съоръжения и оборудване за транспортно технологични операции с контейнер “CONSTOR 440/84”.

1.4.2 Системи осигуряващи или поддържащи основните функции на безопасност

1.4.2.1 Управление на реактивността

Разположението на горивните касети в чохлите, разстоянието между касетите (стъпката), обезпечават подкритичност на средата, поне с 5%, при нормални и аварийни условия на експлоатация.

1.4.2.2 Топлоотвеждане от басейните в ХОГ към крайния поглътител

Основният краен поглътител на топлина от ХОГ се явява р. Дунав.

Връзката с крайният поглътител от източника на остатъчно енергоотделяне - отработеното гориво, се осъществява посредством охлаждаща вода през топлообменниците, която се осигурява от II или III система за надеждно техническо водоснабдяване на блокове 3 и 4.

Съгласно проекта системата за разхлаждане се отнася към системите за нормална експлоатация. С цел повишаване на надеждността, системата е проектирана така че да изпълнява част от изискванията, които се предявяват към системите, важни за безопасността.

Системата за топлоотвеждане е двуканална. За обезпечаването на нормалната работа на системата е необходимо да се поддържат в работоспособно състояние поне 2 (от 3) топлообменника и 1 (от 2) помпа.

Помпените агрегати на системата за охлаждане са потребители от I категория и захранването им се осигурява от дву-трансформаторна подстанция, която от своя страна получава захранване при обезточване от резервния дизел генератор.

Като алтернативен краен поглътител се явява атмосферата при затворена система за охлаждане, чрез бризгалните басейни посредством работата на системата за техническа вода отговорни потребители на 4 блок. Предвидена е връзка за аварийно подаване на охлаждаща вода от река Дунав през противопожарна помпена станция -2.

1.4.2.3 Променливо-токово електрозахранване

Работно и резервно електрозахранване

За електрозахранване на оборудването в ХОГ е изградена подстанция, захранването на която се осъществява по две независими кабелни линии от секции 6 kV на блокове 3 и 4.

Основните елементи, от които е съставена схемата за електрозахранване на ХОГ са както следва:

- Два броя трансформатори 6/0,4 kV ;630 kVA: Те са разположени в едно помещение на ХОГ.
- Два броя секции 0,4 kV (I и II): Всяка от секциите е свързана с един от трансформаторите.
- 9 сборки 0,4 kV: четири от сборките са свързани с работно захранване от I секция ХОГ (работно) и от II секция ХОГ (резервно). Други 4 са свързани със захранване от I секция ХОГ (работно) и II секция ХОГ (резервно) и са разположени в отделно помещение и една отделна сборка със захранване от I секция ХОГ (работно) и от аварийна дизел-генераторна станция, която е разположена в отделно помещение.

Електрооборудването за собствени нужди е разположено в отделни помещения на ХОГ, които са сеизмично и пожароустойчиви. За намаляване на пожарната опасност, по-голяма част от кабелите са с покритие от материали неподдържащи горенето. Освен това е предвидена обработка на кабелния сноп с огнезащитен състав.

Трасетата на силовите и контролните кабели на двата независими канала на електрозахранване на ХОГ са териториално разделени - те преминават през различни помещения, или там където това е невъзможно, по различните стени на помещението.

В случай на отпадане на захранването на една от секциите на разпределителната уредба собствени нужди по външна причина (неизправност на трансформатора или отказ във веригата 6 kV) става автоматично изключване на секционния изключвател и цялото натоварване на комплекта трансформаторни подстанции собствени нужди се включва към единия трансформатор.

Аварийно електрозахранване

При загуба на захранване на разпределителна уредба 0.4 kV на ХОГ по външна причина е предвиден автономен резервен дизел-генератор, 250 kVA, 0.4 kV, разположен на площадката на ХОГ, който през специален прекъсвач подава захранване към I секция на разпределителна уредба 0.4 kV на ХОГ, а през секционния прекъсвач и към II секция.

Дизел-генератора е разположен в отделна сграда и е физически разделен от другите източници на електрозахранване, и е първа категория по сеизмоустойчивост. Дизел-генератора е осигурен с запас от гориво и масло за непрекъсната работа при номинално натоварване за 72 часа [24]. Аварийният запас от гориво се съхранява в Нафтеното стопанство на площадката на 5 и 6 блок.

Алтернативни източници на електрозахранване

При загуба на захранване на разпределителна уредба 0.4 kV и невъзможност за захранване от собствения дизел-генератор една от сборките получава аварийно захранване и от дизел-генераторна станция 2. От секцията се захранват потребителите първа категория.

При загуба на всички източници на захранване на ХОГ се прилага процедура за електрозахранването на необходимите консуматори 0,4 kV на системите в ХОГ от мобилен дизел-генератор [26].

Мобилният дизел-генератор е осигурен със запас от гориво и масло за непрекъсната работа при номинално натоварване за около 10 часа [27]. Аварийният запас от гориво се съхранява в Нафтеното стопанство на площадката на 5 и 6 блок.

В АЕЦ "Козлодуй" е разработена специална процедура, която регламентира електрозахранването от мобилен дизелгенератор [27]. Придвижването на платформата с мобилния дизел-генератор от халето до ХОГ се осъществява чрез автовлекач и се организира от Ръководителя на службите за поддръжка, съгласно Аварийния план на АЕЦ "Козлодуй" [25].

1.4.2.4 Постоянно токово електрозахранване

С цел обезпечаване кратковременните нарушения в електрозахранването за времето до подаване на електрозахранване от резервния дизел-генератор са инсталирани UPS устройства [28].

Консуматорите захранвани от UPS устройствата са както следва: система за защиты и блокировки, система за радиационен контрол, работна станция на щита за управление, електрическото оборудване в кабината на презареждащата машина.

Разположението на UPS-те е съобразено с тяхното предназначение и отговаря на изискванията за противопожарна защита. В проекта не е предвидена алтернативна възможност за презареждане на акумулаторните батерии на UPS-те.

1.5 ОСНОВНИ ДАННИ ЗА СХОГ

1.5.1 Основни характеристики на хранилището за сухо съхранение на отработено гориво

Хранилището е от „сух” тип и се базира на технология с използване на контейнери с въздушно охлаждане чрез естествената конвекция.

СХОГ е самостоятелна конструкция, състояща се от едноетажно хале. Главните носещи рамки се състоят от стоманобетонни подова плоча и колони, пожарозащитени стоманени ферми и закоравяващи стоманобетонни защитни стени.

Проектът на СХОГ [29] предвижда съхраняване на 2800 касети с ОЯГ от ВВЕР-440 в контейнери CONSTOR® 440/84 (общо 34 контейнера) за срок от 50 г.

СХОГ е разделено на две основни зони: зона за приемане и зала за съхранение. Залата за съхранение служи за складиране на контейнери CONSTOR® и е заобиколена от екраниращи стени. Съседната зона за приемане е отделена от залата за съхранение с екранираща стена с плъзгаща се екранирана врата, позволяваща контейнерите да бъдат местени вътре и вън от залата за съхранение.

Контейнерите CONSTOR® 440/84 се използват за съхранение на касети с отработено ядрено гориво от ВВЕР-440. Всеки контейнер CONSTOR® 440/84 има капацитет за съхранение на 84 касети с отработено ядрено гориво от ВВЕР-440. Технологията за изработване на контейнерите CONSTOR се базира на използването на стомана за постигане на херметично затваряне на контейнерите, тежък бетон за допълнително защитно екраниране и система за затваряне чрез заваряване.

Всички функции на безопасност като: радиационно екраниране; отвеждане на топлината от радиоактивното разпадане; херметично затваряне и поддържане на подкритичност се изпълняват от конструкцията на самия контейнер.

1.5.2 Системи осигуряващи или поддържащи основните функции на безопасност

1.5.2.1 Топлоотвеждане от СХОГ към крайния поглътител

Основният краен поглътител за топлоотвеждане от СХОГ се явява атмосферата посредством естествена вентилационна система. Способността на системата да поддържа необходимите температури в контейнерите за целия диапазон на проектни температури на околната среда е обоснована в Междинния отчет за анализ на безопасността [30] на СХОГ.

1.5.2.2 Променливо-токово електрозахранване собствени нужди

Съгласно проекта на СХОГ основните потребители класифицирани като I категория са: аварийното осветление, пожароизвестителната система и охранителните системи. Те се захранват от: резервирано захранване от АЕЦ “Козлодуй”; резервно захранване от дизел-генератора и допълнително отделно непрекъсваемо захранване. Кранът е класифициран като II категория и при прекъсване на нормалното електрозахранване автоматично ще превключи към резервно електрозахранване от дизел-генератора. Електрозахранванията, необходими за общите дейности в СХОГ са от трета категория.

Работното електрозахранване на СХОГ е изпълнено от 2 независими захранващи изводи от секции 6 kV на 3 и 4 блокпрез понижаващи трансформатори 6/0,4 kV до главното разпределително табло.

Резервното захранване се осигурява от дизел-генератор, който на номинална мощност може да бъде на разположение за не повече от 24 часа. Дизел-генераторът е монтиран в отделна сграда близо до сградата на СХОГ. Генераторът е с автоматичен пуск и е оборудван с шкаф, осигуряващ автоматичното включване на резервния генератор.

Аварийното електрозахранване се осигурява от UPS за следното оборудване I категория: устройства за регистриране на данните, устройства за контрол и аларми за зоната

и др. за осигуряване на безопасно евакуиране на сградата след загуба на нормалното електрозахранване. Тези UPS са монтирани на място и имат време за разряд от 10 минути, което е достатъчно за стартиране на резервното захранване.

1.6 ОБХВАТ И ОСНОВНИ РЕЗУЛТАТИ ОТ ВАБ

Обхват и основни резултати от ВАБ на 3 и 4 блок

За блокове 3 и 4 е извършен пълномащабен ВАБ и са извършвани многобройни актуализации на вероятностните анализи. Те са били многократно разширявани по обем, методология и структура, така че да се отрази както актуалното състояние на блоковете, следвайки многобройните модернизации, така и развитието на методите за анализ. Обобщените резултати от ВАБ ниво 1 за честотата на повреда на горивото в БОК, което най-точно отразява сегашното състояние на блоковете, са представени в в таблица 1.6-1 по-долу.

Таблица 1.6-1: Обобщени резултати за честотата на повреда на горивото в БОК

Категория изходни събития	Честота за повреда на горивото в БОК [/год]
вътрешни изходни събития	2,0E-05
сеизмично въздействие	1,9E-06
пожарно въздействие	2,3E-06
Сумарната честота за повреждане на горивото в БОК	2,4E-05

Основните приносители за риска от повреда на горивото в БОК, свързан с вътрешните изходни събития, са инициаторите „Теч от БОК” (48 % от общия риск), и „Загуба на външно електрозахранване” и „Загуба на техническа вода” с по 22%.

На основата на ВАБ е бил разработен Монитор на риска, който е използван в ежедневната работа на 3 и 4 блок. Освен това, има разработени и други приложения на ВАБ, като например вероятностна оценка на експлоатационни събития.

Важно е да се отбележи, че за актуалното състояние на блоковете горните оценки са прекалено консервативни, имайки предвид постоянно намаляващото топлоотделяне в касетите и допълнителните технически и организационни мерки за предотвратяване и смекчаване последствията от възможните аварийни състояния. Тези мерки са разработени след привеждането на блока в състояние „Съхранение на ЯГ в БОК” и не са отчетени във ВАБ [31][32].

Обхват и основни резултати от ВАБ на 5 и 6 блок

Вероятностен анализ на безопасността за реактори тип ВВЕР-1000, е бил извършен за първи път в света за реакторите на 5 и 6 блок на АЕЦ “Козлодуй”. Оттогава анализите са били многократно разширявани по обем, методология и структура. Целта е била да се отрази както актуалното състояние на блоковете, следвайки многобройните модернизации, така и развитието на методите за анализ. Резултатите от ВАБ ниво 1 за актуалното състояние към момента са показани в таблицата по-долу:

Таблица 1.6-2: Резултати от ВАБ ниво 1.

	Вътрешни ИС	Вътрешни пожари	Вътрешни наводнения	Сеизмично въздействие	Общо
Честота за повреда на активната зона при работа на блока на мощност, /г.	9,32E-06	3,11E-06	1,98E-07	3,34E-06	1,6E-05
Честота за повреда на активната зона при работа на ниска мощност и спрян реактор, /г.	5,22E-06	1,98E-07	2,94E-08	3,66E-09	5,45E-06
Честота за повреда на горивото в БОК/г.	1,50E-06	1,21E-07	1,67E-09	1,66E-08	1,64E-06
Общо, събития/реакторогодини.	1,60E-05	3,43E-06	2,29E-07	3,36E-06	2,30E-05

Вероятностният анализ на безопасността ниво 2 е в процес на актуализация. Обхвата на анализите е същият както при ВАБ ниво 1. Модела на ВАБ ниво-2 за 5 и 6 блок практически отразява статуса на блоковете към 2001 година, т.е. в него не са отчетени мерките по Програмата за модернизация. В рамките на модернизацията са изградени допълнителни съоръжения, които ще окажат голямо влияние, както за предотвратяването на отказ на херметичната обвивка, така и върху изхвърлянията на радиоактивни продукти на делене в околната среда. Полученият към 2001 г. и актуализиращ се в момента резултат за 5 и 6 блок показва стойност за честотата на големи ранни изхвърляния (LERF) от **5.37E-06/год.**

На основата на ВАБ е разработен Монитор на риска, който се използва в ежедневната работа на АЕЦ “Козлодуй”. Освен това, има разработени или са в процес на разработване и други ВАБ приложения – риск-информирани изпитания, риск-информирано техническо обслужване, риск-информиран Технологичен регламент [33].

Обхват и основни резултати от ВАБ на ХОГ

Пълномащабен вероятностен анализ на безопасността за ХОГ не е извършван. Има анализи на безопасността за целия спектър от възможни изходни събития извършени по метода на анализа на потенциалните опасности и работоспособността (HAZOP) [34].

2. ЗЕМЕТРЕСЕНИЕ

РЕГУЛАТОРНИ ИЗИСКВАНИЯ

Нормативните изисквания за външни въздействия са определени в Наредбата за осигуряване на безопасността на ядрените централи [40], ПМС № 172/19.07.2004г. В наредбата се съдържат следните ОБЩИ ИЗИСКВАНИЯ:

Чл. 9. Проектните предели трябва да включват като минимум:

4. критерии за защита на херметичната конструкция на реакторната инсталация, включително за температура, налягане в херметичния обем и степен на неплътност на херметичната конструкция, с осигуряване на необходимите запаси, които да обезпечават нейната цялост и херметичност при екстремни въздействия от външни събития, тежки аварии и в комбинация от изходни събития.

Чл. 12. (3) В проекта на ЯЦ трябва да бъдат разгледани като изходни събития възможни човешки грешки и вероятни комбинации от вътрешни и външни събития, основани на реалистични допускания.

Чл. 13. Проектът на ЯЦ трябва да отчита следните външни събития и опасности, характерни за площадката на ЯЦ:

1. екстремни климатични условия;
2. земетресения;
3. външни наводнения;
4. падане на въздухоплавателно средство;
5. индустриални дейности и транспорт в близост до площадката;
6. вредителство и диверсия;
7. електромагнитни полета.

Чл. 19. (1), Детерминистичните оценки на безопасността трябва да включват:

2. определяне на характеристиките на постулираните изходни събития, включително събитията, характерни за избраната площадка;

Чл. 21, (2), Вероятностните анализи на безопасността трябва да съдържат:

1. всички експлоатационни състояния на енергийния блок и всички постулирани изходни събития и опасности, включително вътрешни пожари и наводнения, извънредни климатични условия и сеизмични въздействия;

СПЕЦИФИЧНИТЕ ИЗИСКВАНИЯ на наредбата, свързани със земетресенията, са следните:

Чл. 29. За района на разполагане на ЯЦ и за площадката на ЯЦ се изпълняват инженерни проучвания и изследване на процесите, явленията и факторите от естествен произход, които могат да повлияят върху безопасността на ЯЦ:

1. определят се следните характеристики на тектоничната активност:

а) местоположението на разседи, зони на възможни огнища на земетресения и геодинамични зони относно площадката на ЯЦ с посочване на ориентацията и границите с потенциално опасни разседни зони;

б) амплитуди, скорости и градиенти на най-новите и съвременните движения на земната кора, параметри на възможните премествания;

в) характеристики на активните разседни зони (геометрични схеми, амплитуди и посоки на преместванията по разседите, данни за последното активизиране);

2. в границите на площадката на ЯЦ се определят:

а) характеристиките на изходните колебания на земните пластове при земетресения с интензитет на проектни земетресения с честота 10^{-2} събития за година и на максимално разчетно земетресение с честота 10^{-4} събития за година (MP3) на кола нула на площадката;

б) опасността от свлачищни премествания на склоновете с отчитане на условията на земните пластове и сеизмичните колебания с интензитет до MP3 включително, а също при отчитане влиянието на подземни води, тектонични нарушения, съвременни геодинамични процеси;

г) наличието на специфични земни пластове (биогенни, пропадъчни, набъбващи, осолени, алувиални, техногенни), тяхната дебелина и физико-механични свойства

(деформационни модули, якостни характеристики и др.) и влиянието им върху неравномерността на слягането под конструкциите на ЯЦ, наклона на реакторните отделения при земетресения с интензитет до МРЗ включително;

д) зоните на водонаситени несвързани земни пластове, склонни към самовтечняване при сеизмични въздействия с интензитет до МРЗ включително.

Съоръженията, обект на стрес тестовете на площадка АЕЦ „Козлодуй” са проектирани и строени в периода 1973 – 1992г. За този период от време са се променили както самата сеизмичност (реализирани земетресения от огнище Вранча 1977г., 1986г. и 1990г.), така и нормативните документи за нейното определяне. В АЕЦ „Козлодуй” всички тези промени са отчетени адекватно, като са извършени необходимите допълнителни изследвания. Определени са нови сеизмични характеристики на площадката и за тях са обезпечени важните за безопасността съоръжения.

2.1 ПЪРВОНАЧАЛНИ СЕИЗМИЧНИ ПРОЕКТНИ ОСНОВИ НА АЕЦ „КОЗЛОДУЙ”

2.1.1 Първоначални сеизмични проектни основи на блокове 3 и 4

Съгласно проекта от 1973г. на 1-ви и 2-ри блок на АЕЦ „Козлодуй” сеизмичната активност на района е била оценена под VI степен по скалата на Медведев-Шпонхойер-Карник - 1964 г. (MSK-64), поради което при проектирането не са били взети специални мерки, за повишаване на сеизмичната устойчивост на конструкциите. След земетресението от 4.03.1977г. с епицентър района на планина Вранча е направена сеизмична преоценка на площадката и е прието ниво на проектно земетресение (ПЗ) VI степен с максимално ускорение на свободна повърхност (PGA) 0.05g и на максимално разчетно земетресение (МРЗ) VII степен с PGA 0.1g.

При проектирането на блок 3 и 4 на АЕЦ „Козлодуй” са били приети следните максимални сеизмични въздействие върху площадката:

- ПЗ (ОБЕ) VI степен по MSK-64;
- МРЗ (ДБЕ) VII степен по MSK-64;
- Спектър на реагиране за свободна повърхност - Спектърът от акселерограмата на Вранчанското земетресение от 4.03.1977г., регистрирана в Букурещ и приведена към PGA 0.1 g.

2.1.2 Първоначални сеизмични проектни основи на блокове 5 и 6

Проектът на 5 и 6 блок е разработен със следните сеизмични характеристики:

- ПЗ (ОБЕ) VI степен по MSK-64 с PGA 0.05g при период на повтаряемост 100 години;
- ДБЕ VII степен по MSK-64 с PGA 0.1g при период на повтаряемост 10000 години.

2.1.3 Първоначални сеизмични проектни основи на ХОГ

ХОГ е проектирано през периода 1982-1984 г. със следните сеизмични характеристики: МРЗ (ДБЕ) VII степен по MSK-64 с PGA 0.1g при период на повтаряемост 10 000 години.

2.1.4 Първоначални сеизмични проектни основи на СХОГ

СХОГ е проектирано и изградено след 1992 г. и в неговия проект са залегнали актуалните сеизмични характеристики на площадката, определени през 1992 г.:

- Проектно земетресение Сеизмично ниво -1 (ОБЕ) с PGA 0.10 g при период на повтаряемост 100 години;
- Максимално разчетно земетресение Сеизмично ниво -2 (ДБЕ) с PGA 0.20 g при период на повтаряемост 10000 години.

2.2 НАСТОЯЩИ СЕИЗМИЧНИ ПРОЕКТНИ ОСНОВИ (RLE) НА АЕЦ КОЗЛОДУЙ И МЕТОДОЛОГИЯ ЗА ТЯХНАТА ОЦЕНКА

Настоящите сеизмични характеристики на площадката на АЕЦ “Козлодуй” са определени в периода 1990 – 1992 г. и са валидни за всички съоръжения на площадката.

2.2.1 Преоценка на сеизмичните проектни основи

За АЕЦ “Козлодуй” в периода 1990 – 1992 г. по съвместен проект с МААЕ - BUL 9/012 “Site and Seismic Safety of Kozloduy and Belene NPPs” са определени нови сеизмични характеристики на площадката като допълнително са анализирани и влиянията на местните земетресения и други специфични параметри. Чрез вероятностни и детерминистични методи са дефинирани сеизмичните нива за период на повтаряемост съответно 100 и 10000 години въз основа на тектонските, геоложки, геоморфоложки, сеизмични и геофизични данни. Така за площадка АЕЦ “Козлодуй” са определени:

- За ниво с период на повтаряемост 100 години максимално земно ускорение (PGA) - 0.10g и
- За ниво с период на повтаряемост 10000 години максимално земно ускорение (PGA) - 0.20g.
- Обвивен проектен спектър на реагиране за свободна повърхност и съответните трикомпонентни акселерограми с времетраене 61s.

По препоръка на МААЕ допълнително е изследвано въздействието от локално земетресение. Определени са спектър на реагиране за свободна повърхност от локални земетресения и съответните трикомпонентни акселерограми (с продължителност 20 s).

Сеизмичните характеристики - сеизмични нива, обвивен проектен спектър на реагиране за свободна повърхност и съответните трикомпонентни акселерограми са били разгледани и потвърдени от експертите на МААЕ в периода 1992 -2008г.

Определено е и т.нар. проверочно земетресение (Review Level Earthquake - RLE). Това е нивото, за което се проверяват всички КСК първа категория по сеизмоустойчивост на вече проектирани и въведени в експлоатация централи (каквато е случаят с АЕЦ „Козлодуй”).

2.2.2 Методология за преоценка на сеизмичните проектни основи

За преоценката на сеизмичните характеристики на площадката на АЕЦ „Козлодуй” извършена по проект на МААЕ BUL в периода 1990-1994 г. са прилагани насоките на актуалните тогава документи на МААЕ [37][38].

Двете стандартни нива за максимално ускорение с период на повтаряемост съответно 100 (Сеизмично ниво -1) и 10000 години (Сеизмично ниво -2) са определени въз основа на тектонски, геоложки, геоморфоложки, сеизмични и геофизични данни чрез вероятностни и детерминистични методи. RLE е определено по правилата за дефиниране на Сеизмично ниво -2.

Методиката на вероятностния анализ на сеизмичната опасност се основава на стандартизирания математичен модел на Cornell и програмните продукти на McGuire 1976 и Toro and McGuire 1988.

Сеизмотектонските характеристики на регионалната и локална област на АЕЦ “Козлодуй”, са определени на базата на комплексни геоложки, геофизични, геодезични, геоморфоложки, сеизмични, сеизмоложки и др. изследвания и представените резултати са в обем и мащаби изисквани в [37].

Обобщавайки резултатите са направени следните основни заключения:

- в изследваната територия отсъстват крупни разломни структури с висок енергиен потенциал (няма данни за наличие на активен „сарable” разлом);

- площадката на АЕЦ “Козлодуй” е разположена в относително най-стабилната част на Мизийската платформа. Този извод се потвърждава и от натрупаната база данни от действащата вече 14 години локалната сеизмологична мрежа около площадката.

Използваният каталог на земетресенията обхваща периода 375-1990 г. Каталожните данни са унифицирани и стандартизирани в съответствие със съществуващите изисквания. Интензивността на земетресенията е оценена по скалата MSK-64. Каталогът съдържа 812 независими сеизмични събития.

По-голяма част от наблюдаваните сеизмични събития, са привързани към добре известните осем сеизмогенни области: Софийска, Маришка, Горнооряховска, Кресненска, Неготинска-Крайна и Кампулинг-Вранча (плитка и средно дълбока) и локална. За тези области подробно са изследвани пространствените, времевите и енергетичните характеристики.

Чрез анализ на регистрирани акселерограми за средни почвени условия са определени Законите за затихване за всяка от тях. Получени са и магнитудно-честотните зависимости за определените зони.

Изследвани са **неопределеностите в сеизмичния вход** и са отчетени чрез т.нар. логическо дърво (логична схема). Получени са 24 криви на сеизмичната опасност (хазартни криви).

Определени са и характеристиките на проектните сеизмични нива – проектен обвинен спектър на реагиране за свободна повърхност и съответните трикомпонентни акселерограми, отчитайки геоложките условия на площадката. Максималните ускорения, определени по детерминистичен метод са значително по-ниски от тези, определени от сеизмичния хазарт (1.35 – 1.7 пъти). Ефектите от локални земетресения $M=4.5$ под площадката на дълбочина 5 km и $M = 5.0$ на 5.0 km разстояние и 5.0 km дълбочина върху конструкциите и оборудването са изследвани отделно.

2.3 ОЦЕНКА АДЕКВАТНОСТТА НА ПРЕОЦЕНЕНИТЕ СЕИЗМИЧНИ ПРОЕКТНИ ОСНОВИ НА ПЛОЩАДКАТА НА АЕЦ”КОЗЛОДУЙ”

Всички аспекти и етапи на преоценката на сеизмичните характеристики са обсъждани на множество мисии с участието на експерти от МААЕ и водещи специалисти в областта от България, Македония и Румъния както и представители на АЯР и АЕЦ “Козлодуй”. Оценка представени в заключителните доклади от мисиите на МААЕ проведени в периода 1992 - 2002 г. могат да се приемат като достатъчен атестат за адекватността на сеизмичните проектни основи. Косвено така определеният сеизмичен вход е потвърден и приет при оценката на последвалите дейности с международно участие, които са разглеждани и одобрени от международни експерти на организирани мисии.

2.3.1 Съответствие с актуалните нормативни документи и стандарти

Преоценката на сеизмичните характеристики на площадката са извършени основно на базата на стандарт за безопасност на МААЕ [37]. След извършване на сравнителен анализ на базата на актуалния към днешна дата стандарт [39] и този от времето на преоценката [37] е установено, че преоценените сеизмични характеристики през 1992г. с допълнителните изследвания през 1995г. удовлетворяват изискванията и на актуалния документ [39] и на влязлата в сила през 2004г. наредба [40], както следва:

- площадката не трябва да бъде разположена непосредствено върху активен разсед;
- трябва да бъде изпълнено условието максималното земно ускорение на свободна повърхност при земетресение (PGA), с период на повтаряемост 10000 години, да е по-малко от 0.4g.

2.3.2 Заключение за адекватността на настоящите проектни основи

Преоценените през 1992г. сеизмични характеристики на площадка АЕЦ “Козлодуй” с допълнените изследвания 1995г. за локални земетресения и вероятностно определяне на

сеизмичното въздействие за целите на сеизмичния ВАБ [31] отговарят на изискванията на съвременната нормативна база. Изискванията на [40] са изпълнени, както следва:

- в изследваната територия на площадката на АЕЦ „Козлодуй” отсъстват крупни разломни структури с висок енергиен потенциал (няма данни за наличие на активен „capable” разлом);
- площадката на АЕЦ “Козлодуй” е определена за ниво с период на повтаряемост 10000 години и PGA 0.2g.

2.4 МЕРКИ ПРЕДПРИЕТИ ЗА ЗАЩИТА ПРИ RLE НА 3-ТИ И 4-ТИ БЛОК

Извършеният анализ [41] се базира на актуалните към момента документи. При прегледа и оценката основно са ползвани ТОБ ([13] и [14]) и ВАБ [31] и наличните технически доклади за анализи и експертизи, квалификационни документи, технически паспорти на оборудването. Ползвани са наличните списъци от елементи за безопасно спиране на блока SSEL (Списък на оборудването, необходимо за безопасно спиране на блока). Взети са предвид резултатите от прегледи на безопасността и сеизмичната осигуреност на централата от международни мисии.

2.4.1 Конструкции, системи и компоненти (КСК), необходими за поддържане на БОК 3 и 4 в безопасно състояние

Установено е актуалното състояние и работоспособността на оборудването на базата на извършен преглед на сеизмичната квалификация на елементите (компонентите) и на метода за извършване на сеизмичната квалификация на КСК от сеизмична категория 1 [41].

След изпълнението на Краткосрочната програма и Комплексната програма за модернизация на 3 и 4 блок всички важни за безопасността недостатъци в проекта и експлоатацията са отстранени и съоръженията съответстват на съвременните стандарти за безопасност и международната практика [41].

2.4.1.1 Сгради

Сеизмичната категоризация на отделните елементи на главения корпус е извършена отчитайки редица фактори (раздел 7.4.11, [13][14]), както и резултатите от изпълнените модернизации и подобрения на оригиналния проект В230. През 2001г. година за реакторно отделение е изпълнено укрепване, което съществено повишава сигурността на конструкцията.

Потвърдена е сеизмичната квалификация на основните строителни конструкции на 3 и 4 блок, както следва:

- Сеизмична категория 1 (сеизмично въздействие RLE);
 - Главен корпус-3, 4 (Реакторно отделение, Приреакторен БОК и възел свежо гориво, Надлъжна електроетажерка, Сграда на БЩУ, Вентилационен център);
 - Допълнителна система за аварийно подхранване на ПГ 3 и 4;
 - Циркулационна помпена станция 2;
 - Дизел-генераторна станция 2, Дизел-генераторна на брегова помпена станция;
 - Бризгални басейни;
 - Противопожарна система 2;
 - Аварийна помпена станция на брегова помпена станция и канали за подвеждане на охлаждаща вода.
- Сеизмична категория 2 (сеизмично въздействие OBE) - Машинна зала – 3 и 4 блок.

2.4.1.2 Системи и Компоненти от SSEL

Оригиналната проектна класификация на системите на блокове 3 и 4 е извършена в съответствие с [45] и [46].

В последствие системите и компонентите са били класифицирани в съответствие със съвременните нормативни документи. Процедурата за квалифициране е верифицирана за съответствие с международните изисквания като системите и оборудването са преквалифицирани както следва:

- класификацията по безопасност е извършена съгласно [44] в качеството на главен документ като са използвани функциите от [47] [48];
- класификацията по сеизмоустойчивост е извършена на базата на ръководството на МААЕ [38] с отчитане на [49].

Квалификацията е извършена за компоненти, включени в списъка на оборудването, необходимо за безопасно спиране на реактора и използвани за безопасното съхранение на ОЯГ в БОК. Потвърдена е сеизмичната квалификация и работоспособността на следното оборудване, осигуряващо безопасното съхранение на отработеното ядрено гориво в БОК.

Сеизмична категория 1

- Реактор (активна зона, вътрешно-корпусни устройства), корпус и капак на реактора;
- Басейн за отлежаване на касетите;
- Главни циркуляционни тръбопроводи на първи контур и Главни циркуляционни помпи;
- Парогенератори;
- Система за компенсирание на обема и подържане на налягането в I контур;
- Контрол на топлофизични и неутронно-физични параметри – апаратура за контрол на неутронния поток;
- Система за разхлаждане на БОК;
- Система за подхранваща вода;
- Система главни паропроводи (главен парен колектор);
- Система за аварийна подхранваща вода;
- Система за запълване на БОК;
- Система за заливане на активната зона;
- Система за понижаване на налягането в бокса на парогенераторите - Спринклерна система;
- Система за надеждно електрозахранване I-ва и II -ра категория;
- Система за автоматична сеизмична защита;
- Система автоматика на степенчат пуск (за натоварване на дизел-генераторите);
- Система херметични помещения;
- Система за понижаване на налягането в хермозоната;
- Система техническо водоснабдяване отговорни потребители ;
- Система за пожароизвестяване и пожарогасене;
- Допълнителна система за аварийно подхранване на ПГ 3 и 4 блок.

- Транспортно-технологично оборудване за презареждане - презареждаща машина и 250 t кран в централна зала на хермозоната.

Сеизмична категория 2

- Система за почистване на водата на системата за съхраняване на отработеното ядрено гориво;
- Възел свежо гориво.

2.4.2 Основни експлоатационни мерки за поддържане на БОК 3 и 4 в безопасно състояние след земетресение

Съгласно актуализираната версия на ГОБ, [13][14] са предвидени и реализирани мерки на 3 и 4 блок осигуряващи необходимата защита от сеизмични и пожарни въздействия.

Допълнително за осигуряване на безопасното и надеждно съхранение на горивото в БОК е извършена сеизмична квалификация на системите обезпечаващи неговото функциониране (Строителна конструкция на БОК; Стелажи в БОК [50]; Система за запълване на БОК; Система за разхлаждане на БОК; Линия на преливник на БОК до бака за аварийно подхранване (БАП); Линия на преливник на универсално гнездо до БАП; Дренажна линия на универсално гнездо до БАП; Система за аварийно запълване на БОК) [51], [52]. Актуализираният анализ на постулираните изходни събития за блоковете в състояние 'Е', съгласно наредбата за управление на отработено ядрено гориво [53], показва спазване на критериите при различна плътност на водата, както и резервираност на системите за разхлаждане и запълване на БОК [51].

Строителната конструкция на БОК изпълнява предвидените по проект функции, имайки необходимата коравина и носеща способност при различни комбинации на натоварвания, включително и аварийно от температурни и сеизмични въздействия за МРЗ. Доказана е и устойчивостта на стелажите на БОК при различни режими [54].

Разработени са инструкции, като приложения към [55][56], които регламентират действията на персонала и прилагането на подобряващи мерки само по специални програми (съгласувани с АЯР) при достигане на пределите за безопасност за съхраняване на горивото в БОК в състояние Е.

След събитията във Фукушима, съгласно [57] в Електропроизводство 1 са разработени група от технически и организационни мерки, насочени към цялостен преглед и оценка на текущото състояние на важното за безопасността оборудване [43]. Акцентирано е на случаи с надпроектни аварии и неблагоприятни външни и вътрешни въздействия при съхранение на отработено ядрено гориво в БОК в състояние "Е".

Разработени и изпълнени са следните мерки:

- съставяне на списък със сценарии на надпроектни аварии на 3 и 4 блок;
- програма за обучение на оперативния персонал на 3 и 4 блок по сценарии за надпроектна авария.

2.4.3 Оценка на косвените ефекти от земетресението

2.4.3.1 Оценка на потенциалните откази на КСК, неквалифицирани сеизмично, които могат да компрометират топлоотвеждането до крайния погълтител на топлина, чрез механично взаимодействие или чрез вътрешни наводнения

Анализите на състоянието на вентилационния стоманобетонен комин на спец корпус две, показват добра устойчивост [60], но ако се разгледа и анализира сценарий със земетръсни събития с нива над RLE, то е възможно падане на част от комина. Съгласно извършеният анализ [41] е оценено, че при падането на една трета от дължината на вентилационния комин (50 m от върха му), отломките няма да засегнат допълнителната система за аварийно подхранване на ПГ (ДСАПП) 4 блок и ЦПС-2, но ще паднат върху СК

(югоизточната му част) и радиоактивно замърсяване може да затрудни достъпа на персонала до някои зони (например сграда на ДСАПП).

2.4.3.2 Потенциална загуба на външно електрозахранване в следствие разрушаване на основната инфраструктура на площадката

При загуба на външно електрозахранване е осигурено резервно захранване на помпите за разхлаждане на БОК от секциите на ДСАПП. По този начин се осигурява захранване на помпите за разхлаждане на БОК, както от системните дизелгенератори, така и от аварийните дизелгенератори на ДСАПП.

Ако се разгледа консервативен сценарий, при който събития, възникнали в следствие на земетресение, предизвикват едновременно възникване на аварии в ядрените съоръжения на Електропроизводство 2 и ядрените съоръжения в Електропроизводство 1 и необходимост от използване на мобилни дизел генератори (МДГ) на две места, става ясно, че има необходимост от наличието на поне два МДГ.

2.4.3.3 Загуба на краен поглътител

Системата за техническо водоснабдяване отговорни потребители обезпечава подаването на охлаждаща вода към топлообменниците за разхлаждане на БОК, а резервирането ѝ се осигурява от противопожарна помпена станция две, посредством два колектора, връзващи се в напорните тръбопроводи на техническата вода.

Съгласно анализа на безопасността на БОК [52] е възможно включването на допълнителни алтернативни системи за запълване и разхлаждане му, които могат да компенсират достатъчно голям разход, поддържащ нивото в БОК за времето на отстраняване на теча или за времето за преместване на горивото в реактора.

Изградена е защитна подводна преграда (преливник) пред участъка – „край крива 8“ за ограничаване изтичане на дунавската вода извън аванкамерите на ЦПС 2 обратно към студения канал. В сценарий за овладяване на последиците от загубата на краен поглътител се включва Допълнителна система за Аварийно разхлаждане на ПГ.

Ако има загуба на БПС, за разхлаждане на ПГ, при запазени компоненти на щатните системи (I и II контур) се ползват водните запаси, затворени в аванкамерата на ЦПС-2 и между нея и аванкамерата на ЦПС-1 и подводната преградата - “край крива 8”.

Изградена е аварийна помпена станция непосредствено до БПС-2 и 3. Аварийната помпена станция осигурява независимо подаване на вода от аванкамерата на БПС-2 и 3 до студен канал след „край крива 8”.

Ако по някаква причина се загуби функционалността на бризгалните басейни, за охлаждане на ядрените съоръжения се използват системите на ДСАПП-3,4, чиито резервоари имат резервирано захранване освен с пожарна вода и с вода от артезианските кладенци на площадката.

2.5 МЕРКИ ПРЕДПРИЕТИ ЗА ЗАЩИТА ПРИ RLE НА 5-ТИ И 6-ТИ БЛОК

Установено е актуалното състояние и работоспособността на оборудването на базата на извършен преглед на сеизмичната квалификация на елементите (компонентите) и на метода за извършване на сеизмичната квалификация на КСК от сеизмична категория 1 [41].

2.5.1 Конструкции, системи и компоненти (КСК), необходими за привеждане и поддържане на блокове 5 и 6 в безопасно състояние на спрян реактор.

Въз основа на съществуващия в централата SSEL са идентифицирани КСК, необходими за спиране на ядреното съоръжение и поддържането му в безопасно състояние, които трябва да останат работоспособни по време и след земетресение.

Извършените анализи [41] са фокусирани основно върху реакторната установка при работа на мощност и по-конкретно върху пределите за осигуряване на целостта на II-рата защитна бариера – обвивката на топлоотделящите елементи. Стрес тестовете за БОК

обхващат, съответните конструкции при операции с ОЯГ (най-неблагоприятните експлоатационни режими, допустими по технологичен регламент), отново с оглед на осигуряване на целостта на обвивката на топлоотделящите елементи.

Извършен е преглед на сеизмичната квалификация на елементите като е установено актуалното състояние и работоспособността на оборудването.

Всички сгради и съоръжения важни за ядрената безопасност на блока са анализирани в рамките на Програма за модернизация на 5 и 6 блок, в съответствие с новите изисквания за сеизмоустойчивост.

2.5.1.1 Сгради

Сеизмичната устойчивост на всички сгради и конструкции, свързани с безопасността е проверена в рамките на програмата за модернизация на 5-ти и 6-ти блок за специфичното за площадката въздействие.

Потвърдена е сеизмичната квалификация на основните строителни конструкции на 5 и 6 блок, сеизмична категория 1, както следва:

- Реакторно отделение;
- БОК-5,6;
- Дизелгенераторни станции, включително и подземните резервоари;
- Специализиран корпус. Хранилище за течни радиоактивни отпадъци;
- Бризгални басейни;
- Стени на аванкамерите на ЦПС -3,4 (Сеизмичната категория на стената на аванкамерата на ЦПС е присвоена във връзка с безопасността на действащите по това време блокове 3 и 4);
- Канали за охлаждаща вода в зоната на Електропроизводство 2 (Сеизмична категория - сеизмична квалификация е извършена за аванкамерите и мост-преградните съоръжения при $A=922.00$ и при $A=1108.00$)
- Кабелни канали между ДГС и реакторно отделение.

2.5.1.2 Системи и компоненти от SSEL

В рамките на Програмата за модернизация на 5 и 6 блок [64] е извършено квалифициране на оборудване, свързано с безопасността, както и верификация на Процедурата за квалифициране за съответствие с международните изисквания, т.3.2.1.1 [4][5], също така е извършена и проверка на квалификационното състояние на оборудването и са изготвени [68] :

- Списък на системите, необходими за безопасно спиране SSSL (Safety Shutdown System List);
- Списък на квалифицираното оборудване SSEL (Safety Shutdown Equipment List);
- Списък на оборудване, работещо в тежки експлоатационни условия при ПИЕ (HECL – Harsh Environment Component List).

На по-късен етап след извършен анализ на текущото състояние на квалификацията на оборудването на 5 и 6 блок, като част работата по договор на АЕЦ Козлодуй и ВНИАЭС – Москва, тези списъци са преразгледани и актуализирани. Съставен е окончателен списък с оборудването, което не е квалифицирано [69]. В момента е в ход сеизмичната квалификация на останалото неквалифицирано за сеизмични въздействия оборудване на 5 и 6 блок посредством замяната му или чрез комбинация на експертни (включително по аналогия) и аналитични методи.

Процесът на сеизмична квалификацията в АЕЦ продължава систематично, включително при доставка на ново оборудване, ремонти и модернизации. Поддържат се актуални списъците на квалифицираното оборудване SSEL (Safety Shutdown Equipment List) [65].

2.5.1.2.1 Системи за безопасност

Оригиналната проектна класификация на системите на 5 и 6 блок е извършена в съответствие с [45] (аналогична на [46]). В рамките на Програмата за модернизация на 5 и 6 блок (и в съответствие с препоръките на МААЕ) е извършена класификация на системите и компонентите по безопасност, сеизмика и качество съгласно съвременните нормативни документи, т.3.2.1.1 [4][5].

Класификацията по безопасност е извършена съгласно [47] в качеството на главен документ, като са използвани функциите от [48] за потвърждение, т.3.2.1.1 [4][5]. Класификацията по сеизмоустойчивост е извършена въз основа на ръководството на [38] с отчитане на [49]. Класификацията на системите по безопасност е представена в таблица 3.2-1 [4][5].

Потвърдена е сеизмичната квалификация и работоспособността на следните системи и компоненти:

- Система за аварийно въвеждане на борен разтвор в активната зона с високо налягане;
- Система за аварийно въвеждане на борен разтвор в активната зона средно налягане;
- Система за аварийно и планово разхлаждане на активната зона;
- Пасивна система за аварийно разхлаждане на активната зона;
- Система за защита на първи контур от превишаване на налягането;
- Система за защита на втори контур от превишаване на налягането;
- Система за аварийно газоотделяне от първи контур;
- Система за подаване на аварийна питателна вода в ПГ;
- Хермозона;
- Спринклерна система;
- Система за филтърно понижаване на налягането;
- Система контрол на концентрацията и намаляване на водорода;
- Система за техническо водоснабдяване на отговорни потребители;
- Осигуряващи вентилационни системи.

2.5.1.2.2 Реактор

Класификацията на системите и компонентите е извършена в рамките на модернизацията на 5 и 6 блок в АЕЦ "Козлодуй". Реакторът и вътрешно корпусните устройства, оригинално са проектирани с отчитане на сеизмично въздействие 9 бала по скала скалата на MSK-64, (PGA= 0,4g) т.3.13.4 [4], [5], т.6.3.3 [64]. Съгласно т.6.3.3 [64] тези изисквания са указани в Техническите условия и са потвърдени. В т.4.7 [4], [5] са обобщени извършените дейности по модернизацията на реактора във връзка с Програмата за модернизация на 5 и 6 блок. Сеизмичната квалификация на оборудването е проверена в рамките на програмата за модернизация [4],[5] и [64].

2.5.1.2.3 Основно оборудване в реакторно отделение

Основното оборудване в реакторно отделение е проектирано с отчитане на въздействието на сеизмични товари от 9 бала по скалата на Медведев-Шпонхойер-

Карник, 1964 г. (PGA= 0,4g) [4] и [5]. В т.5.5 [4], [5] са обобщени извършените дейности по модернизацията на първи контур и свързаните системи във връзка с програмата за модернизация на 5 и 6 блок.

В рамките на програмата за модернизация е извършен анализ на поведението и пресмятане на сеизмичната устойчивост на основното оборудване и оборудването от системите за безопасност и са разработени предложения за необходимите укрепвания, т.6.3.3 [64], т.3.13.4 [4], [5].

Сеизмичната квалификация на тръбопроводите, оборудването и закрепващите елементи на първи контур е проверена в редица мерки от програмата за модернизация като са обобщени и резултатите с отчитане на новите сеизмични изисквания за площадката. Потвърдена е квалификацията на следното основно оборудване на първи контур:

- Главни циркуляционни тръбопроводи;
- Парогенератори;
- Главни циркуляционни помпи.

2.5.1.2.4 Оборудване от системата за аварийно електрозахранване

Устойчивостта към загуба на електрозахранване е осигурена от следните проектни характеристики:

- осигуряване на 2 (за втора категория) или 3 (за първа категория) различни източници на електрозахранване към всяка система за безопасност: от трансформатори собствени нужди, от дизелгенератори и от акумулаторни батерии;
- всеки от блоковете е оборудван с четири дизелгенератора (3 от оригиналния проект и 1 инсталиран по време на Програмата за модернизация), разположени в разделени помещения;
- наличност на устройства с пасивно действие (гравитационно задвижване на аварийната защита, хидроакумулатори, предпазни клапани, които позволяват на най-важните системи за безопасност да изпълнят своите функции дори и при пълна загуба на електрозахранване.

Цялото ново оборудване е квалифицирано като оборудване от системите за безопасност с клас на безопасност 3 в съответствие с [47] и в комбинация с дефиниция на МААЕ за функции на безопасност, съответно клас 1Е на оборудване съгласно IEEE, отговарящо на съответната сеизмична квалификация за сеизмична категория 1 - т.8.3.2.2.16 [4], [5].

Всички нови компоненти от система надеждно електрозахранване втора категория са сеизмично квалифицирани и са клас по безопасност 3, сеизмична категория 1 (т.8.3.2.3.9 [4], [5]).

2.5.1.2.5 Система за съхранение, презареждане и транспортиране на гориво

Отделните системи изброени по-долу са сеизмично квалифицирани и им е присвоена сеизмична категория 1:

- Система за съхраняване на свежо гориво;
- Система за презареждане на активната зона;
- Система за приреакторно съхранение на отработило гориво.

2.5.1.2.6 Спомагателни системи, работещи с водна среда

Изброени по-долу системи са сеизмично квалифицирани и им е присвоена сеизмична категория 1.

- Система за подхранване и продухване;
- Система за организирани дренажи от първи контур.

2.5.1.2.7 Система главни паропроводи от ПГ до бързодействащ запорно отсечен клапан

Съгласно т.5.5 [4], [5] на програмата за модернизация е извършен анализ на възможни места за разкъсване на главни паропроводи и линии питателна вода, както и на ефектите от скъсванията. След това са проектирани и инсталирани ограничителни опори и защитни устройства срещу ефектите от разкъсване на тръбопроводи.

2.5.1.2.8 Система за аварийна защита на реактора

Комплексът АСУЗ се състои от два независими комплекта, физически разделени в различни помещения, които не могат да бъдат поразени едновременно по обща причина.

Отделните компоненти от комплектите са сеизмично класифицирани като категория 1 и 2 в зависимост от функциите които изпълняват (т.7.2.4.1.1 [4], [5]).

2.5.1.2.9 Панели на БЦУ, РЦУ

Металните конструкции на панелите и пултовете на БЦУ и Резервния щит за управление (РЦУ) са сеизмично квалифицирани като категория 1. Апаратурата за контрол и управление е сеизмично квалифицирана.

2.5.1.2.10 Оборудване на КИП и А

Системите на КИП и А от системите за безопасност са работоспособни във всички режими на работа на енергоблока, включително и загуба на електрозахранване за собствени нужди (т.7.3.1.1 [4], [5]). Системите са сеизмично квалифицирани като Сеизмична категория 1.

2.5.1.2.11 Апаратура за контрол на неутронния поток (АКНП)

Техническите средства на апаратурата за контрол на неутронния поток, както и апаратурата на аварийната защита на реактора, издържат сеизмични въздействия с интензивност съответстваща на максимално разчетно земетресение (МРЗ) до 8 бала по скалата на Медведев-Шпонхойер-Карник, 1964 г., на височина + 24,6 m, + 13,2 m, минус 4,2 m – I категория; апаратурата на автоматичен регулатор на мощността и регулатора за ограничение на мощността е квалифицирана за II категория, съгласно т.7.2.4.5.1 [4], [5]. Съгласно т.7.2.4.5.2 [4], [5] комплексът АКНП съответства на [70].

2.5.2 Основни експлоатационни мерки за привеждане и поддържане на блокове 5 и 6 в безопасно състояние след земетресение

В резултат на извършения преглед [41] са идентифицирани следните основни експлоатационни и аварийни мерки за предотвратяване повредата на активната зона или ОЯГ след земетресение:

- инсталирана е система за сеизмичен мониторинг и контрол. При това е разработен и план за действие на персонала при и след земетресение, [71];
- аварийен план. Съществува система за връзка и взаимодействие на аварийния план на АЕЦ „Козлодуй“ [25] с националните аварийни служби и включването на аварийните действия в централата в Националния аварийен план [72];
- предвиден е и се прилага план за действие на персонала по време на и след земетресение [73];
- изготвена е и се прилага Аварийна инструкция [74], в която са подробно описани действията при земетресение;
- изготвена е и се прилага Събитийна аварийна процедура за действие при земетресение [75];
- доставено е мобилно оборудване. Предвиден е мобилен дизелгенератор. Препоръчани са мобилни дизел-помпи за аварийно изпомпване на вода, т.6 [76];

- разработена е и се съблюдава програма за надзор на оборудването на блокове 5 и 6, [78];
- извършват се тестове и функционални изпитания на оборудването Дейностите по оценка техническото състояние на КСК се планират така, че изпълнението им да е превантивно, преди възникване на повреди в тях, с цел намаляване на вероятността за отказ;
- изготвят се Протоколи от периодичен контрол на КСК. Резултатите от проверката на КСК по програма [79] към 30.06.2011 г. са представени в акт за изпълнение [76];
- Осигурени са автоматични действия – система за аварийно изключване при земетресение [77], т.7.2.4.2.3 [4],[5];
- изградена е Автоматична информационна система на централата, интегрирана с аналогична национална система, която осъществява непрекъснат радиационен мониторинг в 3-километровата зона;
- други планирани мерки за предотвратяване, възстановяване и ограничаване на последствията от аварии.

След ядрената авария във Фукушима е изготвена Работна програма за преглед и оценка на готовността на АЕЦ „Козлодуй“ ЕАД за управление и намаляване последствията от надпроектни аварии, външни и вътрешни въздействия [81]. Резултатите от текущата работа по програмата са обобщени в Предварителен отчет [82].

Съгласно т.2.4.2 [82] броят на преносими потопаеми помпи в Електропроизводство 2 следва да се оптимизира, с оглед по-адекватна реакция при вътрешни наводнения. Предложени са и допълнителни мерки с оглед повишаване на защитата при външни и вътрешни въздействия (Приложение №1, [82]), т. 2.4.2 [82].

Предприети са мерки за изготвяне или актуализация на аварийните процедури за действия на персонала на ОРУ при земетресение, наводнение, пожар и експлозия в подразделения, където е необходимо, т.2.8.2 [82].

По информация от т.2.9.2 [82] реално е проверена способността на аварийните екипи по прилагане на Аварийния план и изпълнение на процедурите към него при тренировките за авария със земетресение и наводнение. Отговорните лица от Групата за ръководство на аварийните работи съгласно АП са запознати с процедурите и ги прилагат правилно.

2.5.3 Оценка на косвените ефекти от земетресението

2.5.3.1 Оценка на потенциалните откази на КСК, не квалифицирани сеизмично, които могат да компрометират топлоотвеждането до крайния погълтител на топлина, чрез механично взаимодействие или чрез вътрешни наводнения

Предвидени са мерки, гарантиращи че при разрушаването на елементи с по-ниска сеизмична класификация няма да бъдат увредени КСК, необходими за спирането на ядреното съоръжение и поддържането му в безопасно състояние на спрян реактор.

При настоящия преглед са идентифицирани и анализирани общостанционните системи, които не са сеизмично квалифицирани, но са важни за овладяване на вторичните постземетръсни ефекти. Разгледани са мерките, предприети за запазване на функционалността им по време на и след земетресение.

В рамките на Програмата за модернизация [66],[67] са анализирани и реализирани следните мероприятия за избягване на сеизмично индуцирани взаимодействия:

- реализиране на проект за осигуряване свободно сеизмично индуцирано преместване на кабелните канали;
- реализиран е проект за укрепване на машинна зала;

- реализирани на проект за укрепване на конструктивните елементи от машинна зала над кабелните канали;
- монтирани са ограничители на парните линии, за да се предотврати повреда на съседно оборудване от системите за безопасност.

2.5.3.2 Потенциална загуба на външно електрозахранване в следствие разрушаване на основната инфраструктура на площадката

След анализ на възможните сценарии са дефинирани следните аварийни състояния, които могат да бъдат предизвикани от сеизмично въздействие по-ниско от RLE и при RLE [41].

Пълна загуба на променливо токови източници

През 2006 е разработена стратегия и започва реализирането на дейности за алтернативна подхранване на парогенераторите от алтернативни системи при пълна загуба на променливо-токови източници. Основание за това са изискванията на чл.32, ал.2, чл.33, чл. 74 от [40].

Проектът е реализиран и през 2009 г. са извършени функционални изпитания на системата за алтернативна подхранване на ПГ. Системата е в състояние да подхранва парогенераторите при изходни събития с пълна загуба на електрическо захранване I и II категория, както и при неразполагаемост на помпите за аварийно подхранване на ПГ. Системата работи независимо от щатните системи на блока, като използва единствено част от тръбопроводите на един от каналите на системата за аварийно подхранване на ПГ.

Загуба на ОРУ

Тъй като ОРУ не е квалифицирано като Сеизмична категория 1, съществува вероятност то да бъде загубено още при сеизмично въздействие по-ниско от RLE. Осъществяване, че националната електропреносна мрежа е осигурявана сеизмично по промишлени норми за пониски въздействия от RLE и от ОВЕ. Така, че даже и при земетресения по-ниски от RLE има вероятност от трайна загуба на външно захранване поради повреди и разрушения в националната електропроизводствена и електропреносна мрежа.

Схемите на генераторно напрежение 5 и 6 блок на АЕЦ "Козлодуй" са изградени по схема блок "генератор - трансформатор". Връзката между блока и паралелната му работа с останалите блокове на централата се осъществява на страна 400kV на блочните трансформатори. За повишаване на надеждността са монтирани генераторни прекъсвачи. Отпаечните трансформатори са присъединени между прекъсвача и блочните трансформатори.

По такъв начин потребителите на собствените нужди на блоковете могат да се захранват от отпаечните трансформатори при изключени генератори. Връзките между елементите на главната електрическа схема на блока и отклоненията към отпаечните трансформатори са осъществени с помощта на пофазно капсуловани шинопроводи 24kV. В отпаечните трансформатори няма комутационна апаратура, с което се повишава надеждността.

За повишаване на надеждността и за намаляване на вероятността от пълно обезточване на ОРУ 400 kV, уредбата е изпълнена във вид на двойна секционирана шинна система.

За повишаване на надеждността на енергоблокове 5 и 6 с мощност 1000 MW е възприет принцип за присъединяването им на страна 400 kV по схема "два прекъсвача на присъединение".

Загуба на захранване на системите за безопасност

Предвидени са 3 акумулаторни батерии по една за трите канала от системите за безопасност. Акумулаторните батерии работят в режим на постоянен заряд, като зареждането и дозареждането им се осигурява от изправители, които се явяват съставна част

от системата за непрекъснато електрозахранване. Съгласно [4][5] акумулаторните батерии се разреждат за не по-малко от 2 часа (до 3 часа за нови батерии) при максимален товар (за променливо напрежение - през инвертори). На базата на проведени изпитания е установено, че акумулаторните батерии издържат над 10 часа при реален товар [80].

Загуба на аварийни източници за електрозахранване II категория

Необходимите запаси от гориво и масло за продължителен режим на работа на аварийните източници за електрозахранване II категория са осигурени както следва, [42]:

ДГС-5,6 от системите за безопасност: общия оперативен запас от гориво осигурява непрекъсната работа на всеки ДГ в продължение на минимум 3 денонощия;

ДДГ-5,6: осигурена 70 часова работа;

Дизелни помпи в ЦПС-3,4: 24 часова работа на всички помпи (8 бр.) едновременно;

ДГ „Аварийна готовност”: 8 часова непрекъсната работа на ДГ при номинално натоварване без зареждане.

2.5.3.3 Загуба на краен погълтител

Проекта на система техническа вода група неотговорни потребители, не предвижда специални мерки за поддържане на подаването на охлаждаща вода.

В проекта на система техническа вода отговорни потребители, са приложени принципите на резервиране, физическо разделяне и независимост на каналите.

За блокове 5 и 6 са построени 6 бр. бризгални басейна. Каналите на системата работят по затворен контур с охлаждане на водата в бризгални басейни. Всеки бризгален басейн е оразмерен да отвежда цялото количество топлина, отделяща се в аварийен режим на блока и обезпечаване на температура на техническата вода на входа за охлаждане на отговорни потребители в границите от +4°C до +33°C. При избраните размери на бризгалния басейн, изменението на нивото с 1.5 m осигурява работата на система техническа вода група „А” без допълване на басейните при скорост на вятъра до 2 m/s в продължение на 30 часа.

Осигурено е щатно и аварийно подхранване на бризгалните басейни. Подхранването се осигурява от щатни електрически помпи, а в случай на загуба на външно захранване от дизелпомпи. Помпите са разположени в ЦПС 3 и 4. Аварийното подхранване на бризгални басейни е реализирано от 6 бр. Шахтови помпени станции (ШПС) в низината на р. Дунав.

От друга страна, при загуба на система техническа вода група „А”, охлаждането на горивото в реактора може да се осигури чрез използване на алтернативната система за подхранване на ПГ, а охлаждането на горивото в БОК може да се осигури чрез системите за запълване на БОК.

Шахтови Помпени Станции 1÷6 се захранват от БПС по кабелно-въздушни линии 6kV с технологично наименование ШПС-А и ШПС-В. ШПС-А е захранено от V-та с-я 6kV на БПС. ШПС-В е захранено от IX-та с-я 6 kV "Надеждно захранване". Разработена е Процедура за временно захранване на извод ШПС-А към ШПС от дизел-генератора на БПС.

2.5.3.4 Други косвени въздействия, предизвикани от пожари или експлозии

2.5.3.4.1 Вътрешни наводнения по сеизмични причини - на площадката и в сградите

При настоящия преглед са оценени съществуващите анализи на опасността от вътрешни наводнения, както и сеизмичния квалификационен статус на тръбопроводите на площадката и в сградите.

Предвидени са мерки за избягване на отрицателните ефекти върху безопасността на централата от вътрешни наводнения в резултат на скъсване на неквалифицирани сеизмично тръбопроводи на площадката или в сградите.

2.5.3.4.2 Анализи на последствията от вътрешни наводнения в реакторно отделение, извън хермозоната и машинна зала

По програмата за модернизация са извършени анализи на последствията от вътрешно наводнение, [83]. Разработени са отделни анализи на наводнените помещения за всички съответни флуидни системи, разположени в реакторно отделение извън хермозоната, Приложения 5 до 24 [83], за машинна зала, Приложения 25 [83]. В Приложения 26 [83] са конкретизирани разликите за 5 блок, тъй като изследването е направено на база 6 блок. За всяко помещение са дадени заключения в зависимост от влиянието на наводнението върху оборудването от системите за безопасност и върху строителните конструкции.

2.5.3.4.3 Мерки за овладяване на пожари

Съгласно т.3.3.14 от [4],[5] системата за пожарогасене е изградена при спазване на следните изисквания:

- да редуцира пожарния риск;
- да обезпечи физическо разделяне на системите, необходими за достигане на целите за безопасност на централата.

Системата за пожарна безопасност на блокове 5 и 6 се състои от следните подсистеми, т.7.6.1 [4], [5]:

- Външен противопожарен пръстен - 5, 6 блок;
- Системи за пожароизвестяване и пожарогасене в реакторно отделение и ДГС;
- Система за пожароизвестяване и автоматично пожарогасене в хермозоната;
- Система за газово пожарогасене в помещенията с електронно оборудване;
- Системи за пожароизвестяване и пожарогасене в машинна зала и електротехническата сграда;
- Система за пожароизвестяване и пожарогасене в Специализиран корпус-3.

2.5.3.4.4 Мерки за защита от експлозии

Съгласно извършените анализи [84] в отчета, е направена оценка на въздействието върху безопасността и са направени предложения за организационни мерки за недопускане и намаляване последствията от взрив на бензиностанция, собственост на АЕЦ "Козлодуй", намираща се на територията на Автобаза № 2: сумарното количество на заредения в бензиностанцията бензин не трябва да превишава три тона.

В изпълнение на тази препоръка е разработен анализ и оценка на въздействието от евентуален взрив на бензин, възникнал във ведомствената бензиностанция на АЕЦ, върху съседни обекти и съоръжения на територията на АЕЦ „Козлодуй”, [85]. Резултатите от изследването [85] показват, че при евентуален взрив на бензин няма да бъдат засегнати ядрени съоръжения и елементи от системите за безопасност.

2.6 МЕРКИ ПРЕДПРИЕТИ ЗА ЗАЩИТА ПРИ RLE НА ХОГ

2.6.1 Конструкции, системи и компоненти (КСК), необходими за поддържане на ХОГ в безопасно състояние

В съответствие с препоръките "стрес тестът" се извършва въз основа на налични и приети от АЕЦ "Козлодуй" инструкции, процедури, технологични регламенти, ТОБ, технически решения и обосновките им, резултати от изследвания и експертизи.

Извършен е анализ [41], който обхваща всички експлоатационни състояния, като са отчетени най-неблагоприятните условия (гранични условия на експлоатация) съгласно [23].

За преодоляването на различни аварийни сценарии са обобщени КСК (елементи) съгласно списъци, посочени в т. 2.1.1.4. от [82]:

- Резервен ДГ на ХОГ;
- Мобилен ДГ;
- Блокировка на презареждащата машина в ХОГ от системата за индустриална антисеизмична защита (III и IV блок);
- Датчици за ниво в помещенията при аварийно заливане на кота -7.20m;
- Система за пожароизвестяване в ХОГ;
- Пожарно сухотръбие от кота 0.00m до покрива на сградата в ХОГ;
- Отсеци за съхраняване на ОЯГ (строителни конструкции, тръбопроводи и арматура за осъществяване контрол на протечките);
- Сграда на ХОГ;
- Кран мостов 160/32/8t (вкл. товароухватни съоръжения за работа с контейнер);
- Кран 16 t(вкл. товароухватни съоръжения за работа с ОЯГ);
- Сграда на ДГ на ХОГ.

Прегледът е извършен базирайки се основно на документи: ТОБ на ХОГ [22], технологичния регламент на ХОГ [23] и ТОБ на блок 3 [13], като по-долу са посочени най-консервативните класове по безопасност [47] и категории на сеизмоустойчивост по [70].

- Сграда на ХОГ – Сеизмична категория 1
- Системи и съоръжения за претоварване на горивото и Кран мостов 16t - Сеизмична категория 1
- Сграда на ДГ на ХОГ - Сеизмична категория 1;
- Резервен ДГ на ХОГ - Сеизмична категория 1
- Система за събиране и връщане на протечките - Сеизмична категория 1/ 2 в съответствие табл. Пб.1., Приложение 6, Част 3 от [22].
- Тръбопроводи и арматури за осъществяване на контрол на протечките в отсеци за съхраняване на отработеното ядрено гориво - Сеизмична категория 1/ 2 в съответствие с Приложение 6 от [22].

Строителната конструкция на ХОГ е проектирана през периода 1982-1984 г. съгласно заданието на руската страна, в качеството ѝ на главен проектант и в съответствие с действащите към етапа на проектиране Нормативни документи

След преоценката на сеизмичните характеристики на площадката е изготвен и реализиран проект за укрепване на строителната конструкция, като са отчетени новите сеизмични нива.

След изпълнение на антисеизмичното укрепване на основната носеща конструкция, тя издържа всички съчетания на сеизмично въздействие МРЗ и експлоатационни натоварвания.

В допълнителната комбинация са включени постоянни, полезни и временни натоварвания плюс температурно въздействие за нарушени нормални условия на експлоатация или динамична сила при падане на чохъл в басейна.

2.6.2 Основни експлоатационни мерки за поддържане на ХОГ в безопасно състояние след земетресение

В периода 1994г.÷2000г. са разработени и изпълнени поредица от проекти и Технически решения целящи повишаване на безопасността на ХОГ, свързани със сеизмичната квалификация и антисеизмично укрепване на сгради, съоръжения и компоненти, както следва:

- осигуряване на сграда на ХОГ за земетресения RLE;
- изследване на строителната конструкция и за екстремални натоварвания от сняг и вятър, определени за региона на АЕЦ "Козлодуй"
- изграждане на нови системи и оборудване в ХОГ;
- квалификация на електрооборудване и КИП и А в ХОГ;
- изпълнени са също и технически решения касаещи сеизмичната квалификация на електрооборудване и КИП и А .

Поради включването на датчиците (сигнализаторите) за ниво в помещенията при аварийно заливане на кота -7.20m в списъците на КСК при (управление и намаляване последствията от надпроектна авария в ХОГ, вътрешни и външни въздействия) е необходимо да се потвърди техния сеизмичен квалификационен статус поради липса на референтен квалификационен документ.

Квалифицирано е оборудването, арматурите и тръбопроводите от следните системи, важни за безопасността:

- Система за разхлаждане на отсеците;
- Басейн за съхраняване на отработило гориво.

В периода 1994г.÷1998г. са изпълнени следните проекти свързани със сеизмична квалификация на оборудване (машинно-технологично, транспортно -технологично):

- антисеизмично укрепване на строителната конструкция на ХОГ. Възстановяване на технологичните и електрическите инсталации;
- антисеизмично укрепване на релсовите пътища на кранове с товароподемност $Q=160/32/8t$ и $Q=16t$ в ХОГ;
- сеизмична квалификация и антисеизмично укрепване на машинно-технологично оборудване на ХОГ, изпълняващо функции за безопасност.

В периода 2001-2004г. е изготвена програма и е изпълнен работен проект за сеизмична квалификация на оборудването в ХОГ и подмяна на част от него при необходимост.

През 2005г. е изпълнено техн. решение за укрепване и подмяна на оборудване, тръбопроводи и арматура в ХОГ [101].

2.6.3 Оценка на косвените ефекти от земетресението

2.6.3.1 Оценка на потенциалните откази на КСК, не квалифицирани сеизмично, които могат да компрометират топлоотвеждането до крайния погълтател на топлина, чрез механично взаимодействие или чрез вътрешни наводнения

Сградата на ХОГ е разположена на площадката на АЕЦ "Козлодуй", южно от Спецкорпус 2. На 36 m от североизточния ъгъл на сградата на ХОГ е разположена вентилационната тръба (комин) на СК-2.

Вентилационна тръба - 2 притежава изискваната сеизмична сигурност и при земетресение ниво RLE не се очаква да се повредят КСК (сграда на ХОГ, сграда на аварийния ДГ) или да се затрудни достъпа до тях.

2.6.3.2 Потенциална загуба на външно електрозахранване в следствие разрушаване на основната инфраструктура на площадката.

При анализ на авария с МРЗ се отчита априори загуба на външно електро захранване. Предвидени са КСК (резервен ДГ на ХОГ и мобилен ДГ на АЕЦ) за осигуряване на електрозахранване на потребителите в ХОГ от автономни източници за захранване I и II категория.

За осигуряване на надеждното функциониране на системите в условията на загуба на външно захранване, в съответствие с [42] се поддържат необходимите запаси от гориво и масло за ХОГ.

2.6.3.3 Други косвени въздействия, предизвикани от пожари или експлозии

Предприети са необходимите пасивни и активни мерки за осигуряване в максимална степен на пожарна безопасност в ХОГ (глава 12.6.3 [22]):

- пасивни мерки - основните строителни конструкции са изградени от стоманобетон, покривът е изпълнен с огнепреградни ивици (пояси) от негорими материали през 6м;
- активни мерки към тези мерки се отнасят външен (площадков за централата) противопожарен пръстен, вътрешна пожарогасителна инсталация с противопожарни кранове в помещенията и сухотръбие за водно гасене на покрива.

Изпълнението на изискванията на нормите за пожарна безопасност гарантират безопасността на ХОГ в случай на възникване на пожар.

Разгледани се следните възможни експлозии:

- взрив на ресиверите на ресиверна площадка на АЕЦ “Козлодуй” – 1 и 2;
- взрив на ресиверите на ресиверна площадка на АЕЦ “Козлодуй” – 3.

Така дефинираните възможни събития не представляват опасност за безопасната експлоатация на ХОГ.

2.7 МЕРКИ ЗА ЗАЩИТА НА СЕИЗМИЧНИТЕ ПРОЕКТНИ ОСНОВИ СХОГ

2.7.1 Конструкции, системи и компоненти (КСК), необходими за поддържане на СХОГ в безопасно състояние.

Анализите са направени на базата на одобрения от АЯР Технически проект за изграждане на СХОГ [35]. Като изходна информация е използван най-вече Междинен отчет за анализ на безопасността [36].

Независимо от това, че количеството на радиоактивния материал в СХОГ е голямо в края на периода за съхранение, в контейнерите винаги е осигурено безопасното херметично затваряне за този материал, следвайки принципа за защита в дълбочина. Генерираната от радиоактивния разпад топлина се отвежда пасивно.

Всички функции на безопасността по време на съхранението се поддържат пасивно, като няма необходимост от активни системи за безопасност.

Всички КСК на СХОГ са класифицирани според функциите им по безопасност съгласно референтните документи:

Основните КСК, които трябва да останат работоспособни по време и след земетресение са:

- сградата;
- кран 145 t;
- контейнери;

Анализираните сценарии на аварии по време и след земетресение са следните:

- механично въздействие от земетресение;
- контейнер, затрупан от отломки;
- въздействие от пожар;
- пълна загуба на електрозахранване.

В съответствие с [102] класификацията на съоръженията във връзка с външните събития се извършва по следната схема:

- Клас 1: високо вредно въздействие;
- Клас 2: умерено вредно въздействие;
- Клас 3: ниско вредно въздействие;
- Клас 4: конвенционално вредно въздействие.

СХОГ спада към Проектен клас 3 (ПК 3). Това е обосновано допълнително в Раздел 10.6.1 [36], като максималната годишна ефективна доза за лице от населението на границата на радиационнозащитната зона е $<5\text{mSv}$ след постулирана проектна или надпроектна авария.

Сграда на СХОГ Сеизмична категория – Проектен клас 3 (ПК 3) в съответствие с [102];

Може да издържи проектно и максимално разчетно земетресение, без катастрофално срутване;

Кран 145 t - Сеизмична категория – Проектен клас 3 (ПК 3) в съответствие с [102];

Кранът е проектиран така, че да издържат на ПЗ и МРЗ без разрушаване на конструкциите или падане на товара. Неизправната работа на управление на крана, електрическите и измервателни компоненти няма да доведе до опасно състояние;

Контейнери CONSTOR® 440/84 - Проектен клас 3 (ПК 3) в съответствие с [102].

Проектирани са да не се преобръщат след проектно земетресение

Екранираща врата и операционна сигнализация за вратата. Сеизмична категория – Проектен клас 3 (ПК 3) в съответствие с [102].

При проектирането на СХОГ са спазени изискванията на [53] чл.5 (1, 2 и 3), като е приложен принципа на ешелонирана защита в дълбочина.

2.7.1.1 Сеизмични проектни основи за сграда на СХОГ

СХОГ е класифицирано като Проектен клас 3 (ПК 3) в съответствие с [102].

По отношение на земетресенията са дефинирани две проектни земетресения, които включват:

- проектно земетресение (ПЗ) от 1 E-02 /г. (ускорение 0,1 g);
- максимално разчетно земетресение (МРЗ) от 1 E-04 /г. (ускорение 0,2 g).

Проектните критерии при земетресение са:

- устойчивост срещу срутване, позволяваща нееластично поведение при земетресение 0,2 g и еластично поведение при 0,1 g;
- осигуряване на мостовия кран за същия проектен клас като конструкцията;
- осигуряване стабилността на контейнерите срещу преобръщане.

Извършени са анализи, които отчитат всички нормални и специални натоварвания и съчетания на натоварване в съответствие с приложимите европейски норми и [102].

2.7.1.2 Сеизмични проектни основи за Кран 145 t в сградата на СХОГ

Аналогично на сградата, и кранът е оценен за следните неблагоприятни комбинации от товарни състояния:

- Проектно земетресение (ПЗ) от 1 E-02 /г. (ускорение 0,1 g) при работещ кран 145 t
- Максимално разчетно земетресение (МРЗ) от 1 E-04 /г. (ускорение 0,2 g) при неподвижен кран 145 t.

Както сградата, така и кранът са проектирани така, че да издържат на ПЗ и МРЗ без разрушаване на конструкциите или падане на товара.

2.7.1.3 Сеизмични проектни основи за друго технологично оборудване

Захващащите устройства (кука и траверси) и обръщащите устройства са оценени само за Проектно земетресение (ПЗ) от 1 E-02 /г. (ускорение 0,1 g) при работещ кран в Зоната за съхранение, включително натоварванията от собствено тегло, дълготрайните натоварвания и импулсните натоварвания.

Защитната врата е оценена на ПЗ (ПЗ) от 1 E-02 /г. (ускорение 0,1 g) при всякакво положение на вратата, и за Максимално разчетно земетресение (МРЗ) от 1 E-04 /г. (ускорение 0,2 g) при затворена врата.

2.7.1.4 Сеизмични проектни основи за Контейнери CONSTOR® 440/84

Доказана е стабилността на контейнерите срещу преобръщане при сеизмични натоварвания за Проектно земетресение (ПЗ) от 1 E-02 /г. (ускорение 0,1 g) и за Максимално разчетно земетресение (МРЗ) от 1 E-04 /г. (ускорение 0,2 g)

2.7.2 Основни експлоатационни мерки за поддържане на СХОГ в безопасно състояние след земетресение

СХОГ има пожароизвестителна система, която осигурява и локална сигнализация, и такава в постоянно функциониращ контролен център с персонал, като те известяват противопожарната служба на площадката. Има подходящ достъп за противопожарните превозни средства до СХОГ и коридора между СХОГ и ХОГ. Основните експлоатационни мерки предстои да бъдат актуализирани и описани в Окончателния отчет за анализ на безопасността. Той ще бъде част от документацията, необходима за издаване лицензия на СХОГ.

2.7.3 Оценка на косвените ефекти от земетресението

Съществуващите съоръжения на площадката на АЕЦ „Козлодуй“, които могат да окажат въздействие върху СХОГ след сеизмично събитие, са ХОГ и комина на СК-2.

Вследствие извършените анализи на сградата на ХОГ са изпълнени различни укрепвания (допълнителни стоманени връзки, ферми и подпори, както и изграждането на монолитни стоманенобетонни стени). Тези анализи са извършени като са използвани най-новите данни за сеизмични ускорения и спектри.

Коминът на СК-2 е анализиран за новите сеизмични характеристики на площадката. Важно е да се отбележи, че даже при сценарий на разрушаване на комина, същият няма да засегне СХОГ, поради неговата отдалеченост от сградата

Заклучението е, че площадката на СХОГ няма да бъде негативно повлияна от други съоръжения на площадката на АЕЦ „Козлодуй“, при земетресение.

2.7.3.1 Оценка на потенциалните откази на КСК, не квалифицирани сеизмично, които могат да компрометират безопасното и устойчиво състояние на контейнерите, чрез механично взаимодействие или чрез вътрешни наводнения

Този сценарий разглежда последствията при контейнер, който е затрупан с отломки, които биха могли да са в резултат на екстремни външни инициращи събития, като земетресение, експлозия на газ или самолетна катастрофа.

За степен на затрупване с отломки 100 % резултатите от изчисленията при консервативни допускания показват, че максималната температура на обвивката може да бъде превишена съответно само след повече от 2 или 3 дни.

Разглеждайки конструкцията на покривното покритие, трябва да се очаква реалистична степен на заравяне със сигурност под 50%. Това увеличава времето на разположение за контра мерки до повече от 7 дни. Дори за този най-лош случай на сценарий на авария със

загуба на отвеждане на топлина има достатъчно време на разположение, за да се вземат адекватни контрамерки, т. е. отстраняване на отломките и възстановяване на естествената вентилация.

2.7.3.2 Потенциална загуба на външно електрозахранване в следствие разрушаване на основната инфраструктура на площадката

Сценарият за пълна загуба на електрозахранване не е релевантен по отношение на безопасността на СХОГ. Поради наличието на пасивната система за отвеждане на топлината от радиоактивното разпадане, безопасният режим на работа на съоръжението за съхранение е независим от електрозахранването.

2.7.3.3 Други косвени въздействия, предизвикани от пожари, експлозии, наводнения

Земетресението като изходно проектно събитие може да предизвика пожар, който да укаже термично въздействие върху контейнерите.

За избягване на отрицателните ефекти върху безопасността вследствие на пожар са предвидени следните мерки:

- първичната защита срещу пожари е осигурена в проекта чрез минимизиране на потенциалните източници на запалване и на натоварванията от пожари;
- в случай че възникне пожар, в сградата на СХОГ е предвидена система за откриване на пожар;
- проектна защита на контейнерите от пожар (Контейнерите са проектирани да издържат на тежкия граничен аварийен случай на пожар с постоянна температура от 600° C с продължителност 1 час, като поддържат температурата на обвивките на горивото под границата от 330° C).

При проектирането на контейнерите и на сградата на СХОГ е разгледан сценарий на експлозия на площадката или експлозия на минаващо покрай СХОГ превозно средство. Вътрешните експлозии могат да се изключат, тъй като в рамките на съоръжението няма експлозивни материали.

Сградата на залата за съхраняване на СХОГ е проектирана да издържи вълната на налягането от експлозия на газов облак. Независимо от това, не може да бъде изключено, че отломки от конструкцията на покрива (тънки метални плочи) биха могли да паднат в залата за съхранение.

2.8 ПОТЕНЦИАЛНИ РАЗРУШЕНИЯ ИЗВЪН ПЛОЩАДКАТА, ВОДЕЩИ ДО ПРЕДОТВРАТЯВАНЕ ИЛИ ЗАБАВЯНЕ ДОСТЪП НА ПЕРСОНАЛ И ОБОРУДВАНЕ ДО ПЛОЩАДКАТА

За да се отчетат евентуалните неблагоприятни въздействия на сеизмично индуцираните разрушения в националната инфраструктура около централата върху способността ѝ да съхрани функциите си на безопасност след сеизмично събитие е необходимо да се проведат изследвания, които да покажат кога и какви сеизмични откази и поражения могат да се очакват в нея. Възможните неблагоприятни ефекти върху централата основно се свеждат до:

- загуба на външно електрозахранване;
- разрушаване на пътища и мостове;
- интензивни разрушения в най-близките населени места, които да доведат до невъзможност за окомплектоване на оперативния персонал на централата;
- потенциални аварии в газопреносната мрежа с последващо обгазяване и др.

Необходимо е да бъдат направени допълнителни анализи за поведението на инфраструктурата около централата при сеизмични въздействия и да бъде оценено влиянието ѝ върху безопасността ѝ.

2.9 СЪОТВЕТСТВИЕТО С ТЕКУЩИТЕ ЛИЦЕНЗИОННИ ОСНОВИ

2.9.1 Общи положения

В АЕЦ “Козлодуй” е изградена система за управление на дейностите по осигуряване на съответствието с лицензионните условия на ядрените съоръжения чрез ефективна организационна структура с ясно дефинирани цели, функции и задачи, осигурени човешки и финансови ресурси. Процесите и дейностите са описани в Наръчник за управление на качеството в АЕЦ “Козлодуй” [88] и Правилник за устройството и дейността [89].

Дирекция “Безопасност и качество” организира цялостния процес за получаване на необходимите лицензии и разрешения за ядрените съоръжения, съгласно изискванията на Закона за безопасно използване на ядрената енергия и подзаконовите му актове [90]:

- Регистрира условията на лицензиите, разрешения и предписания на АЯР и на другите специализирани контролни органи, осъществява контрол за изпълнението им и ги отчита пред съответния контролен орган.
- Организира и провежда вътрешно дружествения контрол за спазване на лицензионните условия и условията на издадените от регулаторите разрешения, предписания, нормите, правилата и инструкциите, документира и анализира резултатите от контрола, при необходимост разработва коригиращи и превантивни мерки.

Дейностите по изпълнението на лицензионните условия се провеждат от структурните звена отговорни за експлоатацията на съответните ЯС.

2.9.2 Управление на проекта. Внасяне на изменения

Утвърдени са правила за управление на проекта и са регламентирани условията и реда за вънасяне на изменения, за да се гарантира, че тези изменения са в съответствие с утвърдените проектни основи.

Измененията в проекта се извършват с цел повишаване надеждността и ефективността на експлоатацията, ремонта и контрола на съоръженията; за отчитане на нови изисквания на нормативната база или регулиращия орган; намаляване на риска; отчитане натрупания опит при експлоатацията; общо повишаване на безопасността на експлоатацията на централата.

Всяко изменение се извършва с техническо решение. За изменение, което има значение за безопасността на ядрените съоръжения, се предявява писмено искане за издаване на разрешение от АЯР.

2.9.3 Общ процес за обезпечаване КСК, необходими за безопасно поддържане на блоковете в спряно състояние след земетресение

Съгласно лицензионните документи и в съответствие с лицензионните изисквания и условия, АЕЦ “Козлодуй” като експлоатираща организация е разработила система от технически и организационни мерки за поддържане в изправно състояние на КСК важни за безопасността, чрез диагностика, предприемане на профилактични мерки, техническо обслужване, ремонт, изпитвания, проверки и оперативен контрол, замяна на отработили ресурса конструкции и компоненти. Създадена е система за документиране на резултатите от изпълняваните дейности и от експлоатационния контрол.

За квалификацията на всички КСК важни за безопасността на ядрените съоръжения е създаден непрекъснат процес, включващ архивиране (паспорти, заводски инструкции), документиране (планове, програми, инструкции) и поддържане на данни (функционални изпитания, актове за готовност, текущ контрол) за способността на оборудването да изпълнява функциите си за времето на целия експлоатационен ресурс. Този процес е стартирал с проектирането на ядрените съоръжения и ще продължи до края на експлоатационния им ресурс като се отчита стареенето на КСК, модификациите, ремонти, експлоатационна история, отказите на елементи, подмяната на компоненти и нарушенията в нормалните условия на експлоатация.

На 5 и 6 блок е утвърден „Списък на КСК класифицирани по безопасност, сеизмика и качество [91]”.

Техническото обслужване и ремонтните дейности в АЕЦ “Козлодуй” ЕАД се извършват от висококвалифициран и обучен персонал. Целта на техническо обслужване и ремонт е да гарантира, че КСК са в състояние да изпълняват проектните функции и поддържат проектните характеристики съгласно технологичните регламенти на ЯС.

Дейностите по техническо обслужване и ремонт включват:

- планиране на техническото обслужване и ремонта;
- извършване на планираното обслужване и ремонта;
- аварияен ремонт и отстраняване на дефекти;
- контрол на качеството при техническото обслужване и ремонта.

Плановото техническо обслужване и ремонт се извършва за поддържане и възстановяване на оборудването и неговите елементи. Тези дейности са съобразени с изискванията на производителите, надзорните органи и нормативно-техническите документи, имат определена периодичност и регламентиран обем и обхващат следните видове техническо обслужване и ремонт: основен ремонт, среден ремонт, текущ ремонт и планово-профилактичен ремонт.

Периодичността и обема на плановете техническо обслужване и ремонт са определени от тяхната важност за безопасността, Технологичния регламент и инструкциите по експлоатация, съдържащи експлоатационните предели на надеждност на оборудването и системите, резултати от текущия контрол и периодичните функционални изпитания, периодични анализи на настъпили откази и тенденциите на важни технологични параметри и показатели за безопасна експлоатация.

Контролът на качеството по време на техническото обслужване и ремонта се извършва от високоспециализиран, упълномощен персонал в обем, определен в документите за изпълнение на дадената дейност.

Всички дейности се извършват по утвърдени планове, програми и процедури.

На надзорните съоръжения се извършват периодични технически прегледи за да се гарантира, че са изправни и е възможна тяхната безопасна експлоатация.

Проектната, конструкторската, технологичната, монтажната, експлоатационната и ремонтната документация на надзорните съоръжения се разработва при спазване на изискванията на АЯР за изпълнение на съответната работа и в съответствие с проекта на АЕЦ.

Надзор за изпълнение на изискванията на нормативните документи по ТН се осъществява от Инспектори ведомствен технически надзор в сектор “Ведомствен вътрешен технически надзор” на Управление “Безопасност”.

Въведени са Програма за надзор на оборудването на блокове 1-4 [92] и Програма за надзор на оборудването на блокове 5 и 6 [93]. В тях са взети предвид изискванията на „Отчет за анализ на безопасността” на съоръженията, технологичните регламенти, резултатите от анализите на надеждността на системите за безопасност. Целта на програмите е поддържане готовността на оборудването и потвърждаване на съответните предели и условия по време на експлоатация.

Дейностите по техническа поддръжка и ремонт, безразрушителен контрол на метала, модернизации и реконструкции, освидетелствания и изпитания на оборудването, включително и по неговата квалификация, са включени в „Програма за управление на ресурса на 3 и 4 блок” [94] и „Програма за управление на ресурса на 5 и 6 блок” [95]. Изборът на КСК подлежащи на контрол и оценка на остатъчния ресурс е направен предвид тяхната класификация и квалификация, и значението им за изпълнение на функциите на

безопасност. Утвърден е „Списък на важни за безопасността системи и компоненти, подлежащи на ремонт и техническо обслужване на 5 и 6 блок”[96].

За изпълнение на посочените програми са създадени съответни специализирани структури и звена. За всяка дейност са разработени писмени процедури в съответствие със системата за осигуряване на качеството. Дейностите се извършват от квалифициран персонал.

Безопасната експлоатация на хидротехническите съоръжения и всички дейности по контрола на състоянието им, както и на строителните конструкции, с цел ефективно управление на ресурса, се осигурява от обособена структура - Цех “Хидротехнически съоръжения и строителните конструкции”. Провежда се сеизмичен мониторинг на съоръженията и площадката на „АЕЦ Козлодуй” и кадастралното обслужване на територията на дружеството.

Управлението на ресурса включва паспортизация, контрол на състоянието и развитието на инженерно-строителните обекти чрез специализирани наблюдения и измервания, програми за комплексни и 72-часови изпитания на новоизградени съоръжения и оборудване, изпитания след ремонт и реконструкции, разработване и /или осигуряване на мерки за коригиращи въздействия върху обектите, контрол на измененията.

За сеизмичен мониторинг на КСК в “АЕЦ Козлодуй” ЕАД е изградена система от десет акселерографи, три различни типа. Системата осигурява сеизмичен контрол на оборудването и конструкциите, регистрация и архивиране на данните. Схемата на разположение на акселерографите е утвърдена от МААЕ. Разработени са графици за месечна, шестмесечна и годишна проверка. За всяка дейност са разработени писмени процедури в съответствие със системата за осигуряване на качеството. За всяка проверка се изготвят актове. Дейностите се извършват от квалифициран персонал. Актовете се архивират към досието на съответния прибор.

Провежда се геодезичен мониторинг на деформациите на хидротехническите съоръжения, строителните конструкции и технологичното оборудване, изпълнение и контрол на кадастралните дейности на териториите собственост на “АЕЦ Козлодуй” ЕАД.

За контрол на изградените хидротехнологични съоръжения за техническо водоснабдяване (БПС, ЦПС 1-4, студен канал, топъл канал, резервен топъл канал, шахтови помпени станции 1-6) са разработени „Инструкция за експлоатация” [128] и „План за действие при аварийни условия за експлоатация на съществуващите хидротехнологични съоръжения за техническо водоснабдяване в “АЕЦ Козлодуй” ЕАД” [124].

2.9.4 Програми и процедури осигуряващи доставки, запаси, резерви и мобилно оборудване

Дейностите по планиране и поддържане на готовност за реагиране при аварийни състояния, оценка на изходните събития, класификация на аварията, оповестяване, управление на аварията и защита на персонала, населението и околната среда са регламентирани във вътрешния аварийен план на централата.

Активиране на аварийните структури на АЕЦ „Козлодуй”

Аварийните състояния се класифицират съгласно Наредбата за аварийно планиране и аварийна готовност при ядрена и радиационна авария [97], по отношение на възможните последици и свързаните с тях мероприятия, които трябва да бъдат изпълнени.

Клас “обща авария” е авария, включваща реално или възможно изхвърляне на радиоактивни вещества и облъчване на персонал и население, което налага предприемане на незабавни защитни мерки за населението.

Клас “местна авария” е авария, включваща значително намаляване на степента на защита на персонала и на лица в зоната за превантивни защитни мерки.

Клас “локална авария” е авария, включваща значително намаляване на степента на защита на персонала, без риск за населението.

Клас “тревога” са настъпили събития, в резултат на които нивото на безопасност е неизяснено или значително се снижава, включително природни бедствия (наводнения, урагани, снежни навявания).

Тревога се обявява при природно бедствие (наводнение, ураган, снежни бури), причиняващо разрушаване на строителни конструкции на площадката, свързани с нарушаване на експлоатационния процес.

В аварийните планове АЕЦ „Козлодуй“ се предвижда наличие на мобилно оборудване и запаси, които са на разположение на площадката и са годни за употреба.

Аварийни запаси от горива

Необходимите, неприкосновени и аварийни запаси от дизелово гориво и масло за осигуряване на продължителна работа на аварийните източници на електрозахранване на площадката на АЕЦ “Козлодуй”, изискванията към контрола, реда и отговорностите за поддържането и възстановяването им са регламентирани в “Инструкция за осигуряване на необходимите запаси от гориво и масло за продължителна работа на аварийните източници на електрозахранване в ”АЕЦ Козлодуй” ЕАД” [42].

Определени са лицата, които провеждат независим вътрешен контрол за поддържането на запаса от горива и масло, осигуряват доставките, контролират поддържането, планирането и възстановяването на запасите, извършват периодичен вътрешен контрол. Определени са изискванията за входящ и периодичен контрол на химическия състав на горивата.

План за действие при аварийни условия за експлоатация на съществуващите хидротехнологични съоръжения за техническо водоснабдяване в “АЕЦ Козлодуй” ЕАД [124].

За аварийни условия за експлоатация на хидротехнически съоръжения считат тези, при които режимът на работа за едно или повече хидротехнически съоръжения надхвърля предвидените в проекта гранични изчислителни натоварвания и има данни за нарушаване на конструктивната им годност и сигурност.

В плана за действие при аварийни условия [124] е създадена организация, гарантираща постоянна готовност за провеждането на неотложни мероприятия за ограничаване на последствията при аварийни условия и състояния за експлоатация на хидротехническите съоръжения в “АЕЦ Козлодуй” ЕАД. Планът се въвежда и при природни бедствия - земетресения, наводнения от р. Дунав, проливни дъждове и бури, предизвикващи ерозия на въздушните откоси, свличания, обрушвания и др.

Регламентиран е необходимия постоянен резерв от технически средства, инструменти и материали за овладяване и ограничаване на последствията, начина на уведомяване при възникнали събития, включително и заинтересовани външни организации.

Създадени са и се поддържат 3 аварийни склада. В аварийните складове се съхраняват строителни материали и инструменти, технически средства, материали и пособия необходими за бързо локализиране на евентуални повреди и нарушения. Откритите складове са оградени и обозначени по подходящ начин и е осигурен достъп на механизация.

Аварийен план на отдел „Автотранспорт”

Аварийният план на отдел „Автотранспорт” [130] е част от вътрешния аварийен план на АЕЦ “Козлодуй”. Планирани са мероприятията по транспортното осигуряване на аварийно-спасителните и възстановителни работи при авария: поддържане на 24-часово аварийно дежурство; поддържане в изправност на определените за действие по Аварийния план транспортни средства; превоз на дежурните по Аварийния план от местата за събиране; евакуация на незащитен персонал в аварийните мероприятия.

Провеждането на аварийно-спасителните и възстановителни работи при авария, включват превоз на материали и резервни части и осигуряване на специализирана подемно транспортна техника – 9 товарни автомобили (самосвали, бордови машини), инженерна техника - 8 машини (фадрона, автобагери, булдозери) и 15 специални автомобили (кранове, влекачи и цистерни). Товарният транспорт и специализираната подемно транспортна техника е собственост на АЕЦ „Козлодуй“ и включва общо 32 автомобили, разположени на площадката на 5 и 6 блок.

В Аварийния план на отдел „Автотранспорт“ е включено снегочистването и опесъчаването на пътната настилка на АЕЦ през зимния период.

Дейността на отдел автотранспорт по време на авария се координира от Главния дежурен на атомен енергоблок до сформирани на аварийните структури, а след сформиранието им от Ръководителя на службите за поддръжка от Групата за ръководство.

Аварийни запаси съгласно технологичните регламенти

Съгласно технологичните регламенти на ядрените съоръжения се поддържат необходимите аварийни запаси от борна киселина, реагенти, реактиви за химичните и радио химичните лаборатории, борни разтвори и обезсолена вода в баково стопанство на Специализиран корпус 2, Специализиран корпус 3 и цех „Химическо водоочистване“ за привеждането им в безопасно състояние.

В аварийния план на АЕЦ „Козлодуй“ [25] са предвидени мерки, свързани с управлението на ядрените съоръжения по време и след земетресение, като се акцентира на прогнозиране и превантивност в последователността на действие. На площадката на „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД е предвидена и изградена необходимата инфраструктура за реагиране при сеизмични събития.

2.9.5 Общ процес за осигуряване наличността и готовността на външно мобилно оборудване и доставки, предвидени в аварийните планове след земетресение (природни бедствия)

Външните сили и средства, които се привличат в помощ на “АЕЦ Козлодуй” ЕАД са определени в Националния аварийен план за провеждане на спасителни и неотложни аварийно-възстановителни работи при възникване на бедствия, аварии и катастрофи [72]. Държавните органи поддържат резерв от средства за деконтаминация, храни, облекла и горива за нуждите по прилагането на външния аварийен план.

Изградена е система за връзка и взаимодействие с националните аварийни служби и включването на аварийните действия в централата в Националния аварийен план [72].

Осигуряването на пожарогасенето и аварийно-спасителната дейност на територията на площадката на АЕЦ „Козлодуй“ и зоната за превантивни мерки се осигурява със сили и средства на Районна служба пожарна безопасност и защита на населението - АЕЦ „Козлодуй“ и Районна служба пожарна безопасност и защита на населението – Козлодуй. Съгласно Националния аварийен план Главна дирекция пожарна безопасност и защита на населението на Министерството на вътрешните работи създава резерв от сили и средства за въвеждането им при необходимост в зоната за неотложни и превантивни защитни мерки.

При въвеждането на Националния аварийен план се свиква Националния щаб за контрол и координация към Министерски съвет с председател Министър председателят на Р. България или Министъра на вътрешните работи и Висшият съвет към Националния аварийен план за защита при бедствия и аварии. Към Националния щаб за контрол и координация се сформира Експертен съвет с членове експерти от различните министерства и ведомства, който определя и координира действията за доставки на необходимите суровини, материали и техника.

На 80 km от площадката на централата се намира тренировъчна база на Р. България и център за обучение на спасители към Главна дирекция пожарна безопасност на населението.

Центърът е сертифициран от НАТО и ЕК, разполага с тежка и инженерна техника, мобилни лаборатории, отряди за реагиране на 24 часово дежурство.

2.9.6 Потенциални отклонения от лицензионните основи, действия и мерки за отстраняването им

АЕЦ „Козлодуй“ спазва изискванията, нормите и правилата за ядрена безопасност, радиационна защита и физическа защита при осъществяване на дейностите в обхвата на издадените лицензии.

Не са установени несъответствия с лицензионните основи за разглежданите ядрени съоръжения, а направените препоръки произтичат от разгледаните консервативни анализи при съчетаване на най-неблагоприятните експлоатационни режими и при анализ на праговете (гранични) ефекти.

2.10 ОЦЕНКА НА ЗАПАСИТЕ ПО БЕЗОПАСНОСТ СРЕЩУ ЗЕМЕТРЕСЕНИЕ

Преоценката на запасите трябва да дефинира пределния капацитет на ядреното съоръжение, т.е. да установи стойностите на ускоренията, при които отказите на КСК ще доведат до компрометиране на изпълнението на функциите за безопасност и повредата на горивото ще бъде неизбежна.

2.10.1 Описание на методиката за оценка на запасите

Оборудването, което е важно за безопасността и участва в аварийните последователности е анализирано за сеизмична устойчивост, като са определени параметрите на функциите, описващи неговата условна вероятност за отказ (fragility curves).

За целите на преоценката на запасите по безопасност е извършен преглед на параметрите на функциите условните вероятности за разрушение на отделните КСК, получени в [31] и [33].

Кривите на условната вероятност за отказ на компонентите (елемент от строителна конструкция, оборудване или отделен елемент от съоръжение) се дефинират от вероятностите за неговия отказ при различни стойности на референтния параметър на сеизмично реагиране. Целта на анализите на сеизмичната уязвимост е да се определи стойността на максималното ускорение на свободната повърхност, при което сеизмично индуцираните усилия в разглеждания компонент, разположен в определена точка на строителната конструкция ще надхвърлят неговия капацитет.

Оценяването на тази стойност на ускорението се извършва, използвайки данните за проведените на етап проектиране и преоценка сеизмични анализи, като се отчитат динамичното реагиране на компонентите, действителните пространствени размери на строителните конструкции и свойствата на материалите.

Анализът се състои в последователно разглеждане на всички диапазони от сеизмични въздействия, като за всеки един диапазон се представят КСК, важни за безопасността, които отказват. Определят се промените в поведението на ЯС (изменението в протичането на аварийните последователности) и изменението в изпълнението на функциите за безопасност.

Последователното разглеждане на всеки диапазон позволява да се определи способността на ЯС да устои на различните по степен на тежест въздействия. Този подход позволява систематично да се постигне основната цел на преоценката по безопасност, а именно да се определят пределните стойности на ускоренията, които блокът може да понесе без тежко повреждане на горивото и изхвърляне на радиоактивни вещества в околната среда.

2.10.2 Оценка на запасите по безопасност срещу земетресение на 3-ти и 4-ти блок

Съгласно резултат представен в [41], следва че запасът на 3 и 4 блок съставлява 0,16g или 80% спрямо RLE (PGA=0,2g), т.е. блоковете могат да устоят без повреда на горивото на земетресение по-голямо 1,8 пъти от преоцененото и валидно към 30.06.2011г МРЗ.

2.10.2.1 Оценка на сеизмичното въздействие, което води до тежка повреда на горивото

Въз основа на анализа [41], може да се обобщи, че повредата на горивото не може да бъде предотвратена при PGA над 0,36g, т.е. при ускорения, за които се очаква втечняване на пясъците под Противопожарна помпена станция -2 и ЦПС-2.

До това ниво на въздействие блокът осъществява надеждно охлаждането на горивото в БОК (или в реактора). В горната част на диапазона $0,26 < PGA \leq 0,36$ е възможно да настъпи частично разхерметизиране на горивните касети от падане на тежки предмети върху БОК.

2.10.2.2 Сценарий с надпроектно земетресение, последвано от надпроектно наводнение

Съгласно анализа [41] [60], единственият реален сценарий е късане на хидровъзлите „Железни врата” 1 и 2 в резултат на земетресението. В този случай, обаче, ефектът от водното ниво ще се реализира на доста по-късна фаза от развитието на аварийния процес (около 20 часа след земетресението).

В условията на загуба на външно захранване и отказ на аварийните ДГ поради земетресението се губи захранването на потребителите, подключени към секции надеждно захранване.

Както е посочено в [41] за възстановяване на отвеждането на топлината от БОК се изискват действия от оперативния персонал по възстановяване на захранването на помпите за разхлаждане на БОК. Съгласно проекта, КРУ 0,4kV може да бъде захранено от секциите на ДСАПП, т.е. от АДГ на ДСАПП. Другата възможност за възстановяване на захранването на помпите за разхлаждане на БОК е чрез МДГ.

Във всички случаи, за възстановяване на захранването на помпите за разхлаждане на БОК е необходим достъп до КРУ 0,4kV. Следователно, ако очакваните разрушения по строителните конструкции доведат до ограничаване на този достъп, следва да бъдат организирани съответните действия по възстановяване на достъпа. Поради ниското енергоотделяне на горивото и значителния запас на топлоносител в БОК, може да се очаква, че е налице значителен запас от време, който да позволи адекватното организиране и ефективното изпълнение на всички необходими мероприятия по възстановяване на достъпа до КРУ 0,4 kV. По-подробна информация за запасите от време е представена в т. 5.3.1.2 на отчета.

В първоначалната фаза на аварийния процес, ДСАПП може да се използва за изпълнение на всяка една от функциите си. След достигане на водното ниво до площадката на АЕЦ „Козлодуй”, ДСАПП може да се използва само като алтернативен източник на захранване на помпите за разхлаждане на басейна, поради наводняването на сутерена на сградата. Захранването от ДСАПП е гарантирано за 72 часа, тъй като всеки АДГ разполага с не по-малко от 72 часов запас от гориво [42].

Като краен поглъtitел на топлина от теплообменника за охлаждане на БОК, при едновременна загуба на външно електрозахранване и аварийно електрозахранване от дизелгенераторите в ДГС-2, ще остане само охлаждащата вода, подавана от дизел-помпите на противопожарна помпена станция 2.

Очевидно, функцията за отвеждане на остатъчното енергоотделяне от БОК може да бъде осигурена при избрания сценарий за съчетаване на външните събития.

При този сценарий, единственото значимо последствие е свързано със самото сеизмично въздействие, т.е. с възможното падане на покривни елементи в БОК. Както е посочено в [41], при механична повреда на горивото, може да се очаква изпускане на продуктите на делене от газовата хлабина на теплоотделящите елементи. Тази активност ще бъде изпусната в околната среда, тъй като Централна зала няма статут на херметично помещение.

Може да се обобщи, че степента на резервиране на функцията за охлаждане на горивото в БОК е намалена в по-голяма степен, отколкото при самостоятелното въздействие на всяко едно от включените в сценария външни събития.

В случай, че преди земетресението и наводнението, горивото е разположено в реактора, съгласно условията на [43], [62] и [63], то поради загубата на система ПР и загубата на помпите на ДСАПП, отвеждането на топлината може да се реализира само чрез пожарни коли и осигуряване на разход през ПГ чрез отваряне на ПК ПГ.

Независимо от ниското енергоотделяне на горивото, ефективността от прилагането на подобна схема за разхлаждане следва да бъде аналитично проверена.

При оценката за приложимостта на схемата с разхлаждане с пожарни коли трябва да се имат предвид следните утежняващи ситуацията обстоятелства:

- Пожарните коли, собственост на АЕЦ „Козлодуй” са разположени срещу главния вход на 5 и 6 блокове. Това означава, че достъпът им до точките на присъединяване няма да бъде възпрепятстван от водното ниво. Строителните конструкции на съоръженията на противопожарната служба са проектирани по общонационалните противоземетръсни норми. Това означава, че са осигурени за сеизмични въздействия с $K_s=0.10$, при допускане на нелинейни деформации и частични повреди. Това означава, че при земетресение от диапазона $0,26 < PGA \leq 0,36g$, вероятно сградите на пожарната ще бъдат тежко повредени или разрушени, което може да възпрепятства излизането на колите от гаражите. Следователно, има сериозна вероятност наличните в противопожарната служба пожарни коли да не могат да бъдат използвани за осигуряване на функцията за отвеждане на топлината през ПГ.
- Възможно е да се използват пожарни коли доставени от други, незасегнати от сценария места едва след 24 часа. Тази възможност трябва да бъде адресирана в аварийния план и сериозно преоценена, имайки предвид, че при сеизмично въздействие от изследвания диапазон вероятно в областта ще възникнат множество сеизмично индуцирани пожари в гражданските обекти, а и противопожарните служби в близкия регион вероятно също ще бъдат сериозно засегнати.

2.10.2.3 Мерки за повишаване устойчивостта на 3 и 4 блок

Тъй като се очаква съхранението на ОЯГ в БОК на 3 и 4 блокове да приключи през 2012 година, не се налага да се изпълняват специфични мерки за повишаване на устойчивостта на тези ЯС.

2.10.3 Оценка на запасите по безопасност срещу земетресение на 5-ти и 6-ти блок

Запасът на 5 и 6 блок съгласно [41] съставлява 0,13 g или 65% спрямо RLE ($PGA=0,2g$, т.е. блоковете могат да устоят без повреда на горивото на земетресение по-голямо 1,65 пъти от преоцененото и валидно към 30.06.2011г RLE.

2.10.3.1 Оценка на сеизмичното въздействие, което води до тежка повреда на горивото

Въз основа на анализа проведен в [41] може да се обобщи, че повредата на горивото не може да бъде предотвратена при PGA над 0.33-0.35 g, т.е при ускоренията, за които се очаква втечняване на пясъците под бризгалните басейни.

2.10.3.2 Оценка на сеизмичното въздействие, при което се губи интегритета на херметичната конструкция на блокове 5 и 6

Реакторни сгради на блокове 5 и 6 са снабдени с херметични защитни черупки, които предпазват реактора и оборудването на I-ви контур от екстремни външни въздействия и служи, като последна бариера срещу разпространение на радиоактивни вещества в атмосферата.

Загуба на интегритет на херметичната конструкция може да се получи при компрометиране на защитната черупка, компрометиране на шлюзовете или на някоя от проходките.

Основните резултати от проведения анализ относно динамичното нелинейно поведение и сеизмичния капацитет на защитната херметична конструкция на Блокове 5 и 6 могат да се систематизират както следва:

- ограничени повреди и пукнатини в бетона без загуба на херметичност - при въздействия с $PGA=0,75g$;
- загуба на херметичност поради пластични деформации в стоманената обшивка - въздействия с $PGA=1,7g$;
- разрушаване на конструкцията поради скъсване на напрегателните снопове и срязване на стоманобетонното сечение - при въздействия с $PGA=1,9g$.

Най-вероятният механизъм за загуба на херметичност на защитната черупка на блокове 5 и 6 е посредством срязване на черупката във връзката между вутата (разширеното сечение в основата) и стандартното сечение на цилиндричната част. Консервативно оценената стойност на сеизмичното ускорение на свободно поле е $a_{max} = 1.9g$ ($9,5xMP3$).

2.10.3.3 Сценарий с надпроектно земетресение последвано от надпроектно наводнение

Единствените по-реални сценарии за съчетаване на надпроектно земетресение с наводнение е късане на хидровъзлите "Железни врата" 1 и 2 в резултат на сеизмичното въздействие при естествени води в р. Дунав с обезпеченост над $p = 1\%$ [60]. В тези случаи, обаче, формираното МВН т.е. водното ниво няма отношение към развитието на аварийния процес и поведението на блоковете се определя изцяло от ефектите, предизвикани от сеизмичното въздействие, виж [41].

За целите на преоценката на запасите по безопасност за 5 и 6 блокове на АЕЦ „Козлодуй“ се постулира хипотетично съчетаване на надпроектно земетресение и надпроектно наводнение - земетресение от диапазона $0,2 < PGA \leq 0,32 g$ и водно ниво над $+33,20 m$.

В съответствие с допусканията, направени при избора на сценарий за съчетаване на надпроектно земетресение и надпроектно наводнение се приема загуба на аварийни помпи питателна вода. Трябва да се отбележи, че тази загуба се определя изцяло от ефектите на водното ниво и ще настъпи на доста по-късна фаза от развитието на аварийния процес.

Както е отбелязано при всички сценарии за съчетаване на надпроектно земетресение с наводнение водят до загуба на ШПС от заливане. С тяхната загуба се губи и аварийното подпитаване на Бризгалните басейни на 5 и 6 блок, т.е. времето за осигуряване на краен поглъtitел на топлина ще бъде ограничено.

В съответствие с резултатите от [41], при земетресение в диапазона на сеизмични въздействия $0,2 < PGA \leq 0,32g$ се губи връзката с електропреносната мрежа, т.е. блоковете преминават в режим със загуба на външно захранване.

2.10.3.3.1 Описание на аварийните последователности

2.10.3.3.1.1 Реактор. Процес на разхлаждане

Както е посочено в [41], при тези нива на сеизмично въздействие се очаква загуба на външно захранване на ЯС, разположени на площадката на АЕЦ „Козлодуй“.

В резултат на земетресението ще сработи аварийната защита на реакторите. Сработването на аварийната защита ще се реализира по сигнал от система за индустриална антисеизмична защита, паралелно ще се генерират и сигнали за "Изключване на 3 от 4 работещи ГЦП при мощност на реактора над $5\%N_{ном}$ " или "Понижаване на честотата на 3 от 4 секции, захранващи ГЦП, под $46 Hz$ ".

Следва да се отбележи, че като следствие от разрушаването на машинна зала може да се очаква разкъсване на тръбопровод, присъединен към ПГ, т.е. блока ще премине в аварийна ситуация с изолируемо късане по втори контур. Преустановяването на теча по втори контур (с което се осигурява прекратяване на неконтролируемото разхлаждане на първи контур и предотвратяване на възможността за PTS процес) изисква затварянето на всички БЗОК. Сеизмичните въздействия от този диапазон не влияят върху функционалността на БЗОК и арматурите от неговата обвязка, поради което може да се приеме, че изолирането на ПГ ще бъде напълно успешно. Поради загуба на КИП и А оборудване е възможно да се наложи оперативния персонал да дублира действието на автоматиката от БЩУ.

Загубата на система за подхранване и продухване (предизвикана от загубата на секции собствени нужди) предопределя прекратяването на подаване на уплътняваща вода към уплътненията на ГЦП. Тъй като за този диапазон на сеизмични въздействия не се губи система междинен контур, то не се нарушава целостта на първи контур.

Следователно, за овладяване на аварийния процес е необходимо изпълнението на функциите за безопасност с останалото на разположение оборудване.

За цялостното изпълнение на функцията за осигуряване на подкритичност е необходимо поне една от: системата за аварийно впръскване на бор – високо налягане или системата за аварийно охлаждане на активната зона – средно налягане да остане работоспособна. Анализът в [41], показва:

- системата за аварийно охлаждане на активната зона – средно налягане запазва работоспособност след земетресението (За 5 блок, обаче, са на разположение само два канала на системата, поради отказа на първи канал на система за техническо водоснабдяване на потребителите, отговорни за безопасността);
- системата за аварийно впръскване на бор – високо налягане запазва работоспособност след земетресението;
- от изложеното, следва, че изпълнението на функцията и за двата блока може да бъде осигурено, тъй като се запазва високо ниво на резервиране.

Функцията за топлоотвод от първи контур ще бъде повлияна както от земетресението, така и от наводнението като:

- сеизмично, индуцирания отказ на системата за подхранваща вода на ПГ, поради разрушаването на машинна зала, определя намаляването на ресурса за изпълнение на функцията до системи аварийна питателна вода и системата за алтернативно подхранване на ПГ;
- помпи аварийна питателна вода отказват в резултат на наводняването на помещенията с вода, постъпваща от разположените в съседство помещения. (Този отказ, обаче се очаква на много по-късна фаза от развитието на аварийния процес във времето);
- системата за алтернативно подхранване на парогенераторите няма да бъде засегната от земетресението и водното ниво, но е възможно да бъде възпрепятствано предвижването на МДГ (Системата може да бъде използвана за подхранване само на един от двата блока, тъй като източникът за силово захранване МДГ е един за площадката).

Системата за алтернативно подхранване на ПГ може да осигури отвеждане на топлината от първи контур само за време малко над 24 часа [87]. Това време е напълно достатъчно за разхлаждане на единия блок до студено състояние. Въпреки това, следва да се има в предвид, че използването на системата за алтернативно подхранване на ПГ зависи от възможността МДГ да се придвижи до точката на подключване.

За другия блок (този към който не е подведен МДГ) функцията за топлоотвеждане към втори контур не може да бъде изпълнена след достигане на водното ниво до площадката на

АЕЦ „Козлодуй”. В този случай, за да се предотврати разгръването на реакторната установка и за да се възстанови охлаждането на активната зона на реактора, оперативния персонал изпълнява инструкции за оптимално възстановяване от пакета СОАИ (виж инструкции ВФЗ-2.1 и ВФЗ-3.1), [98] и [99].

В най-общия случай, действията се свеждат до разхлаждане на реакторната установка до 150⁰С и сваляне на налягането в първи контур до параметри, при които е възможно включването на системата за аварийно и планово разхлаждане, [98] и [99], т.е. до изпълнението на процедурата „feed and bleed”.

Очевидно, при разглеждания сценарий на съчетаване на надпроектно земетресение с надпроектно наводнение от съществено значение е времето за достигане на водното ниво до площадката на АЕЦ „Козлодуй” и времето за запълване на кота - 4,20, т.е. времето от земетресението до достигането на отказ на помпите за аварийна питателна вода.

Съгласно извършените анализит [86] може да се приеме, че са налице около 20 часа, от разрушаването на хидровъзлите “Железни врата” 1 и 2 и достигането на водното ниво до километъра на площадката на АЕЦ „Козлодуй”. Очевидно, може да се очаква, че загубата на помпи аварийна питателна вода ще се реализира в края на разхлаждането на реактора или след неговото завършване (зависи от скоростта на разхлаждане, която оперативния персонал ще избере). Следователно, на базата на анализите [31] може да се приеме, че запасите на вода в ПГ са достатъчни за успешното завършване на разхлаждането и изпълнението на действията посочни във ВФЗ-2.1 [98] и ВФЗ-3.1 [99].

Осигуряване на стабилно във времето охлаждане на активната зона на реактора за период от 72 часа без външни доставки може да се осъществи след като блокът се разхлади до студено състояние и охлаждането на активната зона се реализира чрез система системата за аварийно и планово разхлаждане, а топлината през топлообменника на САОЗ се отвежда от система техническа вода отговорни потребители към крайния поглътител – водата в бризгални басейни.

Водата в бризгални басейни и оперативните запаси от дизелово гориво на площадката са достатъчни, за да осигурят безопасно състояние на реактора в студено състояние за време от 7 денонощия без допълнителни доставки.

Функцията за охлаждане на активната зона по първи контур ще бъде повлияна от съчетаването на външните въздействия като:

- 5 блок: Изпълнението на функцията по линията за планово и ремонтно разхлаждане ще бъде ограничено до два канала на системата за аварийно и планово разхлаждане за 5 блок. Поради наводняването на ШПС, запасите в бризгалните басейни гарантират 60 часа изпълнение на функцията при поетапно превключване на наличните канали;
- 6 блок: Функцията ще се изпълнява в съответствие с проектните си основи, т.е. всички канали на системата ще са разполагаеми, тъй като не се засягат от земетресението. Поради наводняването на ШПС, запасите в бризгалните басейни гарантират 90 часа изпълнение на функцията при поетапно превключване на наличните канали.

Очевидно за 5 блок на АЕЦ „Козлодуй” ще се наложи намиране на подходящи решения за запълване на бризгалните басейни и/или използване на запасите им от вода на първи канал на СБ.

2.10.3.3.1.2 Реактор. Студено състояние

При това състояние топлината от горивото се отнема чрез работата на системата за аварийно и планово разхлаждане по линията за планово или ремонтно разхлаждане. Крайния поглътител на топлина се явяват бризгалните басейни.

При разглеждания сценарий на съчетаване на надпроектно земетресение с надпроектно наводнение, функционалността на нито една от работещите системи (системата за аварийно и планово разхлаждане или системата за техническо водоснабдяване на потребителите, отговорни за безопасността) не зависи от водното ниво, т.е. изпълнението на функциите за безопасност изцяло се определя от влиянието на земетресението.

Следователно, за това състояние не се разглежда сценарий със съчетаване на надпроектно земетресение и надпроектно наводнение, тъй като ефектът от земетресението е определен в рамките на [41].

2.10.3.3.1.3 БОК

Отвеждането на топлината от горивото в БОК се осъществява от съвместната работа на системата за разхлаждане на БОК или системата за техническо водоснабдяване на потребителите, отговорни за безопасността.

При разглеждания сценарий на съчетаване на надпроектно земетресение с надпроектно наводнение, функционалността на нито една от работещите системи (системата за разхлаждане на БОК или системата за техническо водоснабдяване на потребителите, отговорни за безопасността) не зависи от водното ниво, т.е. и тук, изпълнението на функциите за безопасност изцяло се определя от влиянието само на земетресението.

Следователно, за това състояние не се разглежда сценарий със съчетаване на надпроектно земетресение и надпроектно наводнение, тъй като ефектът от външните събития е определен в рамките на [41].

2.10.3.4 Мерки за повишаване устойчивостта на 5 и 6 блок

След извършените анализи за блокове 5 и 6 на АЕЦ „Козлодуй” се препоръчва да се извърши проучване на възможностите за алтернативни схеми за отвеждане на остатъчното топлоотделяне след отказ на система техническа вода отговорни потребители. В това предложение се има предвид евентуално използване на система ДСАПП, която е налична на площадката на АЕЦ „Козлодуй”.

2.10.4 Оценка на запасите по безопасност срещу земетресение на ХОГ

Запасът на ХОГ съставлява минимум 0,16g или 80% спрямо RLE (PGA=0.2 g), т.е. ХОГ може да устои без повреда на горивото при земетресение по-голямо 1,8 пъти от преоцененото и валидно към 30.06.2011г RLE.

2.10.4.1 Оценка на сеизмичното въздействие, което води до тежка повреда на горивото

Въз основа на анализа проведен в [41] може да се обобщи, че при ограниченията поставени в [42], ХОГ може да изпълнява функциите си за безопасно съхраняване на отработилото гориво до сеизмични ускорения в диапазона 0.36 – 0.39 g, след което настъпва колапс на основната носеща конструкция и сградата загубва способността си да поддържа естествената вентилация за охлаждане на басейните. Удължаването на ресурса за безопасно съхраняване на горивото в тази ситуация зависи от възможността за разчистване на строителните отломки и възстановяване, ако е възможно на естествената вентилация.

2.10.4.2 Оценка на сеизмичното въздействие, при което се губи интегритета на ХОГ

Съгласно подхода приложен в анализа [41] са определени сеизмичните ускорения, при които се приема, че конструкцията губи интегритет и не може да осигури естествената циркулация на въздуха, необходима за охлаждане на горивото. Получени са следните стойности:

- разрушително ускорение за колони по ред Г (190/50 cm) – 0.39 g;
- разрушително ускорение за колони по ред Г (60/50 cm) – 0.44 g.

Следователно в долната част на изследвания диапазон на сеизмични ускорения може да се очаква разрушаване на основните носещи колони на ХОГ и падане на покрива и крановете

върху покритието на басейните. Това вероятно ще доведе до повреди в чохлите, съхраняващи горивото и до повреди в стоманобетонната конструкция на басейните съпроводени със сериозни течове в повредените участъци.

2.10.4.3 Сценарий с над проектно земетресение последвано от над проектно наводнение

В съответствие с резултатите от [86], няма КСК, които да бъдат засегнати от МВН. Следователно, за това ЯС не се разглежда сценарий със съчетаване на надпроектно земетресение и надпроектно наводнение, тъй като ефектът от външните събития е определен в рамките на [41].

2.10.4.4 Мерки за повишаване устойчивостта на ХОГ

По отношение на ХОГ не са предлагат мерки за повишаване на устойчивостта, тъй като неговия запас се определя изцяло от капацитета на строителната конструкция.

2.10.5 Оценка на запасите по безопасност срещу земетресение за СХОГ

Съгласно проведенният анализ [41], следва че в относителни единици запаса на СХОГ съставлява 0,11g или 55% спрямо проектно МРЗ, което за ЯС е 0,2g, т.е. СХОГ може да устои без повреда на горивото на земетресение по-голямо 1,55 пъти от проектно МРЗ.

2.10.5.1 Оценка на сеизмичното въздействие, което води до тежка повреда на горивото.

Въз основа на инженерната оценка дадена в [41], може да се обобщи, че СХОГ може да изпълнява функциите си за безопасно съхраняване на отработилото гориво до сеизмични ускорения от порядъка на 0,31 g, след което може да се очаква колапс на основната носеща конструкция. Удължаването на ресурса за безопасно съхраняване на горивото в тази ситуация зависи от възможността за разчистване на строителните отломки и възстановяване, ако е възможно на естествената вентилация.

2.10.5.2 Сценарий с над проектно земетресение последвано от над проектно наводнение

В съответствие с резултатите от [86], няма КСК, които да бъдат засегнати от МВН. Следователно, за това ядрено съоръжение не се разглежда сценарий със съчетаване на надпроектно земетресение и надпроектно наводнение, тъй като ефекта от външните събития е определен в рамките на [41].

2.10.5.3 Мерки за повишаване устойчивостта на СХОГ

По отношение на СХОГ не са предложени мерки за повишаване на устойчивостта, тъй като неговия запас се определя изцяло от капацитета на строителната конструкция.

2.11 ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЗА ОЦЕНКАТА НА ВЛИЯНИЕТО НА СЕИЗМИЧНИ ВЪЗДЕЙСТВИЯ ЗА ПЛОЩАДКАТА НА АЕЦ „КОЗЛОДУЙ”

Съгласно извършеният преглед на преоценените през 1992г. (Проект BUL 9/012 “Site and Seismic Safety of Kozloduy and Belene NPPs”) сеизмични характеристики на площадка АЕЦ “Козлодуй” и допълнените изследвания 1995г. (изследвания за локални земетресения и вероятностно определяне на сеизмичното въздействие за целите на сеизмичния ВАБ) може да се направи извода, че преоценените сеизмични основи на площадката отговарят на изискванията на съвременната нормативна база.

Анализирано за сеизмична устойчивост е оборудването, което е важно за безопасността и участва в аварийните сценарий, като са определени параметрите на функциите, описващи неговата условна вероятност за отказ (fragility curves). Определени са пределните стойности на сеизмичните ускоренията, които всяко ядрено съоръжение може да понесе без да се достига до тежко повреждане на горивото и изхвърляне на радиоактивни вещества в околната среда.

От горните изводи следва, че анализът на надпроектното сеизмично въздействие е достатъчно консервативна и дава увереност, че в сеизмично отношение КСК на АЕЦ „Козлодуй” са в състояние да осигурят безопасността на централата при максимално възможните за площадката сеизмични въздействия.

Представените по-долу мерки за повишаване на устойчивостта на централата са свързани само с 5 и 6 блокове на АЕЦ „Козлодуй”. По отношение на ХОГ и СХОГ не са предложени мерки за повишаване на устойчивостта, тъй като техният запас се определя изцяло от капацитета на строителната конструкция. Тъй като се очаква съхранението на ОЯГ в БОК на 3 и 4 блокове да приключи до средата на 2012 година, то за тези ЯС също не се предлагат специфични мерки за повишаване на устойчивостта.

- Осигуряване на мобилен дизел генератор за всеки блок;
- Проучване на възможностите за алтернативни схеми за отвеждане на остатъчното топлоотделяне след отказ на система техническа вода отговорни потребители. В това предложение се има предвид евентуално използване на система ДСАПП (Допълнителна система за аварийна подпитка на парогенераторите), която е налична на площадката на АЕЦ „Козлодуй”;
- Осигуряване на разполагаемост на поне един бак от Системата за аварийна подпитка на парогенераторите при спрян блок с цел да се обезпечи използването на ПГ като алтернатива за отвеждане на остатъчното топлоотделяне.

В резултат на прегледа на извършената от лицензианта “АЕЦ “Козлодуй” ЕАД преоценка на запасите на съоръженията на площадката при земетресения АЯР счита, че са идентифицирани коректно силните и слабите места и приема направените предложения за подобряване на устойчивостта на централата при земетресение.

3. ВЪНШНИ НАВОДНЕНИЯ

РЕГУЛАТОРНИ ИЗИСКВАНИЯ

СПЕЦИФИЧНИТЕ ИЗИСКВАНИЯ на Наредбата за осигуряване на безопасността на ядрените централи, свързани с външните наводнения, са следните:

Чл. 29. За района на разполагане на ЯЦ и за площадката на ЯЦ се изпълняват инженерни проучвания и изследване на процесите, явленията и факторите от естествен произход, които могат да влияят върху безопасността на ЯЦ:

2. в границите на площадката на ЯЦ се определят:

е) влиянието върху безопасността на ЯЦ на повишаването на нивото на подпочвените води и заливане на площадката при разпространяване на повдигането на подземните води от язовирите, филтрацията от поливните земи, изтичания на вода, валежи, топене на сняг;

3. за площадката на ЯЦ се определят максималното ниво на водата и продължителността на възможното наводняване при падане на валежи, интензивно топене на сняг, високо водно ниво във водоема, блокиране на реката от ледове, лавина и свличане; за площадката на ЯЦ се оценяват характеристиките на възможното максимално наводнение при разливане на реката с честота 10^{-4} събития за година в съчетание с прилив и вълни, предизвикани от вятър;

4. за площадката на ЯЦ, разположена на брега на море, езеро или язовир, се определя вероятността за възникване и максималната височина на вълните цунами или сейши с отчитане на сеизмо-тектоничните условия, конфигурацията на крайбрежието, свлачища и срутвания във водата;

Чл. 30.(5) Определят се параметрите на въздействие върху ЯЦ и вероятността за достигането им при събития, предизвикани от:

3. наводнения, включително свързани с достигане на напорните фронтове при разкъсване на язовири, разположени срещу течението на реките, по-нагоре от площадката на ЯЦ, или поради валежи, снежни лавини и топене на снежната покривка;

8. колебания на водното ниво в източника за водоснабдяване на ЯЦ.

Съгласно [131] всички АЕЦ, разположени на площадки, където е възможно наводняването им, трябва да издържат проектното МВН. Най-подходящото проектно решение е котата на централата и компонентите, важни за безопасността, да са разположени над МВН.

3.1 ПРОЕКТНИ ОСНОВИ

3.1.1 Наводнения, срещу които е проектирана централата

Източниците на евентуални външни наводнения са максималните възможни естествени водни нива на река Дунав, разрушаване на стените на хидровъзел „Железни врата”, авария на яз. „Шишманов вал”, скатови води от местността „Маришкин дол“, води от приточната долина „Маричин валог” и продължителни проливни дъждове на площадката на централата.

3.1.2 Настоящи преоценки на МВН

3.1.2.1 Характеристики на преоценените МВН

При определяне на възможните максимални водни нива на р. Дунав се отчитат както естествените екстремални водни нива, така и водните нива при скъсване на двата хидровъзела “Железни врата” 1 и 2. Отделно е отчетено и влиянието на интензивни локални валежи, подприщване вследствие ледоход, както и образуване на вълни при навлизане на водата в низината.

По-долу са разгледани също и варианти на потенциални заливания на площадката на централата, предизвикани от евентуално скъсване на язовирната стена на язовир „Шишманов вал“, от скатови води от местността „Маришкин дол“ или води от приточна долина „Маричин валог“.

3.1.2.1.1 Определяне на МВН в следствие на повишение на нивото на р. Дунав

Разгледани са проекта на централата и три нови изследвания, отнасящи се към определянето и преоценката на максималното водно ниво (МВН), което може да бъде постигнато на площадката на централата. За кота 0,00 на площадката на АЕЦ е приета кота +35,00 по Балтийската височинна система.

Първоначално максималните водни нива на р. Дунав са определени в работния проект (том „Хидрология” от 1972 г. и том „НОПТУ” от май 1975) при водоземните съоръжения на АЕЦ „Козлодуй” на km 687 на:

Вероятност за достигне	1%	0,1%	0,01%
Водно ниво	29,93 m	30,87 m	31,73 m

В актуализирана техническа обосновка на безопасността [4]. са потвърдени максималните водни нива при естествен режим:

Вероятност за достигне	1%	0,1%	0,01%
Водно ниво	30,58 m	31,47 m	32,23 m

При изследване на Енергопроект за „Преценка на максималното ниво на наводняване”. I част, Декември 1991 и II част - март 1993 са определени максималните водни нива при хипотезата за разрушаване на хидровъзлите „Железни врата” 1 и 2. С отчитане на

преливането и разрушаване дигите и акумулиране на част от високата вълна от залетите равнини максималното ниво е 31,43 m, с 0,80 m по-ниско от проектното 32,23 m.

През 2010 г. е направено изследване във връзка с проектирането на АЕЦ „Белене“ за определяне на хидроложките и хидравлични характеристики на река Дунав [103]. Съгласно изследването максималното водно ниво при АЕЦ „Козлодуй“ при протичане на катастрофалната вълна, породена от разрушаването на хидровъзлите „Железни врата“ е 32,53 m. Това МВН се установява 28 часа и 20 минути след предполагаемо разрушаване на хидровъзел “Железни врата 1” и ще трае около 2 часа.

При всички постулирани случаи, свързани с екстремално повишаване на нивото на река Дунав, котата на МВН при заливане е под кота 0,00 на площадката, което потвърждава определянето на площадката на централата като „НЕЗАЛИВАЕМА“.

3.1.2.1.2 Определяне на МВН в следствие на скъсване на язовирната стената на яз. Шишманов вал

Изследвано заливане на площадката на централата, вследствие на разкъсване на язовирната стена на яз. „Шишманов вал“. Като следствие от това изследване при разрушение на стената при настоящото водно количество $2\,885\,600\text{m}^3$ може да се пресметне, че нивото на водата няма да надвиши кота 25,50 и няма да застраши сигурността на АЕЦ. При теоретично приемане, че обема на завиряване е максималния ограничен ($8,1\cdot 10^6\text{ m}^3$), то реално използваемия обем е $6\,990\,000\text{ m}^3$ (мъртъв обем – $1\,110\,000\text{m}^3$). При изпускане на това количество вода от язовира се очаква основните поражения от наводняване да бъдат по-скоро в гр. Козлодуй. Наводняването на низината северозападно от АЕЦ „Козлодуй“, експертно оценено няма да превиши кота 29,00, т.е. това водно ниво не представлява пряка опасност за централата, чиято кота е 35,00. Единствено възможно е за кратко време да бъдат извадени от строя Шахтовите помпени станции.

3.1.2.1.3 Определяне на МВН от приточна долина „Маричин валог“

Друг потенциален източник за заливане на площадката на централата е приточната долина на „Маричин валог“. През нея преминава малък приток на р. Дунав с непостоянен воден оток. В края на 70-те години, близо до бризгалните басейни е преминавало ерозионно дере с дълбочина 5m, което в последствие е било коригирано и засипано. С това действие е елиминирана възможността за заливане на площадката на централата от този източник.

3.1.2.1.4 Определяне на МВН от скатови води от местността „Маришкин дол“

За обезпечаване безпрепятствено провеждане на високи водни количества от скатови води около местността „Маришкин дол“, скатови води западно от площадката на АЕЦ „Козлодуй“ и води от напоителен канал М-1 (оразмерен да провежда $3,20\text{m}^3/\text{s}$) при преливането му или изпускане от дюкера, е изграден отводнителен канал западно от площадката на централата със сечение $9,00\text{m}^2$. С изграждането на този канал е преодоляна опасността от оврагообразуване и наводнение на площадката на АЕЦ „Козлодуй“ от цитираните по-горе източници.

3.1.2.2 Методология, използвана за оценка на проектното наводнение

Като методология за определянето на МВН е възприета методологията на изследванията, представени в доклад [103]. В доклада се разглежда проследяване на придвижването и наслагването на катастрофалните вълни, породени от разрушаването на язовирните стени в долен Дунав. Най-важен е първия разгледан сценарий, при който се приема последователно разрушаване на сега съществуващите хидровъзли „Железни врата 1 и 2“. При този сценарий, катастрофалната вълна се наслабва върху базисното количество $Q_0 = 10\,000\text{ m}^3/\text{s}$. Тази схема на разрушаване цели да бъдат получени максималните възможни параметри на вълната, в резултат на наслагването на двете вълни. Полученото максималното водно ниво при АЕЦ „Козлодуй“ е 32,53 m. То се установява 28 часа и 20 минути след предполагаемо разрушаване на хидровъзел “Железни врата 1” и ще трае около 2 часа. То е с

30 cm по-високо от проектното МВН при естествени условия, но е с 2,47 m под кота 0,00 на площадката.

3.1.2.2.1 Влияние на силни валежи

Дъждът по течението на Дунав над АЕЦ „Козлодуй“ участва в статистическото определяне на естественото МВН и не бива да се прибавя още веднъж към него. По друг начин стои въпросът при изчисленията при протичане на катастрофалната вълна, породена от разрушаването на хидровъзел “Железни врата 1”. Дъждът от равнината около АЕЦ „Козлодуй“ и от към брега може да участва в повишаване на водното ниво около площадката.

Валежите с вероятност $p = 0,01\%$ и катастрофалната вълна от разрушението на стените на „Железни врата“ са независими събития и вероятността да се случат едновременно е нищожно малка и не бива да се наслагват. Ако приемем и за валежите вероятност $0,01\%$, то вероятността да се случат едновременно е $0,01 \times 0,01 = 0,0001\%$. Такава вероятност е неприемливо малка за атомни централи. Затова по-реално е да се приеме допълнително повишение на водното ниво от валеж с по-голяма вероятност, например около $p = 1\%$. В този смисъл, експертно би могло да се приеме допълнително повишение на МВН с около 10 cm за сметка на валежи.

3.1.2.2.2 Подприщване от ледоход

В участъка на р. Дунав, разположен на българска територия, за повече от 70 години е имало само 5 запора при дебити от $4870 \text{ m}^3/\text{s}$ до $11910 \text{ m}^3/\text{s}$. Фактът, че последният е бил през 1963 г. показва, че след изграждане на хидровъзел “Железни врата” вероятността за замръзване на Дунав е намаляла чувствително.

Явленията катастрофална вълна от авария при „Железни врата“ 1 и 2 и ледови заторни явления са с малка вероятност и не би трябвало да се съчетават още повече, че при катастрофалните високи води с количество над $20\,000 \text{ m}^3/\text{s}$ задръстване от лед не е възможно. То е възможно при ниски до средни води (около 25,00), каквито са през зимата. По тези причини повишаване на водното ниво и наводняване на АЕЦ „Козлодуй“ от подприщване от ледоход не е приложимо.

3.1.2.2.3 Вълнение

Едновременно с високите вълни и валежите е съвместимо и силно вълнение. То ще се дължи на неравностите на терена, високите неравномерни скорости и на силни ветрове. Ако приемем експертно височина на вълната 0,60m надвишението може да се оцени на 0,30m (половин височина на вълнението).

3.1.3 **Заключение, относно адекватността на защитата срещу външни наводнения**

От изложеното дотук се вижда, че в периода на експлоатация на АЕЦ „Козлодуй“ са направени редица изследвания за преоценка на максималното водно ниво. Резултатите не се различават съществено. Между проектната стойност на естественото водно ниво при обезпеченост $0,01\%$ от 32,23 и последното изследване от 2010 при протичане на катастрофалната вълна разликата е 30cm. Предпоставката за внезапно пълно разрушение на стената на хидровъзел “Железни врата 1” е завишена, тъй като евентуално разрушение на стената не може да е пълно и внезапно. То ще бъде постепенно и ще започне от една част на комбинираната стена. Вълната на разрушение ще се развие постепенно и ще бъде с по-малък връх.

Последните изследвания, направени през 2010 при разрушаване на хидровъзлите Железни врата 1 и 2 при базисно водно количество $10\,000 \text{ m}^3/\text{s}$ и още разрушение на хидро възел Никопол – Турну Мъгуреле (ако той бъде изграден), показват водно ниво 34,51 m. Даже и при тези условия площадката на АЕЦ „Козлодуй“ не се залива.

В заключение може да се направят следните изводи:

- определеното в проекта АЕЦ „Козлодуй” МВН отразява всички влияещи фактори и това се потвърждава от направените по-късно изследвания;
- при наслагване на събития с ниска вероятност би могла да се дефинира следната пределна стойност на МВН - $32,53 + 0,1 + 0,30 = 32,93$ m.

МВН за площадката на АЕЦ „Козлодуй” е определено на 32,93m при текущото състояние на хидротехническите съоръжения по р.Дунав. Сценарият, при който се реализира това водно ниво е внезапно и последователно скъсване на хидровъзлите “Железни врата” 1 и 2 с наслагване на двете вълни и водно количество $10000 \text{ m}^3/\text{s}$. Допълнително са приети добавки за локален валеж и вълнение.

Последващите анализи на сигурността на централата ще се извършат за МВН = 32,93m.

Естествените водни нива в работния проект на АЕЦ “Козлодуй” са получени емпирично, като данните от наблюденията, върху които са базирани са с обезпеченост по-голяма от 1%. На следващ етап нивата и дебитите с обезпеченостите 0,5%, 0,1% и 0,01% са получени чрез екстраполация. Изследването на максималните водни нива при тези ниски вероятности е съпроводено и с преливане на защитните диги. Преливането на дигите е вероятно да започне по-нагоре по течението на Дунав, още при Тимок, Видин, Орсоя и Цибър. Същото ще бъде и с Румънските диги, както е и според изследванията от 2010 г, [103]. Зависимостите на водните нива при вероятности, където нивото надвишава котата на дигата (32,00m за АЕЦ “Козлодуй”) ще се различава от водните нива с по-големите вероятности и по-ниски нива, именно поради преливане на защитните диги, което коренно променя заливаемата площ. За естествените води в река Дунав с вероятности 10^{-5} до 10^{-7} прогнозираните водни нива са:

Вероятност за достигне	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}
Водно ниво	32,40 m	32,60 m	32,70 m

На база на така определените водни нива при естествен режим на река Дунав може да се направи оценка и на съчетаването на двете събития – естествените екстремални водни нива при малки вероятности (10^{-5} до 10^{-7}) и скъсване на хидровъзлите “Железни врата” 1 и 2. Следва да се отбележи, че комбинирането на двата сценария ще доведе до събитие с много ниска вероятност за реализиране. Прогнозираните водни нива са:

Вероятност за достигне	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}
Водно ниво	32,98 m	33,26 m	33,42 m

С тези резултати също се потвърждава приетата теза за това, че площадката на АЕЦ „Козлодуй“ е „НЕЗАЛИВАЕМА“.

3.2 ОБЕЗПЕЧАВАНЕ НА ЗАЩИТАТА НА ЦЕНТРАЛАТА СРЕЩУ МВН

3.2.1 Най-заstraшените при МВН КСК, необходими за привеждане и поддържане на блоковете в безопасно спряно състояние

3.2.1.1 3 и 4 блокове на АЕЦ „Козлодуй”

3.2.1.1.1 Основни КСК

Списъка от КСК от системите за безопасност и системите важни за безопасността е съставен от оборудване, чийто отказ може да доведе до неизпълнение на следните основни функции за безопасност (SSEL):

- отвеждане остатъчната топлина от басейна за отработени касети по време на или след авария;
- ограничаване на радиоактивните изхвърляния в околната среда.

Съгласно действащите лицензии за експлоатация на 3 и 4 блок в състояние "Е". Отработеното ядрено гориво се съхранява в приреакторните басейни. В аварийни състояния свързани с некомпенсируем теч от басейна за отработени касети, съгласно действащите документи [55],[56], горивото може да бъде преместено в реактора с цел, осигуряване надеждното му охлаждане с наличните системи по втори контур. Това налага при определянето на системите важни за осигуряване на безопасността да се отчитат и двете възможни месторазположения за съхранение на отработеното ядрено гориво.

3.2.1.1.2 Защитни мерки за поддържане на подаването на охлаждаща вода

Системата за охлаждане на БОК е двуканална по: помпи за разхлаждане на басейните, топлообменници, техническа вода и ел. захранване. При МВН не се очаква загуба на системите за разхлаждане на басейните за отработени касети.

Системата „Техническа вода за отговорни потребители“ е основния източник на охлаждаща вода. Теплообменниците за разхлаждане на басейните са включени винаги по техническа вода. Номиналната температура на водата в басейните се поддържа чрез включване и изключване на помпите за разхлаждане на басейните. Отвеждането на охлаждащата вода, при всички схеми на разхлаждане, става по щатните колектори за слив.

За резервиране охлаждането на отработеното ядрено гориво в басейна за отработени касети, към напорните колектори за Техническа вода за отговорни потребители, са монтирани два независими колектора за допълнителна охлаждаща вода от противопожарна система-2.

При неработоспособна система за разхлаждане, се осигурява чрез други методи (пълнене и поддрениране) или чрез непроектни схеми за разхлаждане (по разработени процедури) поддържане на температурата в БОК под 65 °С.

3.2.1.1.3 Защитни мерки за поддържане на аварийното електрозахранване

При МВН не се очаква загуба на източниците на аварийно електрозахранване, разположени в Дизелгенераторна станция - 2.

Следва да се отбележи, че е осигурено резервно захранване на помпите за разхлаждане на басейните от секциите на ДСАПП. По този начин, в условията на загуба на външно захранване, се осигурява захранване на помпите, както от системните дизелгенератори, така и от Аварийните дизелгенератори на ДСАПП.

В съответствие с 4.2.1.1. на [42], оперативният (неприкосновен) запас от гориво в Дизелгенераторна станция – 2 е общо 136,2 m³ (по 22,7 m³ за един дизелгенератор), който съгласно п. 4.2.1.2 на [42] осигурява непрекъсната работа на всеки от дизелгенераторите в продължение на повече от 7 денонощия.

В съответствие с п. 4.2.1.5 на [42], оперативният запас от масло е 2,7 m³, съхраняван в масления бак на всяка клетка в Дизелгенераторна станция - 2, или общо 16,2 m³. Този запас на масло съгласно п. 4.2.1.6. на [42] осигурява работата на 6-те дизелгенератора в Дизелгенераторна станция - 2 за повече от 10 денонощия. Ако се отчетат и неоперативните запаси, то може да се осигури допълнително работа на всички Дизелгенератори за време не по-малко от 7 дни за гориво, в съответствие с п. 4.2.1.4 и 20 дни за масло в съответствие с п. 4.2.1.7 на [42].

3.2.1.2 5 и 6 блокове на АЕЦ „Козлодуй“

3.2.1.2.1 Основни КСК

Списък от КСК от системите за безопасност и системите, важни за безопасността (СВБ) е съставен от оборудване, чийто отказ може да доведе до деградация или неизпълнение на следните основни функции (SSEL):

- безопасно спиране на реактора и поддържането му в безопасно, подкритично състояние по време на и след аварията;

- отвеждане на остатъчната топлина от активната зона след спиране на реактора по време на и след аварията;
- отвеждане остатъчната топлина от БОК по време на и след аварията;
- ограничаване на радиоактивните изхвърляния в околната среда.

На базата на резултатите от ВАБ ниво 1 [33], са определени основните КСК по отделните системи.

3.2.1.2.2 Защитни мерки за поддържане на подаването на охлаждаща вода

Проекта на система „Техническа вода за неотговорни потребители“, не предвижда специални мерки за поддържане на подаването на охлаждаща вода, освен предвидените за изпълнение на основната функция на системата. Охлаждащата вода се осигурява от помпи, вземащи вода от аванкамерата на „студения канал“. Системата не е част от системата за безопасност и принадлежи към системи „Нормална експлоатация“.

Система „Техническа вода за отговорни потребители“ е част от системата за безопасност. В проекта и са приложени всички принципи за изграждане на система за безопасност: резервиране, физическо разделяне и независимост на каналите. Каналите на системата работят по затворен контур с охлаждане на водата в бризгални басейни. В състава на всеки канал на системата влизат по два бризгални басейна. Всеки един от тях е оразмерен да отвежда цялото количество топлина, отделяща се в аварийен режим на блока и обезпечаване на температура на техническата вода на входа за охлаждане на отговорни потребители в границите от +4°C до +33°C.

При така избраните размери на бризгалния басейн, изменението на нивото с 1.5 m осигурява работата на система техническа вода за отговорни потребители без допълване на басейните при скорост на вятъра до 2 m/s в продължение на 30 часа. Осигурено е работно и аварийно подхранване на бризгалните басейни с вода.

Работното подхранване се осигурява от 4 електрически помпи за техническо водоснабдяване, а в случай на загуба на външно захранване от 4 дизелови помпи. Те са разположени в Циркулационна помпена станция 3 и 4, като във всяка станция има по 2 електрически и 2 дизелови помпи.

Аварийното подхранване на бризгални басейни е реализирано от 6 бр. артезиански кладенци в низината на р. Дунав.

При загуба на всички възможности за подхранване с вода на бризгалните басейни, охлаждането на горивото в реактора може да се осигури чрез използване на алтернативната система за подхранване на парогенераторите, а охлаждането на горивото в басейните за отработени касети чрез системата за запълването им.

3.2.1.2.3 Защитни мерки за поддържане на аварийното електрозахранване

Източниците на аварийно променливотоково електрозахранване за 5 и 6 ЕБ са аварийни дизел-генератори, допълнителните дизел-генератори и мобилни дизел-генератори.

Тъй като допълнителните дизел-генератори са разположени над кота 0,00 на площадката, а захранваните от тях секции нормална експлоатация са разположени на кота 3.60, те не се явяват потенциално застрашени от МВН.

Захранване на оборудването на системите за безопасност на 5, 6 блок се осъществява от аварийни дизел-генератори (по 3 за всеки блок). Захранваните от тях секции са разположени на кота 20.40, те не се явяват потенциално застрашени от МВН.

Потенциална заплаха от наводнение има за кабелните канали между ДГС и реакторно отделение които са разположени на кота 31 m.

Компановката на оборудването в дизел-генераторните станции предполага, че при евентуално наводнение на помещенията в дизел-генераторните станции ще бъдат засегнати

основно спомагателни съоръжения, като например прехвърлящите горивните помпи на дизел-генераторите. При това положение дизел-генераторът може да работи до изчерпване на горивото в гравитачния бак (за време около 7 часа на пълна мощност), през което време трябва да се търсят варианти с автоцистерни, за да се допълва този резервоар. Очевидно, постъпването на вода в помещенията на дизел-генераторните станции не предполага директен и моментален отказ на аварийните дизел-генератори.

В съответствие с [42], запасите от гориво и масло за продължителен режим на работа за аварийните източници за електрозахранване II категория осигуряват:

- Аварийни дизел-генератори: В съответствие с 4.3.1.1. на [42], оперативният (неприкосновен) запас от гориво в дизел-генераторни станции-5,6 е общо 672 m³ (по 112 m³ за всеки дизел-генератор), който съгласно п.4.3.1.2 на [42], осигурява непрекъснатата работа на всеки от дизел-генераторите в продължение на 3 денонощия;
- Допълнителен дизел-генератор: осигурена 70 часова работа;
- Дизелни помпи в циркуляционна помпена станция - 3,4: 24 часова работа на всички помпи (8 бр. по 2 пожарни и две за техническо водоснабдяване) едновременно;
- Дизел-генератор „Аварийна готовност”: 8 часова непрекъснатата работа при номинално натоварване без зареждане.

В “Нафтено стопанство” на площадката на 5 и 6 блок се съхранява аварийен запас (в два резервоара с вместимост по 2000 m³), осигуряващ допълнително работа на всички дизел-генератори едновременно в продължение на 7 денонощия. Запасите от масло (оперативни и резервни) са достатъчни за работа на дизел-генераторите в продължение на 20 денонощия, съгласно п.4.3.1.5 на [42].

Мобилния дизел-генератор е предназначен за осигуряване на захранване на алтернативните помпи за подхранваща вода за парогенераторите. Мобилния дизел-генератор може да захранва само една от двете помпи (тази на 5 блок или тази на 6 блок). Резервоарът за гориво е с вместимост 3,5 m³. Максималният разход на гориво е около 320 l/h. При този разход запасът в резервоара, намиращ се на платформата, стига за около 11 часа непрекъсната работа.

Системите за постоянно токово електрозахранване на системите за безопасност (I, II и III канал) са разположени на кота 20,40 и не се влияят от МВН. По данни от техническите изпитания, акумулаторните батерии издържат над 10 часа с реален товар без деградация.

3.2.1.3 ХОГ

3.2.1.3.1 Основни КСК

При определянето на важните КСК са взети под внимание документи [23], [104] и от [106] до [110], включително.

Системата за запълване, подхранване, преливане и изпразване на басейните за съхранение на горивото е определена като важни КСК поради изискванията на т. 5.5.2 на [23]. Вентилационните системи са определени като важни КСК поради изискванията на т.5.8.1 на [23] и [110]. Системата за електрозахранване е определена като значимо КСК, поради изискванията за вентилационните системи, както и поради т. 5.9.2 на [23].

3.2.1.3.2 Защитни мерки за поддържане на подаването на охлаждаща вода

Според определените КСК системата за охлаждане на отсеците за отработено ядрено гориво не представлява интерес за преоценката на запасите по безопасност, тъй като съгласно [23], тя може да е до четири денонощия неработоспособна, освен това и в т. 6.5.1.2 [22]. се казва, че обикновено се налага включване на системата за разхлаждане на басейна за съхранение на горивото за една седмица на месец.

3.2.1.3.3 Защитни мерки за поддържане на аварийното електрозахранване

За електрозахранване на оборудването от 1 и 2 категория е предвидена комплектна двутрансформаторна подстанция със сухи трансформатори, с мощност 630 kVA и двусекционно разпределително устройство, с резервиране между секциите. Захранването на подстанцията се осъществява по две независими кабелни линии от секции 6 kV на блокове 3 и 4.

3.2.1.4 СХОГ

3.2.1.4.1 Основни КСК

В съответствие с [30], следните КСК трябва да запазят своята функционалност по време на и след евентуално заливане на площадката:

- Системи за отводняване на дъждовната вода от съоръжението и площадката - за отстраняване на излишната повърхностна вода от СХОГ и площадката на СХОГ;
- Контейнери CONSTOR® 440/84 за съхранение на горивото от ВВЕР 440.

В съответствие с [30], залата за съхраняване на отработеното ядрено гориво се явява почти непрекъсната екранираща конструкция, което предотвратява значителен достъп на вода. Всички уязвими позиции на тази конструкция, такива като екранираща врата и аварийните изходи, могат бързо да бъдат запечатани.

Контейнерите CONSTOR® 440/84 са херметично затворени. Контейнерите са проектирани с дебели стени (480 и 500 mm), така че да се осигури отсъствие на неутронно взаимодействие между горивото в контейнера и околните контейнери. Поради това наводняването на контейнерите не може да окаже влияние върху подкритичността на горивото в контейнерите. Контейнерите осигуряват двойна херметично затворена бариера срещу достъп на вода в радиоактивния материал вътре, а външните повърхности на контейнерите са свободни от замърсяване (в рамките на допустими граници), така че наводнението не причинява течни отделяния на радиоактивен материал в околната среда.

3.2.1.4.2 Защитни мерки за поддържане на топлоотвеждането към краен поглътител

Контейнерите в СХОГ се охлаждат с естествената конвекция на въздуха при атмосферно налягане. Това предопределя невъзможността за възникване на загуба на охлаждане на контейнерите.

3.2.1.4.3 Защитни мерки за поддържане на аварийното електрозахранване

Използването на пасивен принцип за охлаждане на контейнерите в СХОГ предопределя независимостта на изпълнението на функциите за безопасност от източниците на електрическо захранване.

3.2.2 Основни средства, предвидени в проекта, за предотвратяване на въздействието на наводнения върху централата

3.2.2.1 Избор на площадката

Площадката на АЕЦ „Козлодуй“ е разположена на втората дунавска тераса. Котите на терена до брега на реката са около 26,0÷26,5 m, в низината – около 25,0÷26,0m, а на терасата на площадката - абсолютна кота +35.0 m. На север площадката на централата граничи с крайдунавската низина. На юг от площадката, склона на водоразделното плато е относително висок (100÷110 m), на запад е около 90 m, а на изток е по-нисък и се понижава до 30 m над морското равнище. Цялата низина е защитена със земнонасыпна дига, котите на която са от 31,80 ÷ 33,00.

3.2.2.2 Отводнителна система на низината

Поради постоянно високото ниво на подземните води на голяма площ, в низините в района на АЕЦ „Козлодуй“, са изградени отводнителни системи, в които се включват и

водите на спускащите се по северните склонове на платата дерета. Отводнителните системи включват 3 вида канали: дренажни, събирателни и главни.

Водите от главните канали се прехвърлят с помпена станция през дигите в р. Дунав. За площадката на АЕЦ „Козлодуй“, тази отводнителни системи имат особено значение, тъй като отпадните битови и дъждовни води се заустват в главните събирателни канали на системите.

Главния отводнителен канал минава покрай студения канал и завършва до защитната дига с аванкамера и отводнителна помпена станция. Тази помпена станция работи целогодишно и особено по време на покачване на водните нива в р. Дунав над кота 23.00 m. Тя поддържа ниско водно ниво под терена на дълбочина 2÷3 m от агротехнически съображения, за растеж на самите посеви и растения, и по този начин дренира всички филтрационни води от каналите.

3.2.2.3 Канализационна мрежа на площадката

Канализационната мрежа на АЕЦ „Козлодуй“ е предназначена да събира битово-фекалните и дъждовните води от площадката на АЕЦ „Козлодуй“ и да ги отвежда към Отводнителен канал № 1 на Козлодуйската отводнителна система. В тази мрежа се заустват и част от производствените отпадните води на АЕЦ „Козлодуй“.

Дъждовната канализация за цялата площадка се зауства директно в Отводнителен канал № 1 и затова навлизането на вода по нея до кота 32,93 не е възпрепятствано.

Битово-фекалните води от площадката на блокове от 1 до 4 се заустват без пречистване в Отводнителен канал № 1 посредством канал с трапецовидно сечение. За производствените отпадъчни води има изградени локални пречиствателни съоръжения. Битово-фекалните води от площадката на блокове 5 и 6 се пречистват, след което се заустват в Отводнителен канал № 1 посредством тръбопровод Ф 300.

При битовата канализация на Електропроизводство 2 водата преминава през пречиствателна станция преди заустването ѝ в Отводнителен канал № 1. Наличието на пречиствателната станция обаче, не решава проблема с навлизане на вода през битовата канализационна мрежа.

3.2.3 Основни експлоатационни мерки за защита срещу външни наводнения

3.2.3.1 Наблюдение и контрол на водното ниво на р. Дунав

3.2.3.1.1 Визуален контрол

За следене и контрол на водното ниво в р. Дунав е монтирана нивомерна рейка в аванкамерата на брегова помпена станция, km 687. По рейката визуално се отчита абсолютната кота на водното ниво на р. Дунав по Балтийската височинна система.

3.2.3.1.2 Автоматизирана система за контрол на водните нива

Оповестяване за наводнения от р. Дунав и авария по Хидротехническите съоръжения в АЕЦ „Козлодуй“ може да се индикира от показанията на автоматизирана система за следене хидравличния режим в двоен канал „АКВА“. Системата извършва автоматизиран контрол на водни нива и водни количества в двойния канал, водни нива в р. Дунав и температура на водата в начало топъл канал, край топъл канал и начало студен канал.

3.2.3.1.3 Взаимодействие с Агенцията за проучване и поддържане на р.Дунав

Друг източник за следене нивото на р.Дунав са ежедневните сведения, получавани по електронен път от Агенцията за проучване и поддържане на р.Дунав в гр.Русе.

3.2.3.1.4 Мониторинг на подпочвените води

Мониторингът на подпочвените нива в района на площадката на АЕЦ „Козлодуй“ се извършва в специално изградени за целта тръбни кладенци, наречени пиезометри. Всички пиезометри са реперирани и привързани към координатната система на АЕЦ „Козлодуй“.

Чрез ежемесечния контрол на местоположението на пиезометричната линия се извършва и косвен контрол на състоянието на облицовките и фугите на двойния канал, бризгални басейни, подземни водопроводи.

3.2.3.2 Аварийни процедури

Действията при наводнение или аварии, причинени от наводнения, са регламентирани в следните документи на "АЕЦ Козлодуй":

- Аварийен план на АЕЦ "Козлодуй", [25];
- Аварийен план за действие, при аварийни ситуации по съществуващите хидротехнически съоръжения за техническо водоснабдяване на АЕЦ „Козлодуй”, [124];
- Инструкция за експлоатация, мониторинг и контрол на изградените хидротехнически съоръжения за техническо водоснабдяване на АЕЦ "Козлодуй", [128];
- Инструкция за стартиране на оповестителен процес чрез системата за оповестяване на АЕЦ "Козлодуй", [129];
- План за действие на отдел "Автотранспорт" при аварийна ситуация в АЕЦ "Козлодуй", [130];
- План за медицинско осигуряване при авария в АЕЦ "Козлодуй";
- Външен аварийен план за АЕЦ "Козлодуй" [72].

3.2.4 Потенциални въздействия извън централата, включително възпрепятстване или забавяне достъпа на персонал, доставки на оборудване и материали до площадката

3.2.4.1 Потенциални въздействия върху прилежащите съоръжения в низината при МВН

Низината е разделена от хидротехническите канали на АЕЦ „Козлодуй” на три зони. Най-западната зона е ограничена от изток от топъл канал-2, на юг от АЕЦ „Козлодуй” и на запад достига и навлиза в гр. Козлодуй. Средната зона е ограничена от топъл канал-2, АЕЦ „Козлодуй” и двойният канал. Източната зона е ограничена от двойният канал и коритото на р. Огоста. По долу се разглежда наводняването на низината намираща се между площадката на АЕЦ „Козлодуй” и р. Дунав по отделно от трите различни зони с цел, да се покажат всички косвени въздействия от такива наводнения, които могат да окажат влияние върху работата на централата

3.2.4.1.1 Потенциални въздействия при наводняване на низината при разкъсване на дигата в зоната между топъл канал -2 и БПС

При разкъсване на държавната дига на първо място ще бъдат залети и възпрепятствани като източници за добавъчна вода за бризгалните басейни на 5 и 6 блок, Шахтовите помпени станции, които се намират в непосредствена близост до петата на държавната дига. Достъпът до Брегова помпена станция по суша най-вероятно ще бъде прекъснат. Това ще се случи в първите часове след разкъсването на държавната дига, защото отводнителните канали и пътищата към Брегова помпена станция са на ниска кота и бързо ще бъдат залети. При наводняването на низината и запълването и до кота 32.00 може да се очаква и разрушаване на част от стълбовете на електропроводите, попаднали на пътя на приливната вълна.

Аварийните тръбопроводи от аварийната помпена станция на брегова помпена станция до аварийния обем са стоманени и положени в изкоп, но при пресичането на отводнителните канали са открити и ги премостват. Тези открити участъци са уязвими и може да бъдат увредени от приливната вълна.

В низината формирана от топъл канал-2, студен канал-1 и Дунавската дига се изливат всички канализационни води от площадката на блокове от 1 до 4 и от реакторно отделение, дизел-генераторни станции и Машинна зала на площадката на 5 и 6 блок. Останалата част от

канализацията на площадката на 5 и 6 блок също ще бъде подприщена, тъй като водата ще премине над дюкера на слабонапорни канали и под топъл канал-2 през водостойците за канализационни и дъждовни води. Това може да създаде условия, водата да се върне по канализационните колектори за фекална и дъждовна канализация, преминаващи покрай Бризгалните басейни и да се запълни до котата на заливане на низината. Възможно е канализационните шахти на площадката да са пълни с вода до кота 32,93m. Наличието на пречиствателната станция за фекални води за площадката на 5 и 6 блок не възпрепятства навлизане на вода през битово-фекалната канализационна мрежа, тъй като е възможно водата да премине през шахта 537, която служи като преливник при превишаване капацитета на пречиствателната станция.

В гр. Козлодуй ще бъде зает квартала около мелницата и част от Ломско шосе. Достъпът от гр.Козлодуй до площадката ще е възможен през околоръстното шосе и КПП Хърлец. На запад водата ще достигне до градския парк северно от хотел „Истър”, ще залее сградите на РПУ, Пречиствателната станция, жилищни квартали. Подприщвайки градската канализация, наводнението в различна степен ще засегне цялата централна градска част.

3.2.4.1.2 Потенциални въздействия при наводняване на низината при разкъсване на дигата в зоната между гр.Козлодуй и топъл канал-2

При наводняване на низината от тази зона крайният резултат ще бъде почти същия както описаният в т.3.2.4.1.1. Разликата ще се състои в това, че само част от стълбовете ще поемат първоначалният удар от приливната вълна, тъй като останалите са предпазени от топъл канал-2.

3.2.4.1.3 Потенциални въздействия при наводняване на низината при разкъсване на дигата в зоната между БПС и р. Огоста

При наводняване на низината от тази зона, ще пострадат най-вече електропроводи Хърлец, Неутрон и Дунав. В зоната няма други съоръжения имащи отношение към работата на АЕЦ „Козлодуй” с изключение на откритите складове. При определени условия на формиране на първоначалната приливна вълна, може да бъде ерозирана и разрушена дигата на топъл канал-1. Нахлуването на вода към зоната от низината между двойният канал и топъл канал-2, може да стане само през отводнителните стоманобетонни тръбопроводи преминаващи под двойния канал.

3.2.4.2 Загуба на външно електрозахранване

Наводняването на низината и запълването и до кота 32.93, може да бъде съпроводено с разрушаването на част от стълбовете на електропроводите, свързващи “АЕЦ Козлодуй” и Брегова помпена станция с Електро-енергийната система на Република България (ЕЕС), попаднали на пътя на приливната вълна.

Тъй като тези стълбове са изградени с височина, съобразена с нивото на терена, отстоянието между електропроводите и водната повърхност в някои зони ще бъде с 5 – 5.5 m по-малко отколкото е било преди наводнението между същия електропровод и терена. Това значително намаляване на разстоянието може да доведе до къси съединения, респективно отпадането от работа и на онези електропроводи, чиито стълбове не са разрушени от приливната вълна. При всичко това дори площадката на самата Открита разпределителна уредба (ОРУ) да не е засегната от наводнението, е възможно централата временно да остане без външно електрозахранване поради загуба на част от връзките с ЕЕС на Република България

В режим на обезточване по обща причина на брегова помпена станция, чрез дизелагрегатите разположени в дизел-генераторните станции, може да се осигури електрозахранване за аварийните помпи, подаващи вода за аванкамерата (аварийният обем) на циркуляционните помпени станции и една брегова помпа.

3.2.4.3 Загуба на охлаждаща вода

Съгласно [86], наводняването на низината няма да доведе до загуба на охлаждаща вода.

При преливане или разкъсване на дигата и наводняване до кота 32,93, топъл канал 2 ще е пълен с вода до котата на реката, тъй като независимо дали работи или не, съоръженията му за заустване в реката не са оборудвани със затворни съоръжения. Същото важи и за топъл канал 1.

Съгласно проекта на 3 и 4 блокове на АЕЦ „Козлодуй“, загубата на Брегова помпена станция не се отразява на функционирането на помпи техническа вода отговорни потребители, тъй като сливът на техническа вода от топлообменниците може да се подава в топлия канал или към бризгални басейни. Водата от бризгалните басейни през преливници се връща в студения канал, а оттам в аванкамерата на циркулационните помпени станции. Предназначението на аванкамерата е да осигури достатъчен запас на вода при пълно обезточване на 1÷4 блок. В такава авария по проект в аванкамерата на Циркулационна помпена станция-1 след “крива 8” остава запас от вода 21380 m³, а в аванкамерата на Циркулационна помпена станция-2 - 15000 m³.

Наводняването на низината и запълването ѝ до кота 32.93, ще доведе до загуба на функциите на Шахови помпени станции в низината, с което ще се загуби аварийното подхранване на бризгалните басейни за 5 и 6 блокове. Щатното подхранване (от Циркулационна помпена станция 3 и 4) на бризгалните басейни ще бъде напълно запазено. Аванкамерата на Циркулационна помпена станция 3 и 4 осигурява необходимите запаси от вода.

3.2.4.4 Възможност за намеса на помощни и външни звена за подпомагане на работата на централата

От казаното по горе, следва, че постулираното наводнение на територията около централата с МВН не оказва влияние върху пътната инфраструктура на нейната територията, като и на сухопътния достъп до нея. При това положение може да се разчита на пълна външна подкрепа, включително достъп на техника, доставка на оборудване и материали на площадката. Не се ограничава и достъпа на персонал, нито се забавя времето на достъп на този персонал до централата.

За осъществяване на пожарогасителна и аварийно-спасителна дейност на територията на АЕЦ „Козлодуй“ е осигурено непрекъснато денонощно дежурство със състав и техника от „Районна служба пожарна безопасност и защита на населението“ - АЕЦ „Козлодуй“. Районната противопожарна служба е разположена непосредствено до площадката на АЕЦ „Козлодуй“. За гасене на пожари, участие при ликвидиране на бедствия, аварии и катастрофи е сформиран щаб за ръководство на пожарогасителните и аварийно-спасителни действия. В случай на възникване на пожари или загуба на подхранваща вода за автоматичната противопожарната система, може веднага да се осигури необходимия персонал и техника от противопожарната служба, който да гарантира нормалното функциониране на централата.

3.3 СЪОТВЕТСТВИЕ НА ЦЕНТРАЛАТА С ТЕКУЩИТЕ ЛИЦЕНЗИОННИ УСЛОВИЯ

Общият процес за обезпечаване на КСК, необходими за безопасно поддържане на блоковете в спряно състояние, осигуряване на наличността и готовността на външно мобилно оборудване и доставки, предвидени в аварийните планове след наводнение, не се различава от описаните в точка 2.10 на настоящия доклад.

3.4 ОЦЕНКА НА ЗАПАСИТЕ ПО БЕЗОПАСНОСТ СРЕЩУ ВЪНШНИ НАВОДНЕНИЯ

3.4.1 Определяне на запасите по безопасност срещу външни наводнения

3.4.1.1 Описание на подхода

На база на извършени огледи на територията на централата бе потвърдено предположението, че съществува възможност да се наводнят отделни съоръжения на площадката на АЕЦ “Козлодуй”, поради слабости в канализационна мрежа - съществува възможност водата да се върне по канализационните колектори за битова и дъждовна

канализация и да се запълнят помещенията до котата на заливане на низината. По този начин във всички сгради, където най-ниската кота на дъждовната или битовата канализация е под 32,93 се създава възможност за проникване на вода отвън. Физическото наводняване на дадено помещение зависи от наличието на сифони, ревизионни отвори или повреди, намиращи се под кота 32,93m.

Оценката на запасите на централата при външно наводнение се базира на отделните запаси на всички сгради и съоръжения, пряко свързани с безопасността на централата. Запасът на дадена сграда се определя в зависимост от най-ниско разположеното място, откъдето теоретично може да се получи заливане на помещение в сградата, сравнено с приетото МВН на заливане на централата. Запасът на ядрените съоръжения се определя на базата на КСК, необходими за привеждане в безопасно състояние.

За целите на преоценката на запасите по безопасност са разгледани случаите, където важното оборудване е разположено под котата на МВН – 32,93m за дадена сграда или съоръжение. Ако оборудването е разположено над тази кота се приема, че евентуално заливане на това помещение няма да се отрази негативно върху нормалното функциониране на оборудването.

На база на определените запаси за всяка сграда и съоръжение се определя резултата:

- залято оборудване (нефункциониращо);
- оборудване в критична близост до заливане (функциониращо);
- незаято оборудване (функциониращо).

За залято оборудване се приема това, за което е установено, че мястото на заливане (т.е. мястото на проникване на водата) в сградата/помещението и оборудването са разположени под кота на МВН (32,93m). При помещения, където мястото на заливане е разположено над тази кота - оборудването се приема за не залято, дори и самото то да е разположено под кота МВН.

Оборудване в критична близост до заливане се приема това, за което е установено, че мястото на заливане е разположено до 50 cm над котата на МВН, а оборудването – под тази кота. В този сценарий попадат помещенията, чийто вход на водата е между 32,93 и 33,43m. Изборът на височина на водното ниво с 50 cm по-голямо от това при МВН е свързан с пониските вероятности на поява на високи води в р. Дунав в комбинация с катастрофалната вълна – прогнозирана в т.3.1.3. Разликата между приетото в настоящите изследвания МВН (32,93) и водното ниво при $p = 10^{-7}$ и катастрофална вълна (33,42) са 49cm. За удобство в по-нататъшните изследвания се приема стойност 50cm.

Като следствие от оценяване на проектите основи на централата може да се заключи, че при реализиране на външно наводнение с преливане или разрушаване на защитната дига на р. Дунав, съоръженията намиращи се в низината между топъл канал-2 и двойния канал ще бъдат засегнати директно, а тези на площадката – косвено чрез канализационната мрежа.

При нахлуването си в низината приливната вълна експертно оценено ще се движи със скорост над 5 m/s. Веднага трябва да отбележим, че от момента на пробив в студената дига до запълването на низината с вода процесът ще има характер на затихване до пълното изравняване на водните нива.

По-долу по последователност на заливане са представени директно залетите (в низината) съоръжения, а от косвено залетите (на площадката) сгради влияещи върху безопасността на централата са представени само тези помещения, при които има опасност от заливане.

3.4.1.2 Съоръжения на площадката на АЕЦ „Козлодуй”, директно засегнати от МВН

3.4.1.2.1 Шахтови помпени станции

При преливане или разкъсване на държавната дига на първо място ще бъдат залети шахтовите помпени станции. Те се намират непосредствено до петата на дигата и приблизителната им кота е 25 - 26m. С тяхната загуба се губи и аварийното подхранване с вода на Бризгалните басейни на 5 и 6 блок.

3.4.1.2.2 Електропроводи

Както беше представено в т.0 наводняването на низината и запълването ѝ до кота 32,93, вероятно ще бъде съпроводено с разрушаването на част от стълбовете на електропроводите, свързващи АЕЦ „Козлодуй” с ЕЕС, попаднали на пътя на приливната вълна. Следователно, за целите на преоценката на запасите по безопасност, консервативно може да се приеме, че част от електропроводите ситуирани в низината между топъл канал-2 и двойния канал отпадат при навлизане на водата откъм р.Дунав.

3.4.1.2.3 БПС и канали

Кота 0,00 на площадката на брегова помпена станция съответства на абсолютна кота 33,00, като тя се приема за незаливаема при МВН – 32,93. При кота 32,93 обаче помпите по заводска характеристика не функционират.

При кота на короната на бермите 33,00 на студеният и топлият канали и ниво на водата в тях 32,93, на практика ще има едно общо водно огледало. Въпреки, че дигите не са оразмерявани за това ниво, при въвеждането им в експлоатация те са изпитвани с преливане през средна дига, която е на средна кота 32.80. При тези условия топлият канал ще бъде с котата на р.Дунав и ще се съедини със студения канал чрез преливника на средна дига между мост „Валята” и мост „Тежки товари” - на кота 32,80. .

Друг възможен проблем е, че ако сухият откос на студения канал остане под вода, то има вероятност при продължително такова състояние да се получи свличане на откоса.

3.4.1.3 Сгради и съоръжения на площадката на АЕЦ „Козлодуй”, чието заливане се реализира през канализационна мрежа

Описанието на канализационната мрежа е представено в [86]. Навлизането на вода в сградите на площадката на АЕЦ „Козлодуй” при външно наводнение можа да стане, както през дъждовната, така и през битовата канализация. Огледът на шахтите потвърди изказаната теза, че въпреки наличието на пречиствателната станция за битово фекалните води на площадката на 5 и 6 блок е възможно връщане на вода през шахта 542 до кота 32,93m.

Всички кабелни канали и технологични тунели, които се дренират в дъждовната канализация, както и тези, на които дъното е по – ниско от 32,93 ще бъдат наводнени. Съответните проходки при влизане в сградите, ако не са водоплътни, следва да бъдат разглеждани като източник на наводнение.

3.4.1.3.1 3 и 4 блокове на АЕЦ „Козлодуй”

Описание на важните за безопасността КСК при 3 и 4 блокове са представени в [86]. Канализационната система за производствено отпадни води (връщане на обратно) на блокове 3 и 4, преди изхвърлянето им в отводнителен канал-1, преминава през локални пречиствателни съоръжения, чието ниво е значително по-високо от котата на заливане, а самите тръбопроводи са положени във водоплътни защитни канали. Съответно не съществува риск от заливане на важни за безопасността КСК през тях. Битово-фекалните и дъждовни води се заустват директно в отводнителен канал-1 без пречистване и възможността за достигане на водата до сградите е именно през тях.

За целите на преоценката на запасите по безопасност бе извършен оглед на двете сгради на допълнителната система за аварийно подхранване на парогенераторите. Огледа е насочен към определяне на опасността от наводнение през канализационната мрежа. Кота 0,00 на

допълнителната система за аварийно подхранване на парогенераторите е установена 35,60. По време на огледа беше потвърдено, че в двете сгради на допълнителната система за аварийно подхранване на парогенераторите има сифони на кота $-4,50 = 31,10$ m, които се заустват в шахта 1591 на блок 3 и в шахта 1766 на блок 4.

Наличието на тези сифони, предопределя възможността за връщане на дъждовната канализация и в резултат, двете сгради на допълнителната система за аварийно подхранване на парогенераторите могат да бъдат заляти, ако котата на водата надвишава 31,10. Разликата между критичната кота на заливане и МВН е $-1,83$ m, т.е. тези сгради вероятно ще бъдат заляти първи през дъждовната канализация. Очевидно, сградите на допълнителната система за аварийно подхранване на парогенераторите нямат запас за външно наводнение при МВН.

В съответствие с [86], само помпите на допълнителната система за аварийно подхранване на парогенераторите ще бъдат засегнати от наводняване на сградата, тъй като са разположени на кота -3.00 m, което предопределя, че ще бъдат заляти при водно ниво над $+32,50$ m. Загубата на тези помпи (1÷4 ДАПЕП) има значение само ако отработеното ядрено гориво се намира в реактора, тъй като те са елемент от алтернативна схема за разхлаждане на първи контур чрез втори при загуба на проектната система за разхлаждане. Помпите на система ДСАПП (1÷4 ДАПЕП) нямат отношение към охлаждането на отработеното ядрено гориво, когато то се намира в БОК.

Аварийните дизелгенератори на допълнителната система за аварийно подхранване на парогенераторите остават разполагаеми със своите секции за захранване на различни системи, включително помпите за разхлаждане на басейните за отработени касети.

Очевидно, от заливането на помещенията в сградите на допълнителната система за аварийно подхранване на парогенераторите следва, че се губи само алтернативата за охлаждане на отработеното ядрено гориво чрез водо-водно разхлаждане на реактора през парогенераторите за случаите, когато горивото е разположено в реактора, съгласно условията на [43], [62], [63] (използване на аварийна схема на разхлаждане при отказ на щатната схема – чрез ПР с краен поглъtitел на топлина техническа вода за отговорни потребители)

Тъй като МВН не засяга функционирането на щатните схеми за осигуряване на функциите за безопасност, то може да се приеме, че последствието от заливане на сградата на допълнителната система за аварийно подхранване на парогенераторите се изразява единствено в намаляване на броя на системите, способни да изпълнят една и съща функция на безопасност.

3.4.1.3.2 5 и 6 блок на АЕЦ „Козлодуй”

3.4.1.3.2.1 Помещения с дренажни помпи край 1-ва и 2-ра стълбищна клетка при Реакторно Отделение чиста зона на блок 5 и 6

В Реакторно Отделение на блок 5 и блок 6 са огледани помещенията на дренажните помпи до 1-ва и 2-ра стълбищна клетка на кота $-4,20$ m тъй като е установено, че дъждовната и битовата канализация излизат от сградата на реакторно отделение през тези помещения към съответните шахти извън реакторно отделение.

Битовата и дъждовната канализация влизат вертикално в помещението и излизат през обща проходка. Тръбите са стоманени, а връзките им са на заварка. Най ниската кота на тръбите на канализацията е 33,20, което е с $0,27$ m по-високо от определеното МВН. При достигане на такава кота на водата от външно наводнение не се очаква навлизане на вода по канализационната мрежа в реакторно отделение.

Извършена е инженерна оценка на изтичането при разкъсване на тръбопроводите на битово-фекалната канализация в помещението до 1-ва стълбищна клетка (изпълнена от чугунени тръби и уплътняване на връзките между отделните парчета с оловни калчища) и в помещението до 2-ра стълбищна клетка (изпълнена от PVC тръби). На база резултатите от извършените пресмятания е определено ниво на заливане от $0,32$ m за помещенията от кота -

4,20 m. От получена стойност за нивото на водата на кота -4,20 m при наводнение от подприщване на битово-фекалната канализация се вижда, че:

- има запас от 38 cm до заливане на намотките на ел. двигателите на помпите за аварийно подхранване на парогенераторите (последните са разположени на бетонни фундаменти с височина от пода 70 cm, съгласно данните от [33]);
- има запас от 8 cm до заливане на резервния щит за управление. Помещението има праг с височина 40 cm и няма дренажен отвор към дренажната система. Наводняване на помещението започва след повишаване на нивото на водата над 40 cm.

Следва да се отбележи, че за възстановяване на нормалните условия на експлоатация след МВН ще е необходима работоспособна дренажна система.

3.4.1.3.2.2 Кабелни канали между реакторно отделение на блок 5 и 6 и аварийните дизел-генераторни станции

Кабелните канали, свързващи дизел-генераторните станции и реакторно отделение на блок 5 и 6 са съставени от коритообразни елементи с трапецовидно напречно сечение. Трасетата на всички кабелни канали са положени на кота 31,00. Връзките между елементите, изграждащи кабелните канали, не са водоуплътни и при наличие на вода над кота 31,00, в зоната около тях се очаква и безпроблемно навлизане на вода в самите кабелни канали. Компрометирането на самите кабели, при наводняване на кабелните канали, ще зависи от състоянието на тяхната изолация.

Проходките свързващи кабелните канал към реакторно отделение и дизел-генераторните станции са ремонтирани по програмата за модернизация и са сеизмично устойчиви и водоуплътни. Не се очаква навлизане на вода през тези проходки.

3.4.1.4 Обобщение на запасите по безопасност при външно наводнение

На база на извършените обходи, преглед на наличната документация и инженерна оценка е прието, че един възможен сценарий на наводняване на сградите и съоръженията на площадката е през канализационната мрежа на централата. Извършени са обходи за точното локализиране на най-ниско разположените изходи на канализациите в сградите, където е разположено оборудване – пряко свързано с безопасността на централата. Въпреки, че на тези места липсват отвори (сифони, мивки и др.), пряко наводняване на помещенията е възможно от пропуски на връзките на канализационните тръби (особено в случаите когато те са от PVC или чугунени тръби с оловни калчища) и през заглушки и ревизионни отвори.

В изследването не са открити сгради или съоръжения, чието заливане директно ще повлияе на функциите на безопасност на централата.

Съоръженията, чието отпадане ще доведе до най-голям ефект върху ядрените съоръжения в АЕЦ „Козлодуй“ са електропроводите, разположени в низината между топъл канал-2 и двойния канал. При загуба на функциите им може да се стигне до загуба на външно електрозахранване за централата.

По-важните слаби места открити при настоящото изследване на заливане на централата с МВН = 32,93 m, могат да се обособят както следва:

- спиране на електропроизводството и преминаване на източник за ел. захранване от дизел-генераторите – вследствие на възможно отпадане на част от електропроводите, свързващи АЕЦ с ЕЕС;
- спиране на подаването на вода в студен канал, поради загуба на брегова помпена станция и липса на достъп до нея по суша;
- загуба на аварийно подхранване на Бризгални басейни на блок 5 и 6, поради отпадане на шахтови помпени станции;

- наводнение на част от градската инфраструктура и достъп от гр.Козлодуй до централата през околоръстния път, което не нарушава достъпа до централата;
- наводняване на част от подземните комуникации под кота 32,93 m – дрениране в дъждовната канализация и неплътност на каналите, в които са разположени;
- загуба на резервиращата система (алтернатива) за охлаждане на отработеното ядрено гориво през парогенераторите, когато горивото е разположено в реактора – отпадане на помпите на допълнителната система за аварийно подхранване на парогенераторите.

Последователността на заливане на съоръженията, водещи до изброените последствия са представени в Таблица 3.4-1.

Допълнително слабо място, усложняващо ситуацията е, че при преливане на защитната дига без нейното разрушаване, водата, заляла низината между АЕЦ „Козлодуй“ и р. Дунав, ще остане акумулирана в затвореното пространство между топъл канал-2, двойния канал и защитната дига. По този начин, въпреки че прогнозираната катастрофална вълна ще продължи няколко часа, то водата задържана в това пространство може да остане неопределено дълго време до пълното ѝ естествено оттичане.

Таблица 3.4-1: Състояние на отделните сгради съоръжения при заливане с МВН, представени по ред на последователността на заливане.

Сграда или съоръжение	Състояние	Последици при заливане	Запас
Шахтови помпени станции	залято	- загуба на алтернативно подпитаване на Бризгални басейни на блок 5 и 6	---
Електропроводи	залято	- евентуална загуба на външно електрозахранване на централата	---
Помпи на допълнителна система за аварийно подхранване на парогенераторите	залято	- алтернативата за охлаждане на отработеното ядрено гориво през парогенераторите, когато горивото е разположено в реактора	---
Кабелни канали между реакторно отделение на блок 5 и 6 и дизел-генераторна станция	залято	Без последствия, поради контрол на изолацията на кабелите	---
Кало-масло-уловител	залят	Без последствия	---
Брегова помпена станция	критична близост до заливане	- спиране на подаването на вода в студен канал	0,08m
Реакторно отделение – кота -4,20, блок 5 и 6 помещения на дренажни помпи до 1-ва и 2-ра стълбищна клетка	критична близост до заливане	Без последствия, но с ограничаване и/или затрудняване на достъпа до помещенията	0,27m
Реакторно отделение 5 и 6 блок – помещение на Резервния щит за управление	критична близост до заливане	Без последствия	0,35m*
Аварийни дизел-генераторни станции – блок 5 и 6	не залято	Без последствия	0,57m

Сграда или съоръжение	Състояние	Последици при заливане	Запас
Машинна зала - блок 5	не залято	Без последици	0.57m
Ел. двигателите на помпи за аварийно подаване на подхранваща вода за парогенераторите на 5 и 6 блок	не залято	Без последици	0,65m*
Противопожарна помпена станция -2	не залято	Без последици	0.67m
Машинна зала - блок 6	не залято	Без последици	1.07m
Машинна зала - блок 3 и 4	не залято	Без последици	1,57m
ХОГ	не залято	Без последици	1,87m
ОРУ	не залято	Без последици	> 2m
Реакторно отделение – блок 3 и 4	не залято	Без последици	> 2m
Борен възел – блок 3 и 4	не залято	Без последици	> 2m
ДГС при блокове 3 и 4	не залято	Без последици	> 2m
Напречна електроетажерка – блок 3 и 4	не залято	Без последици	> 2m
ЦПС 1 и 2	не залято	Без последици	> 2m
ЦПС 3 и 4	не залято	Без последици	> 2m
Бризгални басейни – блок 3 и 4	не залято	Без последици	> 2m
Бризгални басейни – блок 5 и 6	не залято	Без последици	> 2m

Забележка * Запасът е определен като към запаса на реакторно отделение – котла - 4,20 за блокове 5 и 6 (0,27m) е прибавен и запаса спрямо очакваното ниво на водата в помещенията – 0,08m за пом. 5,6AE052 и 0,38m за – пом. 5,6A038/1,2,3.

3.4.2 Потенциални мерки за увеличаване устойчивостта на централата срещу външни наводнения

Вследствие на дефинираните слаби места на централата, са предложени възможни мерки за повишаване и гарантиране на устойчивостта на централата при външно наводнение с МВН = 32,93m, по-важните от които са:

- Разработване на мерки за възпрепятстване навлизането на вода в канализационната мрежа на централата при заливане на низината.
- Разработване на процедура за аварийни действия на оперативния персонал при информация за скъсване на стените на хидровъзли „Железни врата 1” и “Железни врата 2”.

В допълнение към предложените мерки АЯР счита за необходимо да се разгледат и анализират възможни варианти за реализация на следните допълнителни мерки:

- Модернизация на Системата за канализация и дренажни помпи в съответствие със предвидения проект за реконструкция на системата от Програмата за модернизация на 5 и 6 блок на АЕЦ “Козлодуй”;
- Проучване на възможностите за предпазване на оборудването на БПС 2 и 3 при външно наводнение с МВН = 32,93m;

3.5 ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЗА ВЛИЯНИЕТО НА ВЪНШНО НАВОДНЕНИЕ НА ПЛОЩАДКАТА НА АЕЦ „КОЗЛОДУЙ”

Проведените анализи потвърждават, че изискванията на „Наредба за осигуряване на безопасността на ядрените централи” са спазени. Определени са МВН и продължителността му, изследвана е възможността за блокиране на реката от ледове, оценена е възможността за комбинация на МВН с други неблагоприятни явления. Анализа на резултатите потвърждава незаливаемостта на площадката на АЕЦ „Козлодуй” с което се удовлетворяват изискванията и на МААЕ, посочени в началото на раздела.

В резултат на прегледа на извършената от лицензианта “АЕЦ “Козлодуй” ЕАД преоценка на запасите на съоръженията на площадката при земетресения АЯР счита, че са идентифицирани коректно силните и слабите места и приема направените предложения за подобряване на устойчивостта на централата при земетресение. Едновременно с това АЯР счита за необходимо да предложи допълнителните мерки, посочени в т. 3.4.2.

4. ЕКСТРЕМНИ МЕТЕОРОЛОГИЧНИ ВЪЗДЕЙСТВИЯ РЕГУЛАТОРНИ ИЗИСКВАНИЯ

СПЕЦИФИЧНИТЕ ИЗИСКВАНИЯ на Наредбата за осигуряване на безопасността на ядрените централи, свързани с екстремните метеорологични въздействия, са следните:

Чл. 29. За района на разполагане на ЯЦ и за площадката на ЯЦ се изпълняват инженерни проучвания и изследване на процесите, явленията и факторите от естествен произход, които могат да повлияят върху безопасността на ЯЦ:

2. в границите на площадката на ЯЦ се определят:

ж) интензитетът на смерча, максималните тангенциални стойности на скоростта на стената и постъпателната скорост на движение на смерча, пада на налягането между периферията и центъра на фунията на смерча;

5. за площадката на ЯЦ се определя влиянието върху безопасността и на други процеси, явления и фактори от естествен произход (ураган, екстремални валежи, температура на въздуха и водата, залежавания, гръмотевични бури, прашни и пясъчни бури, ерозия на бреговете на реки и водоеми).

4.1 АКТУАЛНА ОЦЕНКА НА МЕТЕОРОЛОГИЧНИТЕ ЯВЛЕНИЯ ИЗПОЛЗВАНИ КАТО ПРОЕКТНИ ОСНОВИ ЗА СЪОРЪЖЕНИЯТА НА ПЛОЩАДКАТА

За оценка климатичните характеристики на региона около площадката на АЕЦ “Козлодуй”, в проектните основи са използвани данни от метеостанциите в Лом, Бъзовец и Оряхово за периода 1916-1977г. За настоящата оценка са използвани и данните за 1969г.-2010г. от Система за метеорологичен мониторинг на площадка АЕЦ “Козлодуй”.

Оценките на метеорологичните явления в района на АЕЦ “Козлодуй” за последните 11 години потвърждават тенденциите в изменението на климата описана в 4-тия доклад на Междуправителствения панел за промяна на климата (IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change).

4.1.1 Екстремни ветрове и смерчове (торнадо)

Преобладаващи за района на АЕЦ „Козлодуй“ са западните ветрове, следвани по честота от източните и северозападните.

При обезпеченост $P=1\%$ (1 път на 100 г.) максималната скорост на вятъра в Козлодуй и Оряхово са съответно 37-42 m/s. Преобладават западните ветрове с честотата на вятъра 34.9-35.5 % при скорости 4.2-5.6 m/s.

При обезпеченост $P = 0.01\%$ (вероятност 1 път на 10000 год.), разчетната скорост на вятъра е 45 m/s, която се приема като екстремна, при прилагане на несъчетани въздействия

върху строителни конструкции и съоръжения, осигуряващи ядрената и радиационната безопасност.

Съгласно анализ на НИМХ на БАН, извършен през 2009 г., характеристиките на 16 смерча, наблюдавани в периода 1986-2009 г. и оценени за зона с радиус от около 178 km около АЕЦ „Козлодуй”, са: максимална скорост - 332 km/h (92,2 m/s); скорост на въртене - 263 km/h (73,1 m/s); скорост на постъпателно движение - 69 km/h (19,2 m/s); радиус, съответстващ на максималната скорост на въртене на въздушният поток - 45.7 m/s; вероятност за поява на смерч с горните характеристики в район с площ 12 500 km² около АЕЦ “Козлодуй” е 6.3×10^{-7} за 1 година, а със скорост над 332 km/h – 1.26×10^{-8} за 1 година.

Вероятността за преминаване на смерч над даден участък от площ 100 000 km² в продължение на една година се оценява на $5,05 \times 10^{-6}$.

Максималната скорост на вятъра 92,2 m/s ще доведе до налягане върху конструкциите от 5,2 kN/m².

4.1.2 Влажност и обледяване

Средната годишна влажност е 78%. При определена комбинация между температурата, влажността и скоростта на вятъра, вероятността за обледяване и заскрежаване се повишава. Най-вероятните съчетания температура-вятър-влажност, необходими за определяне на комбинираното ледо- и ветрово натоварване на съоръженията, са: температура между 0°C и -4°C, скорост на вятъра между 0 и 3 до 5 m/s и относителна влажност по поречието на р. Дунав между 95 и 100%.

По данните от Системата за метеорологичен мониторинг през последните четири години комбинация от такива условия не е наблюдавана за района на Козлодуй, което се дължи най-вече на по-ниските стойности на влагата. Вероятността за поява на условия за обледяване на база последните 11 години е средно 2% годишно. Това означава, че обледяването е сравнително рядко явление.

4.1.3 Екстремни валежи

Годишният валеж в района е около 518-558 mm и е един от най-ниските в страната, поради валежната „сянка” от Южните Карпати при океански нахлувания от запад. Той е неравномерно разпределен през годината. През есента валежите са около 130 mm, което представлява 23-25 % от годишната сума. През зимата валежите са около 110–120 mm (20-23 %), през пролетта - 135-150 mm (24-29 %), а през лятото 145-150 mm (26-29%) [4][5].

В отделни години броя на дните с валежи може да достигне 4-5 дни. Проливните дъждове с голям интензитет са краткотрайни. Максималните 24-часови за Козлодуй са 86÷87 mm [4][5].

4.1.4 Мълнии

Системата за регистриране на мълнии ZEUS работи от няколко години и данните, получени от нея за областта с координати 0 – 32⁰ E и 31 – 46⁰ N, която включва и територията на България, показва, че броят регистрирани мълнии над суша е по-съществен през месеците от април до септември спрямо останалите месеци на годината. За територията на Козлодуй в радиус около 50 km за летните месеци юни, юли и август на 2005 и 2006 година са регистрираните около 3000-4000 мълнии. Имайки предвид, че средната стойност за тримесечен период в световен мащаб е над 5000, може да се направи оценка, че броят на мълниите в района на АЕЦ Козлодуй е под средно статистическите стойности [137].

4.1.5 Екстремни снеговалежи

Снежната покривка в района е непостоянна и със сравнително малка дебелина, което се дължи на факта, че устойчива снежна покривка е характерна за региони със средна януарска температура под -3°C. Липсва характерен период от календарната година, през който редовно се образува снежна покривка [136].

Средната многогодишна височина на снежната покривка не надвишава 20 cm. С най-голяма повтораемост 24-30 % е височина 11-20 cm. Разгледана по декади, в зимните месеци височината на снежната покривка през не повече от 3-4 дни е около 5 cm. Това ни позволява да изключим възможността запасите от вода в снежната покривка в района на Козлодуй, да имат участие при възможни наводнения дори и при резки затопляния [136].

Височина на снежната покривка от 70-80 cm има ниска повтораемост - едва 3% (за 1 до 2 дни, по данни за минали периоди към 1977 г.). Тази стойност се приема за екстремна.

4.1.6 Ледови явления

Трайното задържане на отрицателни температури в българския участък на р. Дунав в продължение на няколко дни може да доведе до начало на замръзване на реката. След завиряване на хидровъзел „Железни врата” вероятността за поява на лед в станция Оряхово намалява от 79% на 62%.

През периода от 1963 г. до сега няма нито едно пълно замръзване в участъка на реката.

4.1.7 Екстремни температури

Средногодишната температура на въздуха за района е 11,3-12,0 °C [135].

Средномесечната температура на външния въздух за юли е $t_{VII} = 24,5$ °C. Абсолютните максимални температури варират от 38,4 до 43,3 °C. Съгласно данните на Системата за метеорологичен мониторинг, в Козлодуй за периода 2000-2011 абсолютният максимум на температурата за площадката на АЕЦ Козлодуй е $T_{max} = 43,3$ °C, измерена на 24 юли 2007 г. в 17 ч. За екстремна е определена температурата 43,3 °C.

Средномесечната януарска температура е $t_I = -0,9$ °C. Абсолютните минимални температури в района варират от -20,0 до -26,6 °C. Съгласно данните на Системата за метеорологичен мониторинг за периода 2000-2011 абсолютният минимум на температурата е $T_{min} = -24,4$ °C, измерена на 8 февруари 2005 г. в 5 ч. Като екстремно ниска температура е приета -26,6 °C.

4.1.8 Ниски стоежи на река Дунав

Ежедневни измервания на водните нива на р. Дунав се извършват от хидрометеорологична станция при гр. Оряхово и БПС на АЕЦ „Козлодуй”.

Статистическият анализ на данните за нивото на р. Дунав в участъка на АЕЦ „Козлодуй” показва, че с обезпеченост 99% нивото на реката е над кота 20.50m.

За целия период на експлоатация на централата минималното водно ниво на р. Дунав е достигало до кота 21,20 m.

4.1.9 Потенциални комбинации от екстремни метеорологични въздействия, засягащи площадката.

Отношение към нормалната експлоатация на АЕЦ „Козлодуй” имат следните възможни комбинации от метеорологични въздействия:

- съчетание на температура-вятър-влажност в границите температура между 0°C и -4°C, скорост на вятъра между 0 и 5 m/s и относителна влажност между 95 и 100%, при което се създават предпоставки за екстремно обледяване.
- съчетание на високи температури, екстремно ниски валежи и ниски стоежи на р. Дунав - Вероятността за достигане на екстремното ниско водно ниво кота 20.50 е под 1%; това не се е случвало за цялото време на експлоатация на АЕЦ.

4.1.10 Оценка на честота за настъпване на екстремни метеорологични условия, постулирана в проектните основи

Таблица 4.1-1: Честота на настъпване на екстремни метеорологични условия.

Екстремни метеорологични условия	Стойност на параметъра	Честота на настъпване
Екстремни ветрове	Вятър със скорост 45 m/s	1×10^{-4} за 1 година
	27 m/s	0,1 за 1 година
	20 m/s	1 път годишно
Смерч	Вятър с максимална скорост 332 km/h, скорост на въртене - 263 km/h, скорост на постъпателно движение - 69 km/h, радиус - 45,7 m, за район с площ 12 500 km ²	$6,3 \times 10^{-7}$ за 1 година
	със скорост над 332 km/h	$1,26 \times 10^{-8}$ за 1 година
	Вятър с максимална скорост 332 km/h, скорост на въртене - 263 km/h, скорост на постъпателно движение - 69 km/h, радиус - 45,7 m за район с площ 100 000 km ²	$5,05 \times 10^{-6}$ за 1 година
	със скорост над 332 km/h	1×10^{-7} за 1 година
Снеговалежи	11-20 cm	24-30%
	70-80 cm	3%
Високи температури	+43,3°C	2,5%
	Абсолютна максимална температура на въздуха	
Ниски температури	-26,6°C	2,5%
	Абсолютна минимална температура на въздуха	
Екстремни валежи	518-558 mm	
	Годишен валеж, един от най-ниските в страната	
	Поява на лед на р. Дунав – лед при Оряхово	62% от 100 години
	Замръзване на р. Дунав – лед при Оряхово	Няма данни за замръзване от 1963 г.
Мълнии	Статистически данни за 2005 и 2006г.: 3000-4000 мълнии за месеците юни, юли и август, в обедните и следобедни часове (средно-дневна стойност)	
Ниски стоежи на река Дунав	Обезпеченост водно ниво кота 20.50м	99%

Екстремни метеорологични условия	Стойност на параметъра	Честота на настъпване

4.2 АКТУАЛНИ НОРМАТИВНИ ИЗИСКВАНИЯ ЗА НАТОВАРВАНИЯ ОТ ЕКСТРЕМНИ ВЪНШНИ ВЪЗДЕЙСТВИЯ

Изискванията за натоварванията върху конструкциите на строежите от екстремни външни въздействия са представени по-долу, както следва [138]:

Натоварване от вятър:

Таблица 4.2-1: Натоварване от вятър.

	Нормативна стойност на вятъра w_m [kN/m ²]	Коефициент на натоварване γ_f	Изчислителна стойност [kN/m ²]
Настоящи норми	0,48	1,4	0,67
Екстремна стойност	1,24	1	1,24

Натоварване от сняг:

Таблица 4.2-2: Натоварване от сняг.

	Нормативна стойност на снега s_t [kN/m ²]	Коефициент на натоварване γ_f	Изчислителна стойност [kN/m ²]
Настоящи норми	1,2	1,4	1,68
Екстремна стойност	1.6	1	1.6

За целите на настоящата оценка консервативно е приета екстремната стойност от снегово натоварване при дебелина на снежната покривка 80cm, (с 3% повтораемост за минали периоди по данни до 1977г.), и обемно тегло на мокрия сняг 2,0 kN/m³ (по Еврокод1), която е $St = 1.6 \text{ kN/m}^2$.

Въздействия от високи температури

Максимална температура през топлото полугодие $t_{ew}=34^{\circ}\text{C}$, съгласно изискванията на нормативния документ.

Най-висока абсолютна температура на външния въздух регистрирана на площадката е $43,3^{\circ}\text{C}$ и тя се приема за екстремна.

Въздействия от ниски температури

Минимална температура през студеното полугодие $t_{ew}=-20^{\circ}\text{C}$, съгласно изискванията на нормативния документ.

Най-ниската абсолютна температура на външния въздух регистрирана на площадката е $-26,6^{\circ}\text{C}$ и тя се приема за екстремна.

4.3 ПРОЕКТНИ ОСНОВИ

В проектните основи на ядрените съоръжения на площадката на АЕЦ "Козлодуй" са заложили следните климатични характеристики за района:

- Средна годишна температура $+11,6^{\circ}\text{C}$;
- T_{cp} за месец юли $+24,3^{\circ}\text{C}$;

- Тср за месец януари -1,5°C;
- Тmax абсолютна +43,0°C;
- Тmin абсолютна -29,0°C;
- Средногодишна относителна влажност на въздуха - 70%;
- Средногодишни валежи – 520 mm;
- Снежна покривка – не продължителна, максимално до 30-40 дни, обичайно не превишава 15-20 cm;
- Максимална отчетена снежна покривка 80 cm с 3% повторяемост;
- Преобладаваща посока на вятъра – запад и северозапад;
- Средно годишна скорост на вятъра 1-4 m/s;
- Дни със скорост на вятъра над 11,0 m/s – 69;
- Дни със скорост на вятъра над 16,0 m/s – 4-5 дни;
- Екстремна скорост на вятъра - 45 m/s.

Съоръженията на площадката са проектирани до началото на 80 години на 20 век, съгласно действащата тогава нормативна база и стандарти. Промяната в нормативната база и стандартите доведе до изменение на проектните изисквания и изпълнение на мащабни програми за модернизация и повишаване на безопасността на всички ядрени съоръжения на площадката, включително и по отношение на сеизмично въздействие. Изпълнени са в пълен мащаб мероприятия свързани с преквалификация и осигуряване на сеизмичната устойчивост на оборудването от системите за безопасност и строителните конструкции относно завишено сеизмично въздействие.

Сградите, в които са поместени важните за безопасността системи и компоненти са I категория по сеизмоустойчивост и не се влияят директно от екстремните климатични явления.

4.3.1 Проверка на метеорологичните условия, използвани като проектни основи за КСК, осигуряващи безопасността на 3 и 4 блок и оценка на запасите на конструкциите

4.3.1.1 Екстремни ветрове

Главен корпус, машинна зала, ЦПС 2 и ДГС 2

В периода 1997-2000 г. са изпълнени антисеизмични укрепвания на Главен корпус, Машинна зала, Циркулационна помпена станция 2 и Дизелгенераторна станция 2, в съответствие с изискванията на “Натоварвания и въздействия върху сгради и съоръжения” 1989 г.

Нормативното натоварване от вятър в настоящите проектни основи на сградите отговаря на изискванията на [138]. за нормативна стойност на ветровото натоварване - 0,48kN/m² и изчислителна стойност – 0.67 kN/m².

Изпълнените мерки за антисеизмично укрепване водят до повишаване надеждността на сградите за поемане на натоварвания и от вятър. Сеизмичните усилия са меродавни за определяне на необходимия капацитет на сградите за поемане на хоризонтални товари (от земетръсни въздействия и вятър). Поради естеството на стоманобетоневата конструкция сеизмичната сила превишава многократно натоварването от екстремен вятър, следователно сградите имат необходимия капацитет за поемане и на екстремните натоварвания от вятър.

ДСАПП 3, ДСАПП 4 и Противопожарна помпена станция 2

Допълнителната система за аварийно подхранване на парогенераторите (ДСАПП-3) на 3 блок и ДСАПП-4 на 4 блок, както и Противопожарна помпена станция 2 са проектирани и въведени в експлоатация до 1997 г. като системи от сеизмична категория I и са осигурени за сеизмични въздействия от ниво МРЗ.

Изчислителното натоварване от вятър в проектните основи (1.40 kN/m^2) на трите сгради е по-голямо от екстремната стойност (1.24 kN/m^2) на настоящите норми. Наличният запас е в рамките на 2,6%, отчитайки коефициента на значимост съгласно действащите норми и еластичната работа на конструкциите.

Стоманобетонни вентилационни тръби 1 и 2

През 1999 г. бе направено конструктивно обследване от “Енергопроект” ЕАД на трите стоманобетонни тръби на площадката, с което е установено, че съоръженията са осигурени за въздействия от вятър с изчислително натоварване от $1,26 \text{ kN/m}^2$ надвишаващо екстремната стойност 1.24 kN/m^2 на настоящите норми.

Съоръженията имат необходимата носимоспособност да понесат нормативното и екстремно натоварване от вятър като проектната изчислителна стойност на ветровото натоварване е по-висока 88% спрямо нормативната стойност и 1.6% спрямо екстремната стойност на ветровото натоварване.

Бризгални басейни 3, 4 блок

Проектните основи на трите бризгални басейни са съобразени с тяхната първа категория по сеизмична устойчивост и с разчетната максимална скорост на вятъра от 45 m/s (натоварване - 1.24 kN/m^2) при обезпеченост $P = 0,01\%$ (вероятност 1 път на 10 000 год.), което покрива изискванията на норматива и определената екстремна скорост на вятъра.

Загубите от отнасяне на вода при екстремни ветрове, не оказват влияние на изпълнението на функцията на безопасност от системата (краен погълтател на топлина), тъй като системата е отворена и има непрекъснато подхранване от аванкамерата пред ЦПС-2.

4.3.1.2 Снеговалежи

Блокове 3 и 4 – Реакторно отделение

Проектната основа за изчислителните екстремни натоварвания от сняг (2.52 kN/m^2) превишава нормативната изчислителна стойност от настоящите норми (1.68 kN/m^2).

Съоръженията имат необходимата носимоспособност да понесат нормативното и екстремно натоварване от сняг като проектната изчислителна стойност на снеговото натоварване е по-висока 50% спрямо нормативната стойност и 57% спрямо екстремната стойност на снеговото натоварване.

ДСАПП 3 и 4, противопожарна помпена станция - 2, ЦПС 2 И ДГС 2

Изчислителното натоварване от сняг в проектните основи (1.40 kN/m^2) е по-малко от определената екстремна (1.6 kN/m^2) и нормативна (1.68 kN/m^2) стойност. При сравнително тежки конструкции, каквито са стоманобетонните, с високо съотношение на постоянните товари към снеговото, влиянието на увеличението от снеговото е минимално. По-скоро физическото състояние на конструктивните елементи и влиянието на постоянните товари е водещо при определяне на граничните носимоспособности на елементите и определяне на сеченията, в които настъпват гранични деформации и загуба на носимоспособност. Покривите на горните конструкции имат достатъчна носимоспособност за поемане натоварването от сняг, съобразено с новите нормативи.

Стоманобетонна вентилационна тръба

Поради конструктивните особености не се влияе от снеговалежи и обледяване.

Бризгални басейни

Снеговалежите не упражняват натоварване върху конструкцията им.

4.3.1.3 Екстремни температури

Високите температури, до максимално измерените за района на АЕЦ "Козлодуй", не носят механични натоварвания за конструкциите и сградите към 3 и 4 блок.

При дадените проектни основи екстремните стойности на температурите не водят до нарушаване функциите на безопасност на централата.

В експлоатационната история на централата няма събития и аварии, инициирани от екстремно ниски или екстремно високи температури.

БОК 3, 4

Поради закрития и автономен характер на системата за съхраняване на отработилото гориво и спомагателните системи, те не се влияят от външните фактори „Екстремни температури“.

Бризгални басейни

Проектният дебит на източниците на добавъчна вода е достатъчен да компенсира загубите от изпарение при екстремно високи температури.

Технологичният температурен режим на бризгални басейни осигурява незамръзване на водата дори и при екстремни температури.

4.3.1.4 Обледяване

За технологично осигуряване на необходимия температурен режим и предпазване решетките на помпите на ЦПС 1-4 от замръзване е изградена рециркулация на топла вода пред ЦПС 1.

4.3.2 Проверка на метеорологичните условия, използвани като проектни основи за КСК, осигуряващи безопасността на 5 и 6 блок и оценка на запасите на конструкциите

4.3.2.1 Екстремни ветрове

Главен корпус–Реакторно отделение, Машинна зала с електротехнически устройства

Нормативното натоварване от вятър в проектните основи (0.55 kN/m^2) на Главен корпус и Машинна зала с електротехнически устройства надвишава нормативните изисквания на [138], а приетият коефициент на натоварване $\gamma_f = 2.5$ осигурява изчислително натоварване от вятър $1,38 \text{ kN/m}^2$, надвишаващо екстремната стойност ($1,24 \text{ kN/m}^2$).

Натоварванията от вятър, за които тези конструкции са оразмерени са по-високи 11% от екстремното натоварване от вятър и 106% от нормативното натоварване от вятър.

При проектиране на строителната конструкция на зданието на реакторно отделение на 5 и 6 блок е отчетено и външно въздействие от въздушна ударна вълна с налягане при фронта $0,3 \text{ kgf/cm}^2$ (30 kN/m^2) за време 1 s. [4], [5] Тъй като смерч с максималната скорост на вятъра $92,2 \text{ m/s}$ ще доведе до налягане върху конструкциите от $5,2 \text{ kN/m}^2$, то може да се приеме, че сградата на реакторно отделение има резерв на носимоспособност за натоварване от смерч.

Конструкцията на херметичната черупка, освен това, е проектирана да издържи удар от падащ самолет със скорост 750 km/h и с тегло 10 t , което ѝ осигурява запас от носимоспособност за летящи премети при смерч.

Стоманобетонна вентилационна тръба

През 1999 г. е направено конструктивно обследване от "Енергопроект" ЕАД на трите стоманобетонни тръби на площадката, с което е установено, че съоръженията са осигурени

за въздействия от вятър с изчислително натоварване от $1,26 \text{ kN/m}^2$, надвишаващо екстремната стойност $1,24 \text{ kN/m}^2$.

Съоръженията имат необходимата носимоспособност да понесат нормативното и екстремно натоварване от вятър като проектната изчислителна стойност на ветровото натоварване е по-висока 88% спрямо нормативната стойност и 1.6% спрямо екстремната стойност на ветровото натоварване.

Стоманени вентилационни тръби

Проектната основа за изчислителните натоварвания от вятър за стоманените вентилационни тръби ($1,38 \text{ kN/m}^2$), превишават стойностите на тези от настоящите норми ($0,67 \text{ kN/m}^2$), както и екстремните изчислителни стойности ($1,24 \text{ kN/m}^2$).

Съоръженията имат необходимата носимоспособност да понесат нормативното и екстремно натоварване от вятър като проектната изчислителна стойност на ветровото натоварване е по-висока 105% спрямо нормативната стойност и 11.3% спрямо екстремната стойност на ветровото натоварване.

Сградите на дизелгенераторните станции са проектирани да устоят на свръхналягане по фасадата от взривна ударна вълна, равно на $0,3 \text{ kg/cm}^2 = 30 \text{ kN/m}^2$ с продължителност до 1 s, [4],[5], Това им осигурява резерв на носимоспособност за натоварване от смерч.

ЦПС 3 И 4, ДГС -1,2 3 клетки

Изчислителното натоварване от вятър в проектните основи ($0,66 \text{ kN/m}^2$), е близко до стойността, изисквана от настоящите норми ($0,67 \text{ kN/m}^2$), но около два пъти по-малка от екстремната стойност ($1,24 \text{ kN/m}^2$).

Надземните строителни конструкции (сглобяеми стоманобетонни елементи) на ЦПС 3 и 4 не са укрепвани по време на Модернизационната програма. Консервативно може да се предположи, че в техните строителни конструкции ще настъпят повреди при екстремен вятър. В този случай, ако се повредят помпи за подхранване на бризгални басейни, то се изпълнява аварийно подхранване на басейните от 6 бр. ШПС в низината на р. Дунав, т.е. не се нарушават функциите на безопасност.

Имайки предвид, че конструкцията на сградите на ДГС е стоманобетонна („тежка“), може да се приеме, че меродавни при изчисленията и оразмеряването са комбинациите за сеизмично въздействие. Следователно конструкцията може да поеме изчислителните усилия при екстремно ветрово натоварване, които по експертна оценка са близки и по-малки от тези при сеизмично въздействие.

Бризгални басейни 5, 6 блок

Проектните основи на бризгални басейни са съобразени с тяхната 1-а категория сеизмична устойчивост и с разчетната максимална скорост на вятъра при обезпеченост $P = 0,01\%$ (вероятност 1 път на 10 000 години) от 45 m/s ., което покрива изискванията на норматива и определената екстремна скорост на вятъра.

Добавъчна вода за бризгални басейни, която се доставя с помпи от ЦПС-3 и ЦПС-4 и като резерв – с дизелови помпи и ШПС, компенсира загубите от разпръскване при слаби и умерени ветрове. Съществува технологична възможност при екстремно силни ветрове, с цел елиминиране на загубите от отвяване, постъпващата за охлаждане вода да се излива директно на дъното на бризгалните басейни, без да се разпръсква през дюзите, като охлаждането ѝ става чрез конвекция.

4.3.2.2 Снеговалежи

Главен корпус – Реакторно отделение 5 и 6 блок

Изчислителната стойност на натоварването от сняг ($2,52 \text{ kN/m}^2$) е по-висока 50% от действащите норми ($1,68 \text{ kN/m}^2$) и 57% от екстремната стойност на натоварване от сняг ($1,6$

kN/m²). Конструкцията има надеждна коравина и може да поеме екстремно снежно натоварване.

Стоманобетонна вентилационна тръба

Поради конструкцията на вентилационните тръби, те не са застрашени от повреди при натоварване от сняг.

ЦПС 3 И ЦПС 4, ДГС-1,2 и 3 клетки

Изчислителното натоварване от сняг в проектните основи на сградите (0,98 kN/m²) е по-малко от сега действащите норми (1,68 kN/m²) и екстремната стойност (1.6 kN/m²). При сравнително тежки конструкции, каквито са стоманобетонните, с високо съотношение на постоянните товари към снеговите, влиянието на увеличението от снеговото натоварване е минимално. По-скоро физическото състояние на конструктивните елементи и влиянието на постоянните товари е водещо при определяне на граничните носимоспособности на елементите и определяне на сеченията, в които настъпват гранични деформации и загуба на носимоспособност.

Покривите на ДГС-1, 2 и 3 клетки имат достатъчна носимоспособност за поемане натоварването от сняг, съобразено с новите нормативи.

Надземните строителни конструкции (сглобяеми стоманобетонни елементи) на ЦПС 3 и 4 не са укрепвани по време на Модернизационната програма. Като се има предвид, че екстремно натоварване от сняг може да се получи за кратък период от време (при повтораемост 3% за 1-2 дни), то може да се приеме, че екстремните снегови натоварвания няма да доведат до превишаване на граничната носимоспособност на сградата. Но дори и консервативно да се предположи, че в техните строителни конструкции ще настъпят повреди при екстремно натоварване от сняг не се нарушават функциите на безопасност. В този случай, ако се повредят помпите за подхранване на бризгални басейни, то се изпълнява аварийно подхранване на басейните от 6 бр. ШПС в низината на р. Дунав.

Бризгални басейни

Снеговалежите не упражняват натоварване върху конструкцията на бризгалните басейни.

4.3.2.3 Екстремни температури

Високите температури, до максимално измерените за района на АЕЦ "Козлодуй", не носят механични натоварвания за конструкциите и сградите към 5 и 6 блок.

При дадените проектни основи екстремните стойности на температурите не водят до нарушаване функциите на безопасност на централата.

В експлоатационната история на централата няма събития и аварии, инициирани от екстремно ниски или екстремно високи температури.

Бризгални басейни

Проектният дебит на източниците на добавъчна вода е достатъчен да компенсира загубите от изпарение при екстремно високи температури.

Технологичният температурен режим на бризгални басейни осигурява незамръзване на водата дори и при екстремни температури.

Обледяване

За предпазване решетките пред помпите в БПС от обледяване и замръзване на водата е построено съоръжение за рецикулация – батерия за топла вода. Тя осигурява подаване на вода от топлия канал към аванкамерите на БПС 1, 2 и 3.

Вероятността за поява на ледоход е оценена в проекта на БПС. За предпазване на аванкамерите пред БПС 2 и 3 от плаващи предмети е построено мост-преградно стоманобетонно съоръжение с неподвижни решетки.

За технологично осигуряване на необходимия температурен режим и предпазване решетките на помпите на ЦПС 1-4 от замръзване е изградена рециркулация на топла вода пред ЦПС 1.

4.3.3 ХОГ

4.3.3.1 Екстремни ветрове

С изпълнението на проекта за антисейзмично укрепване на строителната конструкция на ХОГ [139] и проекта за повишаване устойчивостта на стоманените колони и покривни ферми при екстремално ветрово и снегово натоварване [140], са достигнати необходимите запаси за екстремно ветрово натоварване, като проектната основа за изчислителните натоварвания от вятър ($1,74 \text{ kN/m}^2$), превишава 27,6% екстремната изчислителна стойност ($1,364 \text{ kN/m}^2$).

Съоръжението има необходимата носимоспособност да понесе определените нормативни и екстремни натоварвания.

4.3.3.2 Снеговалежи

Пресметнатата стойност на натоварване от сняг ($1,4 \text{ kN/m}^2$) е по-ниска от действащите норми ($1,68 \text{ kN/m}^2$) и екстремната стойност на натоварване от сняг ($1,6 \text{ kN/m}^2$). Пределните стойности на снегови натоварвания могат да се определят при допълнителни конструктивни изчисления и проверки по сечения на най-натоварените конструктивни елементи.

Като се има предвид, че екстремно натоварване от сняг може да се получи за кратък период от време (при повторемост 3% за 1-2 дни), то може да се приеме, че екстремните снегови натоварвания няма да доведат до превишаване на граничната носимоспособност на сградата.

4.3.3.3 Екстремни температури

Високите температури, до максимално измерените за района на АЕЦ "Козлодуй", не носят механични натоварвания за конструкцията на ХОГ.

При дадените проектни основи екстремните стойности на температурите не водят до нарушаване функциите на безопасност на ХОГ.

В експлоатационната история на централата няма събития и аварии, инициирани от екстремно ниски или екстремно високи температури.

4.3.4 СХОГ

4.3.4.1 Екстремни ветрове

В проекта е залегнала изчислителна стойност на натоварване от вятър $1,40 \text{ kN/m}^2$. Тя е по-висока с 13% спрямо екстремната изчислителна стойност за ветрово натоварване от $1,24 \text{ kN/m}^2$.

Натоварванията от вятър, за които конструкциите са оразмерени са по-големи от екстремните стойности и тези конструкции имат необходимата носеща способност за поемане на нормативното и екстремно натоварване от вятър.

4.3.4.2 Снеговалежи

Изчислителната стойност на натоварването от сняг ($2,52 \text{ kN/m}^2$) е по-висока с 50% от нормативната стойност ($1,68 \text{ kN/m}^2$) и 57% от екстремната стойност на натоварване от сняг ($1,6 \text{ kN/m}^2$).

Съоръжението има необходимата носимоспособност да понесе определените нормативни и екстремни натоварвания от сняг.

4.3.4.3 Екстремни температури

Високите температури, до максимално измерените за района на АЕЦ "Козлодуй", не носят механични натоварвания за конструкцията на СХОГ.

При дадените проектни основи екстремните стойности на температурите не водят до нарушаване функциите на безопасност на СХОГ.

В експлоатационната история на централата няма събития и аварии, иницирани от екстремно ниски или екстремно високи температури.

4.3.5 ОТКРИТА РАЗПРЕДЕЛИТЕЛНА УРЕДБА

4.3.5.1 Екстремни ветрове

Строителната конструкция на сградата на ОРУ е осигурена по отношение на носещата способност, устойчивост и деформируемост, съгласно изискванията на действащите нормативни документи.

4.3.5.2 Екстремни снеговалежи

Изчислителната стойност на натоварването от сняг ($2,52 \text{ kN/m}^2$) е по-голяма с 50% от нормативната стойност (1.68 kN/m^2) и 57% от екстремната стойност на натоварване от сняг (1.6 kN/m^2).

Конструкцията има надеждна коравина и може да поеме нормативно и екстремно снежно натоварване.

4.3.5.3 Екстремни температури

Екстремните температури са заложи в проектните основи на КСК на ОРУ.

Високи температури не носят механични натоварвания за конструкциите и сградите.

4.3.5.4 Обледяване

Обледяването в района на Козлодуй е сравнително рядко явление.

Досегашният експлоатационен опит от 1971 г. показва, че на ОРУ няма случай на скъсване на електропроводи за външно електрозахранване или отпадане на външно електрозахранване в резултат на обледяване. Отчитайки големия брой връзки в различни направления на АЕЦ "Козлодуй", скъсването на всички електропроводи едновременно не е вероятно.

4.4 ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЗА ВЛИЯНИЕТО НА ЕКСТРЕМНИТЕ МЕТЕОРОЛОГИЧНИ ВЪЗДЕЙСТВИЯ ВЪРХУ СГРАДИТЕ И СЪОРЪЖЕНИЯТА НА ПЛОЩАДКАТА НА АЕЦ „КОЗЛОДУЙ”

Съоръженията на площадката, с изключение на ДСАПП, Противопожарна помпена станция - 2 и СХОГ, са проектирани до началото на 80-те години на 20 век, съгласно действащата тогава нормативна база и стандарти. Промяната в нормативната база и стандартите е довело до изменение на проектните изисквания и изпълнение на мащабни програми за модернизация и повишаване на безопасността на всички ядрени съоръжения на площадката.

Важните за безопасността системи и компоненти са поместени в сградите от I категория по сеизмоустойчивост.

Оценка на влиянието на екстремните външни въздействия върху строителните конструкции:

Разглежданите конструкции имат необходимата носимоспособност за поемане на завишените товари от външни въздействия в следствие на изменението на нормативната уредба и определените екстремални стойности със следните изключения:

- Надземните части на ЦПС 3 и 4 не са укрепвани по време на програмата за модернизация и заложените в проекта натоварвания са по-ниски от тези в сега действащите нормативни документи и определените екстремни стойности. На база на това може да се предположи, че надземните им конструкции са уязвими на въздействието на екстремни външни въздействия и в техните неносещи конструктивни елементи биха могли да настъпят повреди при екстремен вятър. В този случай, ако се повредят помпи за подхранване на

бризгални басейни, то се изпълнява аварийно подхранване на басейните от 6 бр. ШПС в низината на р. Дунав, т.е. не се нарушават функциите на безопасност.

- В елементите на покривните конструкции на ЦПС 3 и 4 и ХОГ биха могли да настъпят повреди при продължително задържане на снежна покривка с около екстремната (80 cm) дебелина. Въпреки, че задържането на максималната снежната покривка е в рамките на 1-2 дена, се организира непрекъснато наблюдение върху дебелината на снега и се взимат мерки за почистване на покривните им конструкции.

По отношение на смерч, тъй като той би имал малък радиус, може да се очаква по-скоро концентрирано въздействие върху отделни конструкции и системи, отколкото значително влияние върху площадката като цяло.

Може да се приеме, че ако отделни сгради попаднат в „окото“ на смерча, покривните конструкции и особено по-леките от тях, могат да пострадат, но не дотолкова, че да бъде застрашена работата на оборудването, разположено в тях.

Направените оценки на запасите на конструкциите са на база използването на възможно най-консервативни подходи. В действителност се очаква тези запаси да са по-големи.

Осигуреност на централата срещу ефектите от екстремални външни въздействия:

Загуба на вода от бризгалните басейни: Влиянието на екстремалните температури и ветрове върху изпарението на водата от бризгалните басейни се компенсира чрез разработени организационни и технологични мерки.

При смерч, най-опасен от гледна точка на безопасността, е случаят, когато той се заформи върху бризгалните басейни. Вече беше спомената малката вероятност за възникване на събитие на площадката. Още по-малка става тя, ако разгледаме вероятността за възникване на смерч на определена малка повърхност от цялата площадка, каквато са басейните. Ако тази възможност се реализира, може да се очаква „изпразването“ на басейните, което застрашава изпълнението на функцията „Загуба на краен погълтител“. Имайки предвид очакваният радиус на смерча, е вероятно да бъде засегнат само един бризгален басейн, което означава, че функцията като цяло не е застрашена. Крайният консервативен случай – загуба и на трите басейна, е опасност, разгледана подробно в част 5 от доклада „Загуба на електрозахранване и загуба на краен погълтител“.

Обледяване дюзите на бризгалните басейни: технологичната особеност на бризгалните басейни не позволява обледяване на дюзите в експлоатация.

Скъсване на далекопроводи: може да се очаква също така, че ако смерчът попадне върху ОРУ или определени далекопроводи, това ще резултира върху централата, като частична или пълна загуба на външно електрозахранване. Пълната загуба на електрозахранване, като най-лошо последствие от смерча, е разгледана подробно в част 5 от доклада „Загуба на електрозахранване и загуба на краен погълтител“.

Обледяване на ОРУ: Досегашният експлоатационен опит (от 1971 г. до сега) показва, че на ОРУ няма случай на скъсване на електропроводи за външно електрозахранване или отпадане на външно електрозахранване в резултат на обледяване. Отчитайки големият брой връзки в различни направления на АЕЦ „Козлодуй“, скъсването на всички електропроводи едновременно не е вероятно. Поради факта, че обледяването е рядко явление и не е наблюдавано в последните години не са налични необходимите данни за определяне на основните му характеристики.

Обледяване и замръзване на водата пред БПС: В проекта на БПС и двоен канал са предвидени съоръжения за предпазване от обледяване и замръзване на водата пред БПС. За предпазване на аванкамерата пред БПС 2 и 3 от плаващи предмети е построено мост-преградно стоманобетонно съоръжение с неподвижни решетки.

Замръзване на решетките на помпите на ЦПС 1-4: За технологично осигуряване на необходимия температурен режим и предпазване решетките на помпите на ЦПС 1-4 от замръзване е изградена рециркулация на топла вода пред ЦПС 1.

Падане на мълния: Съществуващите мълнезащитни инсталации на обектите на площадката осигуряват мълнезащитна зона с вероятност за защита над 99,5%.

Ниско ниво на р. Дунав: В централата има разработена процедура за действия при аварийно ниско ниво на р. Дунав.

Проведеният анализ на техническото състояние на конструкциите, с оглед въздействията на характерните за площадката външни събития (екстремни ветрове, смерч, снеговалежи и обледяване, екстремни температури, екстремни валежи) и на организационните и технически мерки за управление и контрол, предназначени за осигуряване електрозахранване на потребителите на площадката и охлаждане на ядреното гориво показва, че системите важни за безопасността са в съответствие с проектните изисквания, а наличните инструкции и процедури са приложими за действие на персонала в извънредни ситуации.

В резултат на прегледа на проведената от лицензианта “АЕЦ “Козлодуй” ЕАД преоценка на запасите на съоръженията на площадката при екстремни метеорологични въздействия АЯР счита, че са идентифицирани коректно силните и слабите места и са оценени правилно запасите на конструкциите и съоръженията.

5 ЗАГУБА НА ЕЛЕКТРОЗАХРАНВАНЕ И ЗАГУБА НА КРАЕН ПОГЛЪТИТЕЛ

В този раздел са обобщени резултатите от анализите на реакцията и устойчивостта на ядрените съоръжения в АЕЦ „Козлодуй” при загуба на електрозахранване и при загуба на краен погълтител на топлина.

Нормативните изисквания към проектите на ядрените централи и оценката на безопасността им се съдържат в Наредбата за осигуряване безопасността на ядрените централи [40]. Съгласно Наредбата, безопасността трябва да се оценява с детерминистични и вероятностни методи за потвърждаване на проектните основи и ефективността на защитата в дълбочина.

Освен това, се изисква съществуващият проект и експлоатацията на ядрените централи да бъдат преразглеждани периодично в резултат на натрупания експлоатационен опит и съществена за безопасността нова информация с цел определяне на потенциални отклонения от изискванията за безопасност и чуждия експлоатационен опит. Последният периодичен преглед на безопасността на блокове 5 и 6 на АЕЦ “Козлодуй”, извършен с отчитане на изискванията на новите наредби по прилагане на ЗБИЯЕ, завърши през 2009 г. На основата на резултатите от прегледа лицензиантът изготви Програма за повишаване на ядрената безопасност и радиационната защита, чиито дългосрочни мерки са все още в процес на изпълнение.

Детайлни указания за провеждане на оценка и преоценка на безопасността се съдържат в Регулиращите ръководства “Извършване на детерминистични оценки на безопасността” и “Вероятностни анализи на безопасността на ядрени централи”.

Изборът на постулирани изходни събития за анализ на безопасността съгласно Наредбата [40] се извършва с използване на детерминистични и вероятностни методи, като избраните събития следва да се групират в отделни (четири) категории на състоянията в зависимост от очакваната честота на поява (чл. 11 и 12). Характерните за площадките на ядрените централи външни събития и опасности, които трябва да се отчетат в проекта, са посочени в чл. 13, а чл. 14 изисква в допълнение към проектните основи да се анализират надпроектни аварии без значително повреждане на активната зона (разширени проектни основи). Наредбата [40] и Регулиращото ръководство за извършване на детерминистични оценки на безопасността специфицират аварийните последователности, които следва да се

анализират (ако не са предотвратени от свойствата на вътрешната самозащита), някои от които са посочени по-долу:

- пълна загуба на вътрешно и външно електрозахранване;
- очаквани преходни режими без сработване на системата за аварийно спиране на реактора;
- скъсване на голям брой топлообменни тръби на парогенератор (за реактори с вода под налягане);
- пълна загуба на питателна вода;
- пълна загуба на техническа вода;
- частична загуба на топлоносител с пълна загуба на системи за аварийно отвеждане на топлина от активната зона (високо или ниско налягане);
- загуба на крайния поглътител на топлината;
- неконтролирано намаляване на концентрацията на разтворимия поглътител на неутрони в топлоносителя (за реактори с вода под налягане);
- неконтролирано понижаване на нивото на топлоносителя в реактора при презареждане или при спиране за ремонт (за реактори с вода под налягане);
- дълговременна загуба на системи за безопасност при постулирани изходни събития, изискващи тяхната работа;
- загуба на охлаждане на активната зона в режим на отвеждане на остатъчното топлоотделяне;
- пълна загуба на системи за охлаждане на басейн за отлежаване на касети.

С Наредбата [40] са въведени и изисквания към проекта на системите, важни за безопасността, включително към осигуряващите системи за безопасност и системите за отвеждане на топлината към краен поглътител, отбелязани накратко по-долу.

Чл. 86 изисква в проекта да бъдат предвидени осигуряващи системи за безопасност, изпълняващи функции по снабдяване на системите за безопасност с работен флуид и енергия и поддържане на условия за тяхното функциониране за обоснован период от време при всички експлоатационни състояния и проектни аварии. По-нататък, чл. 87 изисква тези системи да бъдат проектирани с необходимата надеждност и резервираност на компонентите, с които се гарантират изискваната ефективност при независим от изходното състояние единичен отказ. Показателите за надеждност на изпълнение на функциите на осигуряващите системи трябва да бъдат достатъчни за удовлетворяване на изискваните показатели за надеждност на съответните системи за безопасност. При проектиране на системите трябва да бъде осигурена и възможност за проверка на работоспособността им и за сигнализация при неизправност. Чл. 88 изисква изпълнението на осигуряващите функции да има приоритет пред действията на собствените защити на осигуряващите системи, ако това не води до по-тежки последствия за безопасността. В проекта трябва да бъдат определени неизключваемите собствени защити на компонентите на осигуряващите системи за безопасност.

Чл. 60 на Наредбата изисква в проекта да бъдат предвидени надеждни системи за отвеждане на остатъчното топлоотделяне от активната зона и важните за безопасността конструкции, системи и компоненти към краен поглътител на топлината при всички експлоатационни състояния и при проектни аварии. Всички системи, участващи в топлопренасянето (чрез предаване на топлина, снабдяване с енергия или подаване на флуид в системите за топлопренасяне), трябва да се проектират с отчитане на техния принос в общата функция за топлопренасяне. Надеждността на системите трябва да се осигурява чрез използване на доказани в практиката компоненти и прилагане на принципите на резервиране, разнообразие, физическо разделяне и изолиране. Съгласно чл. 61 при проектиране на

системите и при избора на различни крайни поглътителни на топлина трябва да бъдат отчетени природните явления и събитията, предизвикани от човешка дейност, характерни за площадката на ЯЦ. Изисква се и в проекта да бъдат отчетени възможностите за отвеждане на остатъчното топлоотделяне от активната зона и осигуряване на охлаждане на локализиращите системи при тежки аварии.

Нормативните изисквания към проекта на системите и оценката на безопасността са напълно хармонизирани с референтните нива на WENRA за безопасност на ядрени реактори в експлоатация.

Проектните решения на конструкциите и системите за отвеждане на топлина към краен поглъtitел и на системите за електрозахранване са представени подробно в част 1 на доклада. При представянето на резултатите от извършените оценки в този раздел вниманието е насочено към проектните решения, предотвратяващи възникването на събития със загуба на електрозахранване и загуба на краен поглъtitел на топлина и към реакцията на съоръженията при последователна деградация на следните функции на безопасност, определени в чл. 33 на [40]:

- Отвеждане на остатъчното топлоотделяне от активната зона при определени експлоатационни състояния и аварии със съхранени граници на контура на топлоносителя на реактора;
- Отвеждане на топлината от системите за безопасност до крайния поглъtitел на топлина;
- Обезпечаване на необходимите осигуряващи функции за системите за безопасност;
- Отвеждане на остатъчното топлоотделяне от отработеното гориво, съхранявано извън активната зона, но в границите на енергийния блок.

Дава се оценка на времето, с което операторът разполага за осъществяването на мерки за предотвратяване на тежки аварии при различните сценарии.

Обект на анализа са следните ядрени съоръжения:

- Ядрени реактори на блокове 5 и 6;
- Басейни за отлежаване на касетите на блокове 5 и 6;
- Басейни за отлежаване на касетите на спрението от експлоатация блокове 3 и 4;
- Хранилище за съхраняване на отработено ядрено гориво.

В анализа не е включено съоръжението за сухо съхранение на отработено гориво, тъй като в него отвеждането на топлината става на пасивен принцип, а крайният поглъtitел е атмосферният въздух.

В резултат на оценката са направени изводи за устойчивостта на ядрените съоръжения в АЕЦ „Козлодуй“ при загуба на електрозахранване и при загуба на краен поглъtitел на топлина и са представени, посочени са силните черти на безопасността, идентифицирани са областите, за които са необходими подобрения и са специфицирани набелязаните мерки за подобряване на устойчивостта.

5.1 ЯДРЕНИ РЕАКТОРИ – БЛОКОВЕ 5 И 6

5.1.1 Загуба на електрозахранване

5.1.1.1 Загуба на външно електрозахранване

Работното електрозахранване на блокове 5 и 6 се осъществява чрез трансформатори собствени нужди, захранващи се от генераторното напрежение. Резервното електрозахранване се осъществява от ОРУ-220 kV. Второ резервно електрозахранване

блоковете получават от секциите резервно електрозахранване на другия енергоблок (блок 5 се захранва от блок 6 и обратно).

Външното електрозахранване на бреговите помпени станции се осъществява от ОРУ 220 kV, резервирано от подстанция „Букьовци” на 110 kV.

5.1.1.1.1 Проектни схеми при загуба на външно електрозахранване, източници, капацитет и готовност за работа на аварийно електрозахранване

Загубата на външно електрозахранване се определя като прекъсване на всички връзки на АЕЦ с ЕЕС. В случай на загуба на външно електрозахранване важните за безопасността консуматори се захранват от автономни аварийни източници на електрозахранване, инсталирани на територията на блокове 5 и 6.

- Аварийни ДГ

На всеки от блоковете 5 и 6 има по три автономни автоматизирани дизелгенератора за надеждно електрозахранване, по един за всеки канал на системите за безопасност. Съгласно, глава 3 и глава 8 на [4] и [5], дизелгенераторите са клас 3 по ОРВ-88/97 и дефинициите на МААЕ за функции на безопасност, съответно клас Е1 по IEEE, и отговаря на съответната сеизмична категория 1. Разположени са на нивото на площадката. Потребители, захранени от аварийните ДГ, са системите за безопасност, помпите за разхлаждане на БОК, противопожарните помпи.

- Акумулаторни батерии

Електрозахранването на потребителите I категория във всички режими, включително и в режим на пълна загуба на електрозахранване, се осигурява от акумулаторни батерии. От акумулаторни батерии са захранени КИП и А в реакторно отделение, системата за аварийно отвеждане на паро-газова смес от първи контур, БРУ-А, аварийното осветление.

Системата надеждно електрозахранване на бреговите помпени станции е предназначена да захрани потребителите, важни за ядрената и пожарна безопасност (аварийни помпи техническа вода, шахтови помпени станции, пожароизвестителна инсталация и пожарогасене в БПС и поддържащите ги системи). Дизел-генераторната станция в БПС е оборудвана с два дизел-генераторни агрегата.

В БПС са инсталирани два броя акумулаторни батерии, които служат за гарантиране на непрекъснато електрозахранване на най-важните консуматори, осигуряващи безаварийна работа на съоръженията в цех БПС.

5.1.1.1.2 Автономност на източниците на аварийно електрозахранване и мерки за удължаване времето за работа

- Аварийни ДГ - При работа на два аварийни ДГ (по един на блок) общият запас от гориво и масло на аварийните ДГ е достатъчен за повече от 38 денонощия.
- Акумулаторни батерии - Не е необходимо предприемането на мерки за удължаване на времето за работа на акумулаторните батерии, тъй като една акумулаторна батерия на канал на система за безопасност издържа при пълен товар над 10 часа. Виж описанието в т. 1.3.2.6. „Акумулаторни батерии“.
- ДГ на БПС - Общият запас от гориво и масло на площадката на БПС осигурява непрекъснатата работа на двата ДГ в продължение на 56 часа и 45 минути.

5.1.1.2 Загуба на външно електрозахранване и загуба на аварийни дизелгенератори

5.1.1.2.1 Проектни схеми на постоянно инсталираните източници на допълнително аварийно електрозахранване на площадката, капацитет и готовност за въвеждане в работа

На всеки от двата блока има по един допълнителен автономен дизел генератор с номинална мощност 5.2 MW. Проектното предназначение на тези ДГ е да осигурят

напрежение на секциите за нормално електрозахранване, чрез които, в случай на загуба на нормалното подхранване на втори контур, да осигурят подаването на топла вода в ПГ от деаераторите, вместо на студена от резервоарите на системата за аварийно подхранване на втори контур. По този начин се предотвратява възникването на термични напрежения в тръбния сноп на ПГ. Тези ДГ могат да бъдат използвани и за отвеждане на остатъчното енергоотделяне от реактора и в случай на отказ на трите аварийни ДГ. Допълнителните ДГ са в състояние на горещ резерв.

Допълнителният ДГ е разположен в контейнер на платформа на 1 m над площадката и съгласно [4]и [5] отговаря на клас 4 по ОРВ-88/97 и на съответната сеизмична категория 2.

Общият запас от гориво и масло на допълнителните ДГ осигурява непрекъсната работа на всеки от тях в продължение на повече от 4 денонощия.

5.1.1.2.2 Капацитет на батериите, време за работа и възможности за презареждане на батериите

Не е предвидена възможност за презареждането на акумулаторните батерии на системата за безопасност от допълнителния или мобилния ДГ. Зареждането им се извършва от аварийния ДГ на съответния канал на системите за безопасност. Общоблочната акумулаторна батерия и тази на компютъризираната информационна система може да се зареждат от допълнителния дизел генератор.

Пълно описание на работата на акумулаторните батерии е представено в т. 1.3.2.6 „Акумулаторни батерии“

5.1.1.2.3. Време до достигане на тежка авария в посочените условия. Прагови стойности в поведението на централата

Оценките са направени за следните състояния на блоковете:

- Работа на мощност;
- Студено състояние (N=18 MW, 20 часа след спиране), плътен първи контур и дренирани ПГ;
- Студено състояние (N=18 MW, 20 часа след спиране), плътен първи контур и недренирани ПГ;
- Студено състояние (N=16.2 MW, 28 часа след спиране), разуплътнен първи контур;
- Ремонтно разхлаждане на първи контур (N=12 MW, 72 часа след спиране и N=6 MW, около 18 денонощия след спиране).

За всяко от състоянията са посочени отчетените в анализите операторски действия, насочени към удължаване на времето до настъпване на повреда на горивото.

Таблица 5.1-1: Оценка на времето до повреда на горивото при загуба на нормално и резервно електрозахранване и отказ на аварийните ДГ.

	Вариант	Време до повреда на горивото (h:min)
1	Работа на мощност (Отчетено е включването на МДГ и използване на запаса от вода в резервоарите на системата за аварийно подхранване на ПГ)	115:45 (4.8 денон.)

	Вариант	Време до повреда на горивото (h:min)
2	Спряен реактор, планово разхлаждане при плътен първи контур и дренирани ПГ (Отчетено е изливането на три хидроакумулатора)	16:44
3	Спряен реактор, планово разхлаждане при плътен първи контур и недренирани ПГ (Отчетено е изливането на три хидроакумулатора, подхранване на ПГ от деаератор високо налягане, резервоара на системата за химически обезсолена вода и резервоарите на системата за аварийно подхранване на ПГ)	Над 3 денон. и 19 часа
4	Спряен реактор, планово разхлаждане при разуплътнен първи контур (Отчетено е изливането на три хидроакумулатора)	19:45
5	Спряен реактор, ремонтно разхлаждане (Отчетено е изливането на три хидроакумулатора)	
	3 денонощия след спиране	25:51
	18 денонощия след спиране	50:12

Първата прагова стойност е разреждането на акумулаторните батерии (около 10 часа след пълната загуба на променливотокови източници). В резултат оперативният персонал губи информацията за параметрите на блока. До тогава трябва да са били позиционирани необходимите за управлението на аварията клапани (предпазни клапани на компенсатор на налягането, БРУ-А, линията за аварийно отвеждане на парогазова смес и т.н.).

Разреждането на акумулаторните батерии обаче няма да прекрати започнатите процеси по отвеждане на топлината (клапаните с електродвигател ще останат в положението, в което са били).

Втората прагова стойност е изчерпването на водата в резервоара с химически обезсолена вода (при подхранване с помпа на спомагателната система за подхранване на ПГ) и в резервоарите на системата за аварийно подхранване на ПГ (при подхранване със САП ПГ).

При работа на мощност изчерпването на трите резервоара на системата за аварийно подхранване на ПГ и на запаса от вода в деаератор високо налягане и в резервоара за химически обезсолена вода се очаква след повече от 3 денонощия.

Третата прагова стойност е изчерпването на запасите от гориво на допълнителния и на мобилния ДГ. Запасът от гориво на допълнителния ДГ е достатъчен за повече от 4 денонощия, а на МДГ – за 60 часа. Запасите от масло и на двата ДГ са достатъчни за този период от време. При неработоспособност на аварийните ДГ предназначени за тях количества гориво и масло могат да се използват от работещите ДГ, с което да се осигури тяхната работа за повече от 30 дни.

5.1.1.3 Загуба на външно електрозахранване, на аварийни дизелгенератор и на допълнителния дизелгенератор

5.1.1.3.1 Капацитет на батериите, време за работа и възможности за презареждането им в тази ситуация

Виж т. 5.1.1.2.2.

5.1.1.3.2 Действия, предвидени за подsigуряване на мобилни вътрешни или външни източници на електрозахранване

На територията на блокове 1 и 2 на АЕЦ „Козлодуй” се намира мобилен дизел-генератор (МДГ), който е монтиран на платформа заедно с резервоар за гориво, щит за управление и навит на барабан силов кабел. Транспортирането на платформата се осъществява с автовлекач. Мобилният ДГ се използва за електрозахранване на помпата на системата за алтернативно подхранване на ПГ (САП ПГ) чрез собствена секция. МДГ може да бъде включен да захрани САП ПГ на единия от двата блока, въпреки че мощността му е достатъчна за електрозахранването на помпите и на двата блока.

Общият запас от гориво и масло на МДГ осигуряват непрекъснатата му работа на номинална мощност в продължение на 21 часа и 40 минути [21]. За електрозахранване само на помпата от системата за алтернативно подхранване на ПГ запасът е достатъчен за 60 часа.

5.1.1.3.3 Компетентност на сменния персонал и време необходимо за подвързване на мобилните източници на електрозахранване. Време, необходимо на експерти за изпълнение на тези дейности

В АЕЦ „Козлодуй” е изградена система за обучение на операторите. Системата определя обхвата и продължителността на обучението за различните длъжности. Предвидени са извънредни обучения във връзка с промяна на нормативни изисквания, модификация и въвеждане на нови системи, процедури и инструкции и др. Регламентирано е планирането, провеждането и анализа на резултатите от проведените обучения.

Провежда се обучение на пълномащабен тренажор и противоаварийни тренировки. Всички СОАИ се проиграват на пълномащабния тренажор. Противоаварийните тренировки включват оперативен персонал и различни групи и команди съгласно Вътрешния аварийен план на АЕЦ.

Действията на оперативния персонал в случай на загуба на електрозахранване са дефинирани в „Инструкция за ликвидиране на нарушенията на нормалната експлоатация и аварийите в РУ” [21] и в СОАИ за действия при пълно обезточване на блока.

Действията, свързани с включването и натоварването на допълнителните ДГ са дефинирани в процедури за възстановяване на електрозахранване на потребители III категория на блокове 5 и 6 от общоблочен дизелгенератор [141],[142].

Изготвена е процедура за транспортиране и включване на МДГ към секциите в помещенията на помпите на САП ПГ. Дефинираният критерий за успех е времето от подаване на сигнала за пълна загуба на електрозахранване до включването на помпата да е не повече от 2 часа. Изпълнението на критерия е потвърдено в листа за наблюдение на противоаварийната тренировка.

5.1.1.3.4 Време необходимо за подsigуряване на променливотоково електрозахранване и възстановяване охлаждането на активната зона преди да настъпи повреда на горивото. Прагови стойности в поведението на централата

Оценките са направени за следните състояния:

- Работа на мощност;
- Студено състояние, плътен първи контур и дренирани ПГ;
- Студено състояние, плътен първи контур и недренирани ПГ;
- Студено състояние, разуплътнен първи контур;
- Ремонтно разхлаждане на първи контур.

За всяко от състоянията са посочени отчетените в анализите операторски действия, насочени към удължаване на времето до настъпване на повреда на горивото.

Таблица 5.1-2: Оценка на времето до повреда на горивото при загуба на нормално и резервно електрозахранване, отказ на всички аварийни ДГ, отказ на допълнителния ДГ.

	Вариант	Време до повреда на горивото (h:min)
1	Работа на мощност (Отчетено е пасивно подхранване на ПГ; включване на САП ПГ, захранена от МДГ. Времето зависи от конфигурацията на пасивното подхранване на ПГ.)	45:00÷49:00
2	Спрян реактор, планово разхлаждане при плътен първи контур и дренирани ПГ (Отчетено е включване на САП ПГ, захранена от МДГ; изливане на три хидроакумулатора САОЗ.)	66:44
3	Спрян реактор, планово разхлаждане при плътен първи контур и недренирани ПГ (Отчетено е включване на САП ПГ, захранена от МДГ; изливане на три хидроакумулатора САОЗ.)	69:44
4	Спрян реактор, планово разхлаждане при разуплътнен първи контур (Отчетено е изливане на три хидроакумулатора САОЗ.)	7:28
5	Спрян реактор, ремонтно разхлаждане (Отчетено е изливане на три хидроакумулатора САОЗ.)	
	3 денонощия след спиране	9:15
	18 денонощия след спиране	16:53

Прагов ефект върху развитието на процеса има разреждането на акумулаторните батерии (след около 10 часа). След това операторът не разполага с информация за параметрите на блока и трябва да изпълнява дейности по управление на аварията „на сляпо”.

При настъпване на събитието по време на работа на мощност или в студено състояние с плътен първи контур прагов ефект е изчерпването на запаса от вода в резервоарите на системата за аварийно подхранване на ПГ. В първия случай този ефект се очаква след около 28 часа, а във втория – след 50 часа.

При разуплътнен реактор прагова стойност е началото на разгриване на активната зона, което настъпва сравнително рано – след по-малко от 2 часа. През това време операторът трябва да е подготвил и започнал изливането на хидроакумулаторите (за предпочитане първо към студената част на реактора). Изливането на три хидроакумулатора отлага началото на разгриването на активната зона с 4 часа.

5.1.1.4 Загуба на външно електрозахранване, на аварийни дизелгенератори, на допълнителния дизелгенератор и на мобилния дизелгенератор

5.1.1.4.1 Капацитет на батериите, време за работа и възможности за презареждането им в тази ситуация

Виж. т 5.1.1.2.2.

5.1.1.4.2 Действия, предвидени за подsigуряване на мобилни вътрешни или външни източници на електрозахранване

Виж т.5.1.1.2.2.

5.1.1.4.3 Време необходимо за подsigуряване на променливотоково електрозахранване и възстановяване охлаждането на активната зона преди да настъпи повреда на горивото. Прагови стойности в поведението на централата

Оценките са направени за състоянията на блоковете, описани в раздел гл.15 на [4][5]. За всяко от състоянията са посочени отчетените в анализите операторски действия, насочени към удължаване на времето до настъпване на повреда на горивото.

Таблица 5.1-3: Оценка на времето до повреда на горивото при загуба на нормално и резервно електрозахранване, отказ на всички аварийни ДГ, отказ на допълнителния ДГ, отказ на мобилния ДГ

	Вариант	Време до повреда на горивото (h:min)
1	Работа на мощност (Отчетено е пасивно подхранване на ПГ от деаератора високо налягане)	16:15
2	Спрян реактор, планово разхлаждане при плътен първи контур и дренирани ПГ (Отчетено е изливане на три хидроакумулатора САОЗ.)	16:44
3	Спрян реактор, планово разхлаждане при плътен първи контур и недренирани ПГ (Отчетено е изливане на три хидроакумулатора САОЗ.)	19:44
4	Спрян реактор, планово разхлаждане при разуплътнен първи контур (Отчетено е изливане на три хидроакумулатора САОЗ.)	7:28
5	Спрян реактор, ремонтно разхлаждане (Отчетено е изливане на три хидроакумулатора САОЗ.)	
	3 денонощия след спиране	9:15
	18 денонощия след спиране	16:53

Прагов ефект върху развитието на процеса има разреждането на акумулаторните батерии (след около 10 часа). След това операторът не разполага с информация за параметрите на блока и трябва да изпълнява дейности по управление на аварията „на сляпо”.

При настъпване на събитието по време на работа на мощност или в студено състояние с плътен първи контур и недренирани ПГ, прагов ефект е изсушаването на ПГ. За да се предотврати бързото повишаване на температурата на горивото, е необходимо в рамките на 6-8 (до 9 в студено състояние) часа да се осигури подаването на вода в ПГ.

При разуплътнен реактор прагова стойност е началото на разгриване на активната зона, което настъпва сравнително рано – след по-малко от 2 часа. През това време операторът трябва да е подготвил и започнал изливането на хидроакумулаторите (за предпочитане първо към студената част на реактора). Изливането на три хидроакумулатора отлага началото на разгриването на активната зона с още 4 часа.

5.1.2 Мерки за подобряване на устойчивостта при загуба на електрозахранване

Да се доставят 2 броя нови мобилни ДГ, а съществуващият да остане в резерв за останалите съоръжения на територията на АЕЦ;

Да се реализира електрозахранване за зареждане на една от акумулаторните батерии на системите за безопасност от мобилен ДГ.

5.1.3 Загуба на краен поглътител на топлина

5.1.3.1 Проектни основи за отвеждане на топлина към основния краен поглътител при различни експлоатационни състояния

Източници на остатъчна топлина в енергоблокове 5 и 6 са:

- Остатъчно топлоотделяне в активната зона;
- Остатъчно топлоотделяне в басейните за отлежаване на касетите.

Основен краен поглътител на топлина от ядрените съоръжения в АЕЦ „Козлодуй” е р. Дунав. Връзката с крайния поглътител се осъществява по правоточна схема от системата за техническо водоснабдяване по двойка канали. Водата от р. Дунав се подава в студения канал с помпи, разположени в бреговите помпени станции.

Връзката с р. Дунав е резервирана посредством Аварийна помпена станция, която осигурява независимо подаване на вода в аварийния обем на студения канал по два самостоятелни напорни стоманени водопровода.

Водата за охлаждане на кондензаторите на турбините и за охлаждане на консуматорите в ядрените съоръжения се подава от циркуляционни помпени станции с аванкамери и помпи, напорни стоманени тръбопроводи и филтърни помещения с филтърни инсталации. Съоръженията за отвеждане на топлата вода са отводящи стоманени тръбопроводи, сифонни шахти с преливници, слабонапорни отводящи канали, изходна шахта с аванкамера и преливник, вливни и ревизионни шахти. За нуждите на АЕЦ „Козлодуй” са изградени общо 4 циркуляционни помпени станции (ЦПС): по една за двете спрени от експлоатация двойки блокове 1-2 и 3-4 (ВВЕР-440) и по една за всеки от двата ядрени енергоблока 5 и 6 (ВВЕР-1000).

ЦПС 3 и ЦПС 4 обслужват действащите блокове, съответно блок 5 и блок 6. Двете помпени станции са еднакви. Във всяка помпена станция са монтирани:

- Електрически помпи за охлаждане на кондензаторите на турбината с водовземане на кота 29 m;
- Електрически помпи за техническо водоснабдяване на потребители от системите за нормална експлоатация в машинна зала, реакторно отделение, спомагателния корпус и системата за химически обезсолена вода с водовземане на кота 28 m;
- Електрически помпи за подаване на вода към бризгалните басейни с водовземане на кота 28 m;
- Дизел-помпи за подаване на вода към бризгалните басейни с водовземане на кота 26.3 m, практически от дъното на студения канал;
- Противопожарни помпи с водовземане на кота 26.3 m, практически от дъното на студения канал.

Реализирани са редица проектни мерки за предотвратяване на загубата на връзката с р. Дунав – мерки за предотвратяване на загубата на помпените станции, средствата за предотвратяване на блокирането на основния вход на охлаждаща вода, алтернативните пътища за подаване на вода и др.

Отвеждането на отработената техническа вода от площадката на АЕЦ (блокове 5 и 6) към р. Дунав е резервирано с втори топъл канал.

За подаване на вода към бризгалните басейни на блокове 5 и 6 е изградено самостоятелно водоснабдяване от терасата на р. Дунав от 6 шахтови кладенци и 6 шахтови помпени станции. Количеството вода, което може да бъде подадено от шахтовите помпени станции към бризгалните басейни е достатъчно за компенсирание на загубите от шестте бризгални басейна вследствие на изпарение и отнасяне при тихо време (скорост на вятъра

2 m/s). Водата от шахтовите помпени станции се подава към брызгалните басейни по самостоятелен стоманен тръбопровод.

Охлаждането на потребителите на блокове 5 и 6 се осъществява от:

- Система за техническо водоснабдяване, предназначена за охлаждане на потребителите от системите за нормална експлоатация – краен погълтател на топлината е р. Дунав.
- Система за техническо водоснабдяване, предназначена за отвеждане на топлината от оборудването на системите за безопасност във всички експлоатационни състояния и аварийни условия. Всеки от трите канала на системата работи по затворен контур, като охлаждането на водата се осъществява в брызгалните басейни. Крайният погълтател на топлината е атмосферният въздух.

По време на работа на ядрените енергоблокове на мощност основните пътища за отвеждане на топлината към краен погълтател са:

- Чрез система циркуляционна вода – от кондензаторите на турбината към топлия канал и чрез него - към р. Дунав;
- Чрез система за техническо водоснабдяване на потребителите от системите за нормална експлоатация – към топлия канал и чрез него - към р. Дунав;
- Чрез система за техническо водоснабдяване на потребителите от системите за безопасност – към брызгалните басейни и оттам – към атмосферния въздух.

След заглушаването на реактора остатъчното енергоотделяне от горивото, намиращо се в активната зона, се отвежда на два етапа:

(1) чрез втори контур, в пароводен режим от горешо състояние до състояние, при което е възможно да се премине към разхлаждане чрез системата за аварийно и планово разхлаждане.

(2) по първи контур чрез системата за аварийно и планово разхлаждане по контура за разхлаждане. Охлаждането на потребителите от системите за безопасност става чрез системата за техническо водоснабдяване на потребителите от системите за безопасност към атмосферата. Подкритичността се осигурява от въвеждането на регулиращите органи и от системите впръскване на борен разтвор в първи контур.

При пълна неразполагаемост на системите от втори контур достигането на параметрите на първи контур, при които да може да се премине към работа на контура за разхлаждане, може да се осъществи чрез прилагане на процедура „feed-and-bleed”.

В студено състояние основният път за отвеждане на топлината към краен погълтател е чрез системата за техническо водоснабдяване на потребителите от системите за безопасност през брызгалните басейни към атмосферата.

5.1.3.2 Загуба на основния краен погълтател

5.1.3.2.1 Схеми и процедури за отвеждане на топлина към алтернативни погълтатели на топлина

При отпадане на достъпа до р. Дунав поради едновременна загуба на БПС и/или слабонапорните канали и на аварийната помпена станция и на тръбопроводите от нея до аварийния обем остатъчното, в този случай енергоотделянето от активната зона на всеки от ядрените реактори 5 и 6 се осъществява по затворен контур чрез система за техническо водоснабдяване на потребителите от системите за безопасност през брызгалните басейни към атмосферата.

Всеки брызгален басейн е оразмерен да отвежда цялото количество топлина, отделяща се в аварийен режим на блока, и да осигури температура на техническата вода на входа за охлаждане на потребителите от системите за безопасност в границите от +4 °C до +33 °C.

5.1.3.2.2 Ограничение във времето за използване на алтернативен поглътител на топлина и възможностите за увеличаване на разполагаемото време

При начално ниво на водата в даден бризгален басейн, съответстващо на максималното, и скорост на вятъра под 2 m/s басейнът може да работи без допълване в течение на 30 часа. При това нивото на водата в него се понижава с 1.5 m. Загубите от изпарение и отнасяне на водата са $170 \div 175 \text{ m}^3/\text{h}$.

За запълването на един бризгален басейн до минималното допустимо ниво са необходими 2526 m^3 вода, а до максималното ниво – 7650 m^3 вода.

Подаването на вода към бризгалните басейни може да се осъществи от:

- Електрическите помпи на система техническа вода за охлаждане на потребителите от системите за нормална експлоатация, по 2 броя на блок, всяка с дебит $1440 \text{ m}^3/\text{h}$. Помпите могат да работят при ниво в студения канал над кота 28 m.
- Дизел-помпи на система техническа вода за охлаждане на потребителите от системите за нормална експлоатация, по 2 броя на блок, всяка с дебит $290 \div 500 \text{ m}^3/\text{h}$. Помпите черпят практически от дъното на студения канал и могат да ползват целия аварийен запас – 52264 m^3 в аванкамерата на ЦПС-3 и 21762 m^3 в аванкамерата на ЦПС-4.
- Помпите в шахтовите помпени станции, всяка с дебит $180 \text{ m}^3/\text{h}$. Помпите са две групи с различно електрозахранване. Може да работи по една помпа от група във всяка шахтова помпена станция. Общият разход към бризгалните басейни е $1080 \text{ m}^3/\text{h}$. При преливане или разкъсване на държавната дига, шахтовите помпени станции ще бъдат залети и тяхното използване за подаване на вода към бризгалните басейни, няма да е възможно.

Оценката на времето за изчерпване на аварийния обем е направено при следните предпоставки:

- Един канал от система техническа вода за охлаждане на отговорни потребители е достатъчен за отвеждане на остатъчното енергоотделяне от реактора и БОК;
- Една двойка бризгални басейни осигурява охлаждането на по един канал от системите за безопасност на двата блока 5 и 6.

При допускане, че в началото на подаването на вода към басейните те са празни (водата е била отнесена напълно) за запълването на двойка басейни до минималното ниво, при което те са работоспособни, са необходими $2 \times 2526 = 5052 \text{ m}^3$ вода. Времето, необходимо за това е:

- 53 min с електрическите помпи на система техническа вода;
- 2 h 35 min с дизел помпите на система техническа вода.

За компенсиране на загубите от изпарение и отнасяне на водата в една двойка бризгални басейни ($340 - 350 \text{ m}^3/\text{h}$) е достатъчно да работи една от електрическите помпи или една от дизел помпите.

Предвид аварийния запас от вода за ЦПС-3 и ЦПС-4 (общо 74026 m^3) и обема, необходим за запълване на два бризгални басейна до допустимия минимум (при условие, че са били напълно изсушени), загубите от изпарение и отнасяне от всичките бризгални басейни могат да бъдат компенсирани в продължение на 197 часа (8.2 денонощия).

5.1.3.3 Загуба на краен погълтател на топлина и загуба на алтернативен погълтател

5.1.3.3.1 Външни действия предвидени за предотвратяване повреда на горивото

Необходимите външни действия са свързани с допълването на двойка бризгални басейни и трябва да бъдат предприети до 8 дни след изходното събитие. На този етап такива действия не са предвидени в аварийния план.

5.1.3.3.2 Необходимо време за възстановяване един от изгубените погълтатели на топлина или за инициране на външни действия за възстановяване охлаждането на активната зона преди повреда на горивото при различни експлоатационни състояния

В следващата таблица са обобщени резултатите от оценката на устойчивостта на блокове 5 и 6 при загуба на основния краен погълтател на топлина и алтернативния погълтател на топлина. Оценките са направени за следните състояния на блоковете:

- Работа на мощност (за изходно събитие 1 и изходно събитие 2);
- Студено състояние (N=18 MW, 20 часа след спиране), плътен първи контур и дренирани ПГ (за изходно събитие 3);
- Студено състояние (N=18 MW, 20 часа след спиране), плътен първи контур и недренирани ПГ (за изходно събитие 4);
- Студено състояние (N=16.2 MW, 28 часа след спиране), разуплътнен първи контур (за изходно събитие 5).
- Ремонтно разхлаждане на първи контур (N=12 MW, 72 часа след спиране и N=6 MW, 18 денонощия след спиране) (за изходно събитие 6).

Таблица 5.1-4: Оценка на времето до повреда на горивото при изходни събития със загуба на краен погълтател

Изходно събитие	Вариант	Време до повреда на горивото
–	Загуба на бреговете и шахтовите помпени станции	
1	Загуба на вакуум в кондензатора на турбината	Свежда се към изходно събитие 3, изходно събитие 4 или изходно събитие 5
2	Пълна загуба на подхранваща вода на ПГ	Свежда се към изходно събитие 3, изходно събитие 4 или изходно събитие 5
3	Загуба на охлаждане на първи контур поради отказ на системата за аварийно и планово разхлаждане при плътен първи контур и дренирани ПГ (Отчетено е подхранване на ПГ със САП ПГ и с една от спомагателните подхранващи помпи от резервоара на системата за химически обезсолена вода)	> 295 h (12.3 денонощия)
4	Загуба на охлаждане на първи контур поради отказ на системата за аварийно и планово разхлаждане при плътен първи контур и недренирани ПГ (Отчетено е подхранване на ПГ със САП ПГ и с една от спомагателните подхранващи помпи от резервоара на системата за химически обезсолена вода)	> 298 h (12.4 денонощия)

Исходно събитие	Вариант	Време до повреда на горивото
5	Загуба на охлаждане на първи контур поради отказ на системата за аварийно и планово разхлаждане при разуплътнен първи контур (Отчетено е изливане на три хидроакумулатора САОЗ)	> 204 h (8.5 денонощия)
6	Загуба на охлаждане на първи контур поради отказ на системата за аварийно и планово разхлаждане в режим на ремонтно разхлаждане на първи контур (Отчетено е изливане на три хидроакумулатора САОЗ)	> 206÷209 h (8.6 денонощия)
– Прекъсване на връзките от бризгалните басейни до ядрени енергоблокове 5 и 6		
1	Загуба на вакуум в кондензатора на турбината (Отчетено е подхранване на ПГ със САП ПГ и с една от спомагателните подхранващи помпи от резервоара на системата за химически обезсолена вода)	> 99 h 30 min (4.2 денонощия)
2	Пълна загуба на подхранваща вода на ПГ (Отчетено е подхранване на ПГ със САП ПГ)	27÷31 h
3	Загуба на охлаждане на първи контур поради отказ на системата за аварийно и планово разхлаждане при плътен първи контур и дренирани ПГ (Отчетено е подхранване на ПГ със САП ПГ и с една от спомагателните подхранващи помпи от резервоара на системата за химически обезсолена вода)	97:50 h (> 4 денон.)
4	Загуба на охлаждане на първи контур поради отказ на системата за аварийно и планово разхлаждане при плътен първи контур и недренирани ПГ (Отчетено е подхранване на ПГ със САП ПГ и с една от спомагателните подхранващи помпи от резервоара на системата за химически обезсолена вода)	100:50 h (> 4.2 денон.)
5	Загуба на охлаждане на първи контур поради отказ на системата за аварийно и планово разхлаждане при разуплътнен първи контур (Отчетено е изливане на три хидроакумулатора САОЗ и използване на запаса в резервоара на системата за борно регулиране)	19:45 h
6	Загуба на охлаждане на първи контур поради отказ на системата за аварийно и планово разхлаждане в режим на ремонтно разхлаждане на първи контур (Отчетено е изливане на три хидроакумулатора САОЗ и използване на запаса в резервоара на системата за борно регулиране)	
	3 денонощия след спиране	25:51 h
	18 денонощия след спиране	50:12

5.1.3.4 Загуба на краен поглътител на топлина, в комбинация с пълно обезточване (т.е. загуба на външно и аварийно електрозахранване на площадката)

Едновременната загуба на електрозахранване и на крайния поглътител на топлина се разглежда като:

- Загуба на външно електрозахранване и на всички стационарни променливотокови източници на площадката на АЕЦ (аварийни и допълнителни ДГ);
- Загуба на основния краен поглътител на топлина, определена като загуба на водовземните съоръжения от р. Дунав.

В следствие на постулираното външно изходно събитие се приема, че губят работоспособността си:

- Откритите разпределителни уредби на АЕЦ „Козлодуй“;
- Аварийните ДГ;
- Допълнителните ДГ;
- Брегови помпени станции и съоръженията в тях, включително ДГ;
- Шахтови помпени станции.

За управление на аварията могат да се използват:

- Мобилни ДГ и захранваните с тях съоръжения;
- Аварийният обем вода в студения канал;
- Помпи със собствен дизелов двигател, в т.ч. противопожарни;
- Потребители с I категория на електрозахранване до разреждане на акумулаторните батерии на системите за безопасност;
- Ръчни арматури;
- Други съоръжения, чиято работа не е възпрепятствана от изходното събитие.

5.1.3.4.1 Време на автономност на площадката преди да започне повреда на горивото поради загуба на вода от първи контур

По-долу е разгледана реакцията на ядрените енергоблокове 5 и 6 за различните експлоатационни състояния.

Таблица 5.1-5: Оценка на времето до повреда на горивото при изходни събития със загуба на електрозахранване и на крайния поглътител

№	Начално състояние на блока	Резултати от оценката
1.	Работа на мощност	Събитието се свежда до сценария на загуба на нормално и резервно електрозахранване, отказ на всички аварийни ДГ и на допълнителния ДГ. Време до повреда на активната зона: 45 – 49 часа
2.	Спрян реактор, планово разхлаждане при плътен първи контур и дренирани ПГ	Събитието се свежда до сценария на загуба на нормално и резервно електрозахранване, отказ на всички аварийни ДГ и на допълнителния ДГ. Време до повреда на активната зона: 66 часа 44 минути

№	Начално състояние на блока	Резултати от оценката
3.	Спрян реактор, планово разхлаждане при плътен първи контур и недренирани ПГ	Събитието се свежда до сценария на загуба на нормално и резервно електрозахранване, отказ на всички аварийни ДГ и на допълнителния ДГ. Време до повреда на активната зона: 69 часа 44 минути
4.	Спрян реактор, планово разхлаждане при разуплътнен първи контур	Събитието се свежда до сценария на загуба на нормално и резервно електрозахранване и отказ на всички аварийни ДГ и на допълнителния ДГ. Време до повреда на активната зона: 7 часа 28 минути
5.	Спрян реактор, ремонтно разхлаждане	Събитието се свежда до сценария на загуба на нормално и резервно електрозахранване и отказ на всички аварийни ДГ и на допълнителния ДГ. Време до повреда на активната зона: - 3 денонощия след спиране: 9 часа 15 минути - 18 денонощия след спиране: 16 часа 53 минути

5.1.3.4.2 Външни действия, предвидени за предотвратяване повреда на горивото

В аварийния план е предвидено използването на мобилния ДГ.

5.1.4 Мерки за подобряване на устойчивостта към загуба на краен погълтител

Да се направи оценка на състоянието, ефективността и разполагаемостта на аварийната система за подаване на вода от яз. „Шишманов вал”.

5.2 БОК НА БЛОКОВЕ 5 И 6

5.2.1 Загуба на електрозахранване

5.2.1.1 Загуба на външно електрозахранване

5.2.1.1.1 Проектни схеми при загуба на външно електрозахранване, източници, капацитет и готовност за работа на аварийното електрозахранване

Басейните за отлежаване на касетите (БОК) са разположени в хермозоните и служат за съхранение и отлежаване на отработено гориво (до намаляване на остатъчното топлоотделяне до допустимо ниво) в продължение на не по-малко от три години.

Към 30.06.2011г. в БОК 5 се съхраняват 355 топлоотделящи касети, а в БОК 6 - 365 топлоотделящи касети

Системите за охлаждане на БОК са част от системите на блокове 5 и 6. Съответно нормалното и резервно електрозахранване на системата за разхлаждане на БОК на блокове 5 и 6 е същото като нормалното и резервното електрозахранване на реакторните инсталации. Системите са класифицирани като системи за нормална експлоатация, важна за безопасността. Те са триканални (резервираност 3 x 100%) и се захранват от аварийните ДГ.

5.2.1.1.2 Автономност на източниците на аварийно електрозахранване и мерки за удължаване времето за работа

При работа на два аварийни ДГ (по един на блок) общият запас от гориво и масло на аварийните ДГ е достатъчен за повече от 38 денонощия.

5.2.1.2 Загуба на външно електрозахранване и загуба на аварийния ДГ

В следващата таблица са дадени времената за нагряване и изпарение на водата до нивото на нагреваемата част на касетите при загуба на външно и аварийно електрозахранване. Разгледани са два варианта за различно количество гориво. Първи за

текущото количество отработило гориво към 30.06.2011г. и втори със напълно извадено гориво от активната зона в БОК след спиране на реактора за презареждане. Началното ниво в БОК и в двата случая е прието съответстващо за нормална експлоатация +28.80 m

При разполагаемост на допълнителния ДГ посочените в таблицата времена се удължават най-малко с 19 часа за сметка на използването на запасите от вода в резервоарите на система борно регулиране.

Таблица 5.2-1: Време за настъпване на основните събития в БОК в случай на пълна загуба на променливотоково електрозахранване

Параметър	БОК 5	БОК 6
Само отработено гориво		
Време за нагряване от 50°C до 100°C [h:min]	22:52	39:53
Време от 50°C до начало на оголването на топлоотделящите касети, [h:min]	136:21 (над 5 денонощия)	237:47 (над 9 денонощия)
Отработено гориво и извадена активна зона		
Време за нагряване до от 70°C до 100°C [h:min]	1:52	1:48
Време от 70°C до начало на оголването на топлоотделящите касети [h:min]	17:28	16:51

5.2.2 Мерки за подобряване на устойчивостта при загуба на електрозахранване

Системите за електрозахранване на БОК са същите, които осигуряват електрозахранване на блокове 5 и 6, с изключение на допълнителния ДГ и мобилния ДГ. В случай, че се реализира предложението, свързано с блокове 5 и 6 надеждността на електрозахранване на системата за разхлаждане на БОК ще се увеличи.

5.2.3 Загуба на краен погълтател на топлина

При отказ на всички канали на системата за охлаждане на БОК, както и при изолиране на хермозоната, отвеждането на остатъчното топлоотделяне от съхраняваното гориво става чрез изпаряването на водата от басейна. За предотвратяване на недопустимо понижаване на нивото в горивните отсеци и оголване на горивото се използва аварийна схема за допълване чрез една от помпите на спринклерната система на контейнмънта с вода от резервоара-приемък на САОЗ. Двигателя на помпата се охлажда от система техническа вода за охлаждане на потребителите от системите за безопасност.

Реакцията на съоръжението при загуба на крайния погълтател на топлина е същата, както и при загуба на електрозахранване, но отвеждането на топлината се прекратява много по-късно – след изчерпване на аварийния обем вода в студения канал и прекратяването на подхранването на бризгалните басейни. Така времената, оценени за случая на пълна загуба на променливотоково електрозахранване, посочени по-горе, се удължават със 197 часа (8.2 денонощия).

Съществува възможност за подаване с дизел-помпи на техническа вода от аванкамерата на ЦПС-3 (ЦПС-4) към първи канал на система техническа вода за охлаждане на потребителите от системите за безопасност. Предложена е схема, по която може да се осигури охлаждане на двигателите на помпите от първи канал на системата за аварийно охлаждане на активната зона. Така, за сметка на запаса от вода в резервоара-приемък, изпарението от БОК може да се компенсира в течение на 32 h 15 min в най-тежките условия (горивото е преместено от реактора в БОК).

Като се използва запасът от борен разтвор в резервоарите на системата за борно регулиране времето, през което могат да се компенсират загубите от изпарение, се удължава

най-малко с 19 часа, като работата на помпите, с които се осъществява запълването, не зависят от работата на система техническа вода.

5.2.4 Мерки за подобряване устойчивостта към загуба на краен поглъtitел

Основно средство за повишаване на устойчивостта на БОК-5 и БОК-6 е осигуряването на подхранване на брызгалните басейни (предложение, направено по-горе в т. 5.1.4).

5.3 БОК НА БЛОКОВЕ 3 И 4

5.3.1 Загуба на електрозахранване

5.3.1.1 Загуба на външно електрозахранване

5.3.1.1.1 Проектни схеми при загуба на външно електрозахранване, източници, капацитет и готовност за работа на аварийно електрозахранване

Основно и резервно електрозахранване

След спирането на блокове 3 и 4 в края на 2006 година консуматорите им получават електрозахранване от пусково резервен трансформатор, който се захранва от ОРУ 220 kV. Резервно електрозахранване блокове 3 и 4 получават от ОРУ 110 kV през блокове 1 и 2 (спрени от експлоатация, без гориво в БОК) и чрез връзките между секции резервно електрозахранване между блокове 1 ÷ 4. Като резервно електрозахранване може да се използва и електрозахранване от ОРУ 400 kV.

Аварийно променливотоково електрозахранване

- Аварийни ДГ на блокове 3 и 4

В състояние „Е” на блокове 3 и 4 консуматорите, изискващи надеждно електрозахранване II категория, получават електрозахранване от 6 броя дизел-генераторни агрегати (по три на блок, резервираност 3x100%).

- Аварийни ДГ на допълнителната система за аварийно подхранване на ПГ (ДСАПП)

При загуба на външно електрозахранване и невъзможност да се подаде електрозахранване от аварийните ДГ електрозахранването на помпите за охлаждане на БОК се осъществява от аварийните ДГ на допълнителната система за аварийно подхранване на ПГ (по два на всеки блок).

5.3.1.1.2 Автономност на източниците на аварийно електрозахранване и мерки за удължаване времето за работа

- Аварийни ДГ на блокове 3 и 4

Запасите от горива и масла за аварийните ДГ осигуряват непрекъснатата им работа в продължение на повече от 4 денонощия.

- Аварийни ДГ на допълнителната система за аварийно подхранване на ПГ (ДСАПП)

Запасите от горива и масла за аварийните ДГ на ДСАПП осигуряват непрекъснатата им работа в продължение на 5 денонощия.

5.3.1.2 Загуба на външно електрозахранване и загуба на аварийни дизелгенератори

Направените оценки на изменението на температурата и изпаряването на водата в БОК вследствие на пълна загуба на всички източници на електрозахранване показват, че времето до началото на оголването на касетите при мощност на остатъчното енергоотделяне към 01.08.2011 г. е съответно:

- За БОК-3: 6.8 денонощия [143];
- За БОК-4: 9.2 денонощия [143].

5.3.2 Мерки за подобряване на устойчивостта при загуба на електрозахранване

Електрозахранването на системите за охлаждане на горивото в БОК-3 и БОК-4 се осигурява от различни физически разделени източници (аварийни дизел генератори – по три на блок, аварийни дизел-генератори на ДСАПП, мобилен ДГ). При ниската стойност на остатъчното енергоотделяне от съхраняваното в басейните гориво разполагаемият запас от време до началото на оголване на касетите е близо една седмица за БОК-3 и повече от 9 денонощия за БОК-4 при допускане за пълна загуба на охлаждане. Следователно не са необходими допълнителни мерки за повишаване на устойчивостта на БОК-3 и БОК-4.

5.3.3 Загуба на краен поглъtitел на топлина

5.3.3.1 Проектни основи за отвеждане на топлина към основния краен поглъtitел

Отвеждането на остатъчното топлоотделяне на отработилите касети от БОК-3,4 се осъществява от системите за охлаждане на БОК. Чрез топлообменниците на системите топлината се предава към система техническа вода за охлаждане на потребителите от системите за безопасност. След охлаждане за сметка на изпарението в бризгални басейни водата се връща в студения канал.

5.3.3.2 Загуба на основния краен поглъtitел

Алтернативен път за отвеждане на топлината от БОК е използването като краен поглъtitел на охлаждаща вода от аванкамерата пред ЦПС, подавана от дизел-помпи, разположени в Противопожарна помпена станция -2, към топлообменниците за разхлаждане на БОК.

При невъзможност за отвеждане на топлината по шатната схема, последната може да се отвежда за сметка на изпарението от повърхността на водата. За компенсиране на загубите от изпарението са предвидени две възможности: с помпа за запълване на БОК – от резервоара-приемък (БАП) или други резервоари и с дизел-помпи на Противопожарна помпена станция -2 от студения канал.

Налице са множество алтернативни начини за отвеждане на топлината от БОК (описани в аварийни процедури), които са осигурени с независимо електрозахранване (електрическо или с дизелов двигател) и с разнообразни източници на вода. Поради това при загуба на основния краен поглъtitел не се очаква загуба на функцията на безопасност „Отвеждане на топлината от отработеното гориво, съхранявано в сградата на реактора, но извън реактора”.

5.3.3.3 Загуба на краен поглъtitел на топлина и загуба и алтернативен поглъtitел

Времената за настъпване на основните събития при пълна загуба на всички възможности за охлаждане и допълване на БОК-3,4 до началото на оголване на съхраняваните в басейните топлоотделящи касети са същите, както и при пълна загуба на променливотокови източници.

5.3.3.4 Загуба на краен поглъtitел на топлина, в комбинация с пълно обезточване (т.е. загуба на външно и аварийно електрозахранване на площадката)

Времената за настъпване на основните събития са същите, както и при пълна загуба на променливотокови източници.

5.3.4 Мерки за подобряване на устойчивостта към загуба на краен поглъtitел

По отношение на БОК-3 и БОК-4 не са необходими мерки за повишаване на устойчивостта към загуба на краен поглъtitел.

5.4 ХРАНИЛИЩЕ ЗА ОТРАБОТЕНО ГОРИВО (ХОГ)

5.4.1 Загуба на електрозахранване

5.4.1.1 Загуба на външно електрозахранване

5.4.1.1.1 Проектни схеми при загуба на външно електрозахранване, източници , капацитет и готовност за работа на аварийно електрозахранване

Резервно електрозахранване се осигурява от ДГ на ХОГ и от UPS устройства. От резервния ДГ се захранват приоритетно системите за радиационен мониторинг, системата за запълване и подхранване на басейна и системата за връщане на протечките, вентилационни системи. По-късно могат да бъдат захранени и други консуматори.

ХОГ може да се захранва и от мобилен ДГ.

5.4.1.1.2 Автономност на източниците на аварийно електрозахранване и мерки за удължаване времето за работа

Общият запас от гориво осигурява работа на ДГ ХОГ в продължение на 72 часа (3 денонощия).

5.4.1.2 Загуба на външно електрозахранване и загуба на аварийно електрозахранване

Анализът на постулираните изходни събития в следствие на загуба на електрозахранване на ХОГ показват, че не се достига до оголване на отработеното гориво, съхранявано в басейна за отлежаване, намиращо се в контейнери или пенали.

Направените оценки на загарването и изпаряването на водата в най-натоварен отсек на басейна показват, че началото на оголването на касетите е след повече от 29 денонощия.

5.4.1.3 Загуба на външно електрозахранване, на аварийно електрозахранване и на допълнително електрозахранване по променлив ток

5.4.2 Мерки за подобряване на устойчивостта към загуба на електрозахранване

Целесъобразно е да се анализира възможността за инсталиране на автономна охладителна система на водата в отсеците в ХОГ, която да е с автономно електрозахранване.

5.4.3 Загуба на краен погълтател на топлина

Връзката на ХОГ с крайния погълтател р. Дунав се осъществява от системата за техническо водоснабдяване. ХОГ се захранва с техническа вода по две независими линии от системите на блокове 3 и 4.

При пълна загуба на основния и алтернативните погълтатели на топлина, поради ниската стойност на остатъчното енергоотделяне, топлината може да се отвежда към атмосферния въздух за сметка на изпарението. Ефектът от липсата на възможности за компенсиране на загубите е същият, както и при загубата на електрозахранване. Времената за настъпване на основните събития, оценени за случая на пълна загуба на променливотоково електрозахранване, следва да бъдат удължени с времето за понижаване на аварийния запас от вода в аванкамерата на ЦПС-2 под котлата на водовземане от помпите на система техническа вода за охлаждане на потребителите от системите за безопасност на блокове 3 и 4.

В допълнение е изпълнен анализ на надпроектна авария с пълна загуба на водата в БСГ в следствие на надпроектно земетресение, при което се нарушава устойчивостта на земната основа и се отварят значителни пукнатини в стоманобетонните стени на БСГ.

Обезводняването на отсеците за съхраняване на горивото при съществуващото състояние на ХОГ и едновременно отказ на всички системи и отсъствието на естествена вентилация ще доведе до значителен ръст на температурите на топлоотделящите елементи (до 600°C) и на строителната конструкция (до 340°C), което е неприемливо от гледна точка на пределите за безопасно съхранение на ОЯГ, но не води до разтопяване на горивото [110].

Анализите на събитията с пълна загуба на електрозахранване обхващат и събитията с пълна загуба на охлаждане на БСГ (загуба на краен погълтител).

5.4.4 Мерки за подобряване устойчивостта на ХОГ към загуба на краен погълтител

По отношение на ХОГ не се предлагат мерки за повишаване на устойчивостта към загуба на краен погълтител.

5.5 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведена е преоценка на запасите по безопасност на ядрените съоръженията на площадката на АЕЦ “Козлодуй” в случай на събития със загуба на функции на безопасност, които водят до тежки аварии, включително ядрените реактори и басейните за отлежаване на касетите на блокове 5 и 6; басейните за отлежаване на касетите на блокове 3 и 4 и хранилището за съхранение на отработено ядрено гориво (ХОГ). Преоценката на запасите се основава на анализ на безопасността, извършен с използване на детерминистичен подход.

Резултатите от анализите на постулираните изходни събития със загуба на електрозахранване и загуба на крайния погълтител показват като цяло много добра устойчивост на съоръженията и адекватни запаси от време за предприемане при необходимост на допълнителни мерки и могат да бъдат обобщени както следва:

- Поради ниската стойност на остатъчното енергоотделяне загубата на електрозахранване и/или на краен погълтител в ХОГ не водят до тежка повреда на горивото, включително при пълна загуба на водата в басейна за отлежаване;
- Ниската стойност на остатъчното енергоотделяне в БОК-3 и БОК-4 осигуряват достатъчен период от време за възстановяване на изгубените функции на безопасност (6.8 денонощия за БОК-3 и 9.2 денонощия за БОК-4);
- Най-уязвими са ядрените енергоблокове 5 и 6 и техните басейни за отлежаване на касетите:

При работа на мощност и в студено състояние, но уплътнен първи контур реакторите са най-устойчиви към загубата на електрозахранване и краен погълтител, тъй като:

- Остатъчното енергоотделяне от активната зона може да се отвежда към втори контур. Крайният погълтител на топлина е атмосферният въздух (изхвърляне на пара от предпазните или разтоварващи устройства на ПГ);
- Могат да се използват разнообразни източници на вода за подхранване на парогенераторите в зависимост от източника на електрозахранване;
- Могат да се използват всички разполагаеми източници на електрозахранване.

При отказ на всички възможни източници на електрозахранване (основно, резервно, аварийни ДГ, допълнителен ДГ и мобилен ДГ) до началото на повреда на активната зона операторът разполага с не по-малко от 16 часа.

Най-тежкият случай на загуба на крайния погълтител е прекъсването на връзката на енергоблоковете с бризгалните басейни. В този случай в посочените по-горе състояния най-краткото време до повреда на активната зона е над 28 часа.

Реакторите са най-уязвими в студено състояние с разуплътнен първи контур, тъй като:

- Крайният погълтител е атмосферният въздух, като връзката с него се осъществява единствено през бризгалните басейни;
- Няма системи, захранени от мобилния ДГ, които да осигурят отвеждане на топлината от първи контур или допълването му.

Най-малкият запас от време до повреда на горивото е към 7 часа и 30 минути при отказ както на аварийните, така и на допълнителния ДГ.

При загуба на крайния погълтител, с изключение на събитието с прекъсване на връзката на блоковете с брызгалните басейни, времето до повреда на активната зона се удължава с времето за изчерпване на запаса от вода в аварийния обем на студения канал (197 часа или 8.2 денонощия). Минималният запас от време отново е в студено състояние и разуплътнен първи контур и възлиза на 19 часа и 45 минути.

Топлината от БОК на блокове 5 и 6 се отвежда само към брызгалните басейни. Няма системи, захранени от допълнителния или мобилния ДГ, които да осигурят отвеждане на топлината или допълване на басейните. Загубата на външно електрозахранване и на аварийните ДГ е еквивалентна на прекъсването на връзката на блоковете с брызгалните басейни. Минималните запаси от време до началото на оголване на горивото са:

- Над 5 денонощия при съхраняване само на отработило гориво;
- Под 17 часа при преместване на всичкото гориво от реактора в БОК.

Критичният елемент по отношение на устойчивостта на блокове 5 и 6 и на техните басейни за отлежаване на горивото са брызгалните басейни и връзките им с дизел-генераторните станции, тъй като:

- Брызгалните басейни са единственият краен погълтител на топлината от активните зони в студено състояние и разуплътнен първи контур и от горивото в БОК;
- Чрез тях се отвежда топлината от аварийните дизел-генератори и от двигателите на помпите от системите за безопасност.

Поради това приоритетни мерки за повишаване на устойчивостта на блоковете към екстремни външни въздействия са:

- Технически решения за предотвратяване на загубата на водата от брызгалните басейни;
- Осигуряване на алтернативни средства за допълване на брызгалните басейни от независими източници;
- Технически решения за повишаване на надеждността на тунелите и тръбопроводите, свързващи ДГС с брызгалните басейни.

Съществен фактор за управлението на аварията вследствие от екстремни външни въздействия, в т.ч. на тежките аварии, е разполагаемостта на акумулаторните батерии на системите за безопасност. Поради това важна мярка е осигуряването на възможности за дозареждане на акумулаторните батерии и от допълнителния и от мобилен ДГ.

Конкретни предложения за подобряване устойчивостта на АЕЦ „Козлодуй” към загуба на електрозахранване и краен погълтител на топлина:

- Да се направи оценка на състоянието, ефективността и разполагаемостта на аварийната система за подаване на вода от яз. „Шишманов вал”;
- Да се доставят 2 броя нови мобилни ДГ, а съществуващият да остане в резерв за останалите съоръжения на територията на АЕЦ;
- Да се реализира електрозахранване за зареждане на една от акумулаторните батерии на системите за безопасност от мобилен ДГ
- Да се анализира възможността за инсталиране на автономна охладителна система на водата в отсеците в ХОГ с автономно електрозахранване (5.4.2).

В резултат на извършения от АЯР преглед на проведената от лицензианта “АЕЦ Козлодуй” ЕАД преоценка на запасите на съоръженията на площадката при събития със загуба на функции на безопасност се счита, че са идентифицирани коректно силните и слабите места и приема направените предложения за подобряване на устойчивостта към

загуба на електрозахранване и краен поглътител на топлина. В допълнение към предложените мерки, АЯР счита за необходимо да се разгледат и анализират възможни варианти за реализация на следните проектни решения:

- Захранване от мобилен ДГ на системи, които осигуряват отвеждане на топлината от контура на топлоносителя на реакторите или допълването му в студено състояние с раз уплътнен контур;
- Захранване на електродвигателите на клапаните на свързващите тръбопроводи на хидроакумулаторите от акумулаторните батерии за осигуряване на възможност за подхранване на първи контур в студено състояние на блока и отказ на аварийните ДГ;
- Захранване от допълнителния или мобилния ДГ на системи, които осигуряват отвеждане на топлината от басейните за отлежаване на касетите или допълването им.

6. УПРАВЛЕНИЕ НА ТЕЖКИ АВАРИИ

Изисквания на **Наредбата за осигуряване безопасността на ядрените централи (ЯЦ)**, които имат отношение към управлението на тежки аварии са представени в:

Раздел I «Проектни основи» на Глава втора «Проектни основи и оценки на безопасността», където съгласно:

«Чл. 9. Проектните предели трябва да включват като минимум:

4. критерии за защита на херметичната конструкция на реакторната инсталация, включително за температура, налягане в херметичния обем и степен на неплътност на херметичната конструкция, с осигуряване на необходимите запаси, които да обезпечават нейната цялост и херметичност при екстремни въздействия от външни събития, тежки аварии и в комбинация от изходни събития.

Чл. 10. (3) При тежки аварии пределът на изхвърлянията на цезий-137 в атмосферата, при който не се налагат дълговременни ограничения за използване на почвата и водата в наблюдаваната зона, е 30 ТВq. Комбинираното изхвърляне на други радионуклиди, различни от изотопите на цезия, не трябва да предизвиква в дългосрочен план с начало 3 месеца след аварията по-голям риск от риска, определен за изхвърлянията на цезий в посочения предел.

(4) Честотата за големи радиоактивни изхвърляния в околната среда, при които е необходимо предприемане на неотложни защитни мерки за населението, не трябва да бъде по-голяма от $1 \cdot 10^{-6}$ събития на ЯЦ в година.

Чл. 14. (3) Ако анализът на последствията от тежки аварии не потвърждава изпълнението на критериите по чл. 10, ал. 3 и 4, в проекта се предвиждат допълнителни технически мерки за управление на тежките аварии с цел ограничаване на техните последствия.»

В Раздел I «Общи изисквания към ЯЦ» на Глава четвърта «Изисквания по безопасност към ЯЦ и нейните системи при проектиране», където съгласно:

«Чл. 32. (2) При всички експлоатационни състояния и аварийни условия енергийният блок на ЯЦ трябва да бъде в състояние да изпълни следните фундаментални функции на безопасност:

- 1. управление на реактивността;*
- 2. отвеждане на топлината от активната зона;*
- 3. задържане на радиоактивните вещества в установените граници.*

Чл. 33. Системите за безопасност и другите КСК, важни за безопасността, трябва да изпълняват следните функции на безопасност:

13. ограничаване на облъчването на персонала и населението при и след проектни аварии и избрани тежки аварии с изхвърляне на радиоактивни вещества от източници извън херметичния обем на реакторната инсталация;

Чл. 39. За управление на тежки аварии проектът трябва да предвижда използването на:

1. квалифицирани за условията на тежки аварии измервателни средства за осигуряване на информация на блочния пулт за управление, позволяваща съвременно определяне състоянието на енергийния блок;

2. технически средства за изолиране на херметичния обем, за защитата му от високо налягане, за управление на температурата и на концентрацията на взривоопасни газове в него;

3. технически средства за предотвратяване на сценариите, водещи до стопяване на активната зона при високо налягане в контура на топлоносителя на реактора и стопяване на дъното на херметичната конструкция на реакторната инсталация.

Чл. 45. Честотата за значително повреждане на активната зона при тежки аварии, определена на базата на вероятностен анализ на безопасността, трябва да бъде достатъчно по-ниска от 10^{-5} събития на ЯЦ за година.

Чл. 46. Характеристиките на ядреното гориво, на конструкциите на реактора и на компонентите на контура на топлоносителя на реактора (включително на системата за почистване на топлоносителя) с отчитане на работата на другите системи трябва да изключват образуването на вторични критични маси при тежки аварии.

Чл. 61. (1) При проектиране на системите и при избора на различни крайни поглътители на топлина трябва да бъдат отчетени природните явления и събитията, предизвикани от човешка дейност, характерни за площадката на ЯЦ.

(2) В проекта трябва да бъдат отчетени възможностите за отвеждане на остатъчното топлоотделяне от активната зона и осигуряване на охлаждане на локализиращите системи при тежки аварии.

Чл. 74. В проекта трябва да бъдат отчетени възможностите за отвеждане на топлината от активната зона при тежки аварии.

Чл. 76. (2) За осъществяване на локализиращи функции трябва да бъдат предвидени херметична конструкция, системи и средства за контрол на параметрите на средата в херметичния обем, за изолиране на херметичната конструкция и за намаляване концентрацията на радиоактивни продукти на делене, водород и други вещества, които биха могли да се отделят в атмосферата на херметичния обем по време на и след проектни и тежки аварии.

Чл. 77. (2) В проекта трябва да бъдат предвидени средства за наблюдение на състоянието на херметичната конструкция при всички експлоатационни състояния и проектни аварии. В проекта трябва да бъде отчетена възможността за запазване на целостта на херметичната конструкция в случай на тежки аварии с отчитане на ефектите от потенциални експлозии на възпламеними газове.

Чл. 78. (2) В проекта трябва да бъдат предвидени възможности за контрол на изтичанията през неплътностите на херметичната конструкция в случаи на тежки аварии.

Чл. 80. (3) В проекта трябва да бъдат отчетени възможностите за поддържане на функциите на изолиращите органи в случаи на тежка авария.

Чл. 81. (2) В проекта трябва да бъдат отчетени възможностите за поддържане на функциите на херметичните илюзове в случаи на тежка авария.

Чл. 82. При проектиране на херметичния обем трябва да бъдат предвидени мерки и технически средства за осигуряване на достатъчно малка разлика в налягането в отделните помещения, която да не застрашава целостта на херметичната конструкция или на други системи, изпълняващи локализиращи функции, с отчитане на налягането и възможните ефекти в резултат на проектни и тежки аварии.

Чл. 83. (2) При проектиране на системите трябва да бъдат отчетени възможностите за отвеждане от херметичния обем на топлината, генерирана в резултат на тежки аварии.

Чл. 84. (3) При проектиране на системите трябва да бъдат отчетени възможностите за контрол на концентрациите на радиоактивни продукти на делене, водород и други вещества, които биха могли да се генерират или освободят в случай на тежки аварии.»

В Раздел IV “Експлоатация» на Глава пета «Строителство, въвеждане в експлоатация и експлоатация на ЯЦ», където съгласно:

«Чл. 124. (1) Действията на персонала за диагностика на състоянието на енергийния блок, за възстановяване или компенсирание на нарушени функции на безопасност и предотвратяване или ограничаване на последствията от повреждане на активната зона трябва да бъдат определени в ръководства за управление на тежки аварии и в симптомно-ориентирани аварийни инструкции (СОАИ).

(2) Комплектът на СОАИ трябва да съдържа:

1. процедури за диагностика на състоянието;
2. процедури за оптимално възстановяване при преходни режими и проектни аварии;
3. процедури за следене на състоянието и за възстановяване на функции на безопасност като подкритичност, охлаждане на активната зона, отвеждане на топлината, наличие на топлоносител, цялост на контура на топлоносителя на реактора и цялост на херметичната конструкция;
4. процедури за преход към управление на тежки аварии.

(3) При разработване на СОАИ трябва да бъдат определени форма, структура и съдържание, които:

1. дават конкретни, точни и достатъчни указания на персонала за извършване на предписаните действия, включително при необходимост от преход към други процедури, инструкции и ръководства;
2. лесно се отличават от инструкциите за нормална експлоатация и са удобни за използване;
3. съдържат указания за наблюдение на определени технологични параметри (симптоми), за следене на автоматичните действия на системите, основни операторски действия за непосредствено изпълнение и очаквания резултат от тях, алтернативни операторски действия при неуспех на основните;
4. ясно разграничават допълнително приложената справочна информация, необходима на операторите при изпълнение на процедурите.

(4) При разработване на документите по ал. 1 трябва да бъдат използвани специфични данни за съответния енергиен блок. Ефективността на операторските действия трябва да бъде валидирана аналитично с използване на проверени компютърни програми и специфични за енергийния блок изчислителни модели. Резултатите от анализа трябва да се документират и използват за техническа основа на инструкциите.

(5) Аварийните процедури трябва да бъдат верифицирани и валидирани от независима група експерти съгласно установени вътрешни правила (програми) във вида, в който те се използват. Практическата възможност за изпълнение на операторските действия да бъде валидирана със симулаторни средства.

(6) Актуалността на аварийните процедури трябва да се проверява периодично.»

Изискванията на **Наредбата за аварийно планиране и аварийна готовност при ядрена и радиационна авария**, които имат отношение към управлението на тежки аварии са представени:

В Глава първа «Общи положения», където съгласно:

“Чл. 1. (1) С наредбата се определят:

1. условията и редът за разработване на аварийни планове;
2. лицата, които прилагат аварийните планове, и техните задължения;
3. действията и мерките за ограничаване и ликвидиране на последиците от ядрена или радиационна авария, наричана по-нататък "авария";
4. начините за информироване на населението;
5. редът за поддържане и проверка на аварийната готовност.

(2) С наредбата се определя и редът за взаимодействие между лицензианта или титуляря на разрешение по Закона за безопасно използване на ядрената енергия (ЗБИЯЕ) и централните и териториалните органи на изпълнителната власт при прилагане на мерките по ал. 1, т. 3.

Чл. 2. (1) Действията и мерките за ограничаване и ликвидиране на последиците от авария се планират, определят и прилагат въз основа на оценката на радиационния риск и вида на съоръжението, категорията на радиоактивния източник, обекта или дейността, пораждащи риска, както и от класа на аварийната обстановка, наричана по-нататък "аварийна обстановка".

В Раздел I «Общи изисквания» на Глава втора «Аварийно планиране», където съгласно:

“Чл. 6. (1) Аварийното планиране е система от мерки, разработени в аварийен план, за ограничаване и ликвидиране на последиците от авария и за създаване и поддържане на аварийна готовност.

(2) Аварийното планиране се основава на анализи на възможните сценарии на възникване и развитие на аварията и на оценката на риска от радиационни последици от тези аварии за персонала, населението и околната среда.

(3) Прилагането на мерките от аварийния план цели ограничаване и намаляване на последиците от авария върху човешкото здраве, качеството на живот, имуществото и околната среда, както и е основа за възстановяване на нормалните условия за социален и икономически живот след ликвидиране на последиците от авария.”

В Раздел II «Вътрешен аварийен план» и Раздел III «Външни аварийни планове», където се регламентира изготвянето на вътрешния и външен аварийен план и се определят отговорните субекти.

В Глава трета «Аварийно реагиране», където се регламентира реда за аварийно реагиране, намесата, критериите за намеса и информирането на населението.

В Глава четвърта «Поддържане на аварийната готовност, където съгласно:

“Чл. 43. За поддържане на аварийна готовност лицензиантът и титулярят на разрешение и органите на изпълнителната власт трябва да осигурят членовете на аварийните им екипи:

1. да притежават необходимите квалификация, опит и умения за прилагане на аварийните планове;

2. да са преминали обучение за прилагане на аварийните планове, съответните процедури и инструкции и за работа с предвидените технически средства;

3. да преминават периодично през различни форми на обучение за поддържане и повишаване на своята квалификация, опит и умения.”

6.1 ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕРОПРИЯТИЯ НА ЛИЦЕНЗИАНТА ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА АВАРИИ

6.1.1 Организация на лицензианта за управление на аварията

С активирането на Аварийния План (АП) на „АЕЦ Козлодуй” ЕАД, [25] се въвежда аварийна организация Приложение 4.1.1-1 на [25], включваща в себе си елементи от организационната структура при нормална експлоатация.

Отговорно длъжностно лице за цялостното ръководство на дейностите съгласно АП е Ръководителят на аварийните работи. До сформиранието на аварийните екипи за аварийно реагиране отговорностите и задълженията на Ръководителят на аварийните работи, изпълнява Главния дежурен на АЕЦ (ГДАЕЦ), както следва:

- ГДАЕЦ (Електропроизводство 1) - в случай на авария в Блокове 1-4 и общостанционните обекти (открита разпределителна уредба-ОРУ, брегова помпена станция – БПС, хранилище за отработено гориво – ХОГ);

- ГДАЕЦ (Електропроизводство 2) - за Блокове 5-6 и Специализирано Предприятие „Радиоактивни отпадъци” - Козлодуй.

Въвеждането на аварийната организация се осъществява на три нива в зависимост от аварийните състояния:

- ниво “I” - при клас авария “ТРЕВОГА”;
- ниво “II” - при клас авария “ЛОКАЛНА АВАРИЯ”;
- Ниво “III” - при класове аварии “МЕСТНА АВАРИЯ” или “ОБЩА АВАРИЯ”.

Тази аварийна организация се базира на предварително организирано и непрекъснато поддържано аварийно дежурство на щатния персонал на “АЕЦ Козлодуй” ЕАД, регламентирано в отделна инструкция, което осигурява безпрепятствено сформиранието на съответните аварийни структури в зависимост от разположението на авариралото съоръжение.

Функционалната зависимост между класа на аварията, състава на реагиращата аварийна структура и местоположението е показана в Приложение 4.1.1-2 [112] на Аварийния план [25].

След сформиранието си при въвеждане на АП персоналет на аварийните екипи получава статут на "авариен персонал". Статут на “авариен персонал” получава и персоналет на допълнително осигуряваните аварийни екипи (ремонтен и друг персонал на „АЕЦ Козлодуй” ЕАД, както и персонал на външни аварийни организации) за изпълнение на аварийни дейности.

Конкретните задължения на длъжностите по АП и реда за изпълнението им се регламентирант в отделни инструкции и процедури. Тази документация се разпространява и поддържа по работните места, които заема персоналет на аварийните екипи след активиране на АП.

Действията на службите, изпълняващи дейности по АП, се регламентирант в отделни планове, съгласувани и утвърдени по съответния ред.

При сформирването на аварийните структури изпълнителният директор на „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД или неговият заместник могат да поемат функциите на ръководител на аварийните работи, като направят за това запис в Дневника на Ръководителя на аварийните работи и се подпишат.

Групата за ръководство е подчинена на Ръководителя на аварийните работи и се активира при всички аварийни състояния. До пристигането и комплектоването на състава ѝ нейните функции се изпълняват от оперативния персонал на смяна под ръководството на съответния ГДАЕЦ.

В зависимост от аварийното състояние, членовете на групата за ръководство и аварийният персонал (оперативен и дежурен) се разполагат на:

- работните си места:
 - БЩУ;
 - щита за управление на откритата разпределителна уредба;
 - командната зала на Брегова помпена станция, или в
- центъра за управление на аварията (ЦУА).

Подробна информация за задълженията на длъжностите по аварийния план, както и за реда за тяхното изпълнение е дадена в следните документи: [25], [72], от [113] до [124] и в [130].

6.1.1.1 Персонал и управление на смените при нормална експлоатация

Оперативното управление при експлоатацията на съоръженията в „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД се осъществява от експлоатационни смени 24 часа в денонощие, 7 дни в седмицата. Разпределен е в 5 смени като са осигурени и 2 резервни.

Висш оперативен ръководител на смяната е Главният дежурен на атомна електроцентрала (ГДАЕЦ), съответно ГДАЕЦ (Електропроизводство 1) – за блокове 1-4 и ГДАЕЦ (Електропроизводство 2) – за блокове 5-6. Той е отговорен за спазване на регламентираните изисквания при експлоатацията на съоръженията, както и за организацията и провеждането на незабавни действия в случай на авария, природни и стихийни бедствия и за оказване на първа помощ.

Съгласно Инструкцията за оперативни взаимоотношения [111] в „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД по време на авария, оперативният ръководител на сменния персонал от дадено звено изпълнява функциите на оперативен ръководител по ликвидиране на аварията за персонала, работещ в това звено.

Персоналът на „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД е обучен и инструктиран да докладва на съответния оперативен ръководител на звеното за всяко събитие, което може да доведе до снижаване на нивото на безопасност при експлоатацията на съоръженията на централата. Това е предпоставка за своевременна оценка, определяне на аварийното състояние и предприемане на съответни мерки.

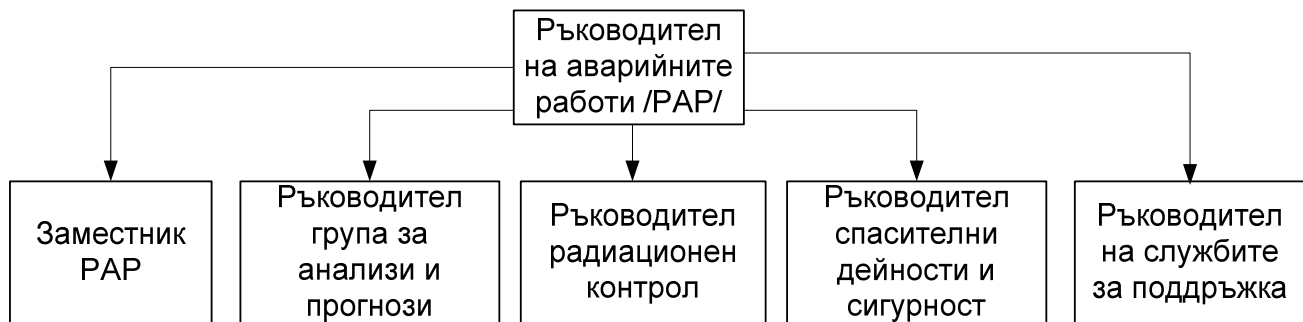
6.1.1.2 Планове за подсилване на организацията на площадката за управление на аварията

В случай на физическо изолиране, причинено от външна опасност, напр. наводнение, ще бъде мобилизиран допълнително персонал (оператори и техническа поддръжка).

Необходимо е да преразгледа аварияния план с оглед отчитане на възможни ефекти от физическо изолиране причинено от външни опасности.

6.1.1.3 Предприети мерки за обезпечаване на оптимална намеса на персонала

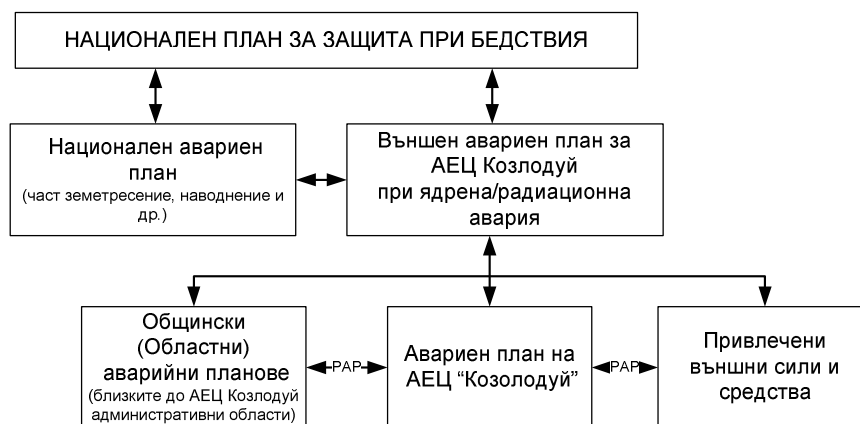
Структурата и отговорностите на групата за ръководство са представени в Приложение 4.1.2.1-1 на [25], а на Фигура 6.1-1 е показана организацията за аварийно реагиране.



Фигура 6.1-1: Структура на организацията за аварийно реагиране в АЕЦ “Козлодуй” [125]

Групата за ръководство изпълнява следните основни задачи:

- организира получаването на информация за състоянието на авариралите съоръжения и работещите блокове;
- ръководи дейностите по оценката на аварията;
- подготвя решения за:
 - предприемане на мерки по защита на персонала и по управление на аварията;
 - сформирание на допълнителни резервни групи - при необходимост;
 - спиране или оставане в работа на не авариралите блокове;
 - доставка на необходимите материали, суровини и резервни части за извършване на неотложните ремонтно-възстановителни дейности;
 - искане на помощ от Национален Щаб за Контрол и Координация и от Министерството на икономиката и енергетиката и туризма;
 - започване на възстановителни работи;
 - спиране на работите съгласно Аварийния план и възстановяване на функционалната способност на авариралите съоръжения.
- подготвя и изпраща съобщения до висшестоящите органи и органите на местно самоуправление, съгласно схемата, посочена в Приложение 6.9-1 [126] на [25].



Фигура 6.1-2: Схема на взаимодействие с органите на държавното управление, местната администрация и местното самоуправление при авария в „АЕЦ Козлодуй” ЕАД [126]

6.1.1.4 Техническа помощ извън площадката за управление на аварии

След въвеждането на АП, Ръководителят на аварийните работи периодично уведомява за развитието на аварията и взетите мерки за нейното локализиране и ограничаване на последствията от нея:

- аварийния център на Агенцията за ядрено регулиране;
- оперативния дежурен в Главна дирекция Пожарна безопасност и защита на населението - МВР (ГД ПБЗН-МВР);
- дежурния в Министерството на икономиката, енергетиката и туризма;
- дежурните в Община Козлодуй и Община Мизия;
- оперативните дежурни в Оперативните комуникационно информационни центрове във Враца и Монтана.

Външните сили и средства, които се привличат в помощ на „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД са определени в Националния аварийен план за провеждане на спасителни и неотложни аварийно-възстановителни работи при възникване на бедствия, аварии и катастрофи.

При “местна авария” или “обща авария”, Ръководителят на аварийните работи координира съвместните аварийни мероприятия с ГД ПБЗН и неговите формирования, привлечени в помощ на „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД. Под ръководството на Ръководителя на аварийните работи се осъществяват съвместните действия между привлечените сили и обектовите команди и групи на територията на централата и в зона за превантивни защитни мерки.

Поддържането на не-авариралите съоръжения в безопасно състояние и ликвидирането на последиците от авариралия обект се извършва от аварийния персонал на „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД в съответствие с действащите процедури и указанията, получавани от АЯР и Министерството на икономиката, енергетиката и туризма.

При нужда се разработват и съгласуват технически решения за ремонтно-възстановителните работи.

За изпълнение на задачите от привлечените сили, Ръководителят на аварийните работи чрез Ръководителя на службите за поддръжка въвежда техните ръководители в обстановката чрез предоставяне на следните данни:

- информация за радиационната обстановка и развитието на аварията;
- схеми на маршрутите за движение и обектите, в които ще се изпълняват задачи;
- подвеждане на формированията на предварително определени пунктове в близост до мястото на аварията и ориентиране в обстановката;
- помощ от специалисти по радиационен контрол;
- размяна на данни за поддържане на непрекъсната свръзка и управление.

Ръководителят на аварийните работи поддържа непрекъсната връзка и получава информация от Евакуационната комисия на Община Козлодуй за евакуирането на персонала на централата и семействата им в съответствие с предвидените в Националния аварийен план срокове и населени места.

Цялостната дейност по организацията на взаимодействието за провеждане на локализационните, спасителните, защитните и ликвидационните мероприятия при надпроектна, тежка авария в „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД се осъществява от Председателя на НЦКК, който координира и ръководи дейността на привлечените сили и средства, а непосредственото ръководство на формированията - от техните ръководители.

Организацията на взаимодействието и управлението на привлечените сили и средства за провеждане на локализационните, спасителните, защитните и ликвидационните мероприятия на площадката на „АЕЦ Козлодуй” ЕАД се осъществява от Ръководителя на аварийните работи.

Общата схема за взаимодействие при изпълнение на съвместните задачи е показана в Приложение 6.9-1 на [25].

Общ времеви график за провеждане на аварийните мероприятия е представен в Таблица 6.1-1 Приложение 6.11-1 на [25].

Таблица 6.1-1: Общ времеви график за провеждане на аварийните мероприятия [127]

№ по ред	Аварийно мероприятие	Срок за изпълнение	Изпълнител	Контролир а
1	Първоначална оценка на изходното събитие (Класификация на аварията) <i>(За T_0 се приема моментът на настъпване на събитието)</i>	Чклас.= $T_0 + \leq 15 \text{ min}$	ДАЕБ, Оперативен персонал	ГДАЕЦ (ГР1 – РАР)
2	Оповестяване на аварийен персонал ниво I, II или III.	Чклас $\leq 15 \text{ min} +$	Дежурен телефонист	ГДАЕЦ (ГР1 – РАР)
3	Оповестяване на местните власти след класификация на аварията. Уведомяване на АЯР, НС „ГЗ” МИЕ и ПКЗНПБАК Пълно активирана на АП	Чклас $\leq 15 \text{ min} +$ $T_0 + \leq 1 \text{ h}$ $T_0 + \leq 2 \text{ h}$	ГР1 (РАР) ГР1 (РАР) ГР1 (РАР)	
4	Дейности по управление на аварията: <ul style="list-style-type: none"> незабавни действия по ограничение на аварията; анализ и периодична оценка на аварийното състояние; при значителна промяна в развитието на аварията; избор на стратегия и процедури. 	$T_0 + \leq 15 \text{ min}$ На всеки 1 час Незабавно	ДАЕБ и ГР2 ГР3 ГР3	ГДАЕЦ (ГР1) ГР1 (РАР) ГР1 (РАР)
5	Действия по защита на персонала, аварийните работници и населението: <ul style="list-style-type: none"> укриване; йодна профилактика; защита на дихателните органи; 	Незабавно По определени критерии При необходимост	ГР5, ГР6 ГР4 ГР4	ГР1 (РАР) ГР1 (РАР) ГР1 (РАР)

№ по ред	Аварийно мероприятие	Срок за изпълнение	Изпълнител	Контролира
	<ul style="list-style-type: none"> • препоръчване на неотложни защитни мерки за населението на основата на класификация на аварията; • евакуация. 	$T_{\text{клас}+} \leq 15 \text{ min}$ При възможност	ГР3 ГР5, ГР6	ГР1 (РАР) ГР1 (РАР)
6	Провеждане на спасителни операции	При необходимост	ГР5	ГР1 (РАР)
7	Регистрация и отчет на персонала	Постоянно	ГР5	ГР1 (РАР)
8	Мерки за контрол на радиоактивното замърсяване	Постоянно	ГР4	ГР1 (РАР)
9	Вземане на решение за провеждане на неотложни защитни мероприятия на площадката	$T_{0+} \leq 30 \text{ min}$	(ГР1 - РАР)	
10	Завършване на защитните мероприятия на площадката	$T_{0+} \leq 2 \text{ h}$	(ГР1 - РАР)	
11	Провеждане на мониторинг на: <ul style="list-style-type: none"> • площадката и ЗПЗМ; • местата за провеждане спасителни неотложни и други работи • радиационно разузнаване на маршрутите за евакуация; • маршрутите за въвеждане на сили и средства 	$T_{0+} \leq 1 \text{ h}$ $T_{0+} \leq 1 \text{ h}$ $T_{0+} \leq 2 \text{ h}$ $T_{0+} \leq 4 \text{ h}$		ГР4 ГР4 ГР4 ГР4
12	Организиране на взаимодействие с националните и регионалните органи	След $T_{0+} \leq 2 \text{ h}$ Постоянно	ГР6	

6.1.1.5 Процедури, обучение и тренировки

Действията на персонала при проектни и надпроектни аварии са определени в инструкции за действие на персонала в случай на авария. Предвидените в инструкциите действия на персонала водят до привеждане на ядрените съоръжения в безопасно състояние.

Действията на персонала за диагностика на състоянието на 5 и 6 блок, за възстановяване или компенсиране на нарушени функции на безопасност и предотвратяване или ограничаване на последствията от повреждане на активната зона са определени в симптомно-ориентирани аварийни инструкции (СОАИ). СОАИ са разработени на база защита на фундаменталните функции на безопасност с подход подобен на Westinghouse като постъпкови процедури с описание на основни и алтернативни операторски действия в двуколонен формат. СОАИ се управляват и поддържат адекватни с действащите мощности, чрез строги вътрешни правила на верификация и валидация, които предвиждат многократни проверки преди въвеждането им в експлоатация. Извършена е аналитична валидация по оригинална технология предоставена от Департамента по Енергетика (DOE USA). Валидацията обхваща всички проектни режими и широк спектър от аварии, включително и изискваните се от [1].

На 5 и 6 блок са предвидени 3 комплекта инструкции СОАИ както следва:

- СОАИ за работа на мощност;
- СОАИ за спрян реактор с плътен I контур;
- СОАИ за спрян реактор с разуплътнен I контур;

Структурата на СОАИ съдържа:

- процедури за диагностика на състоянието;
- процедури за оптимално възстановяване;
- процедури за възстановяване на критични функции на безопасност;
- процедури тип Аварии с разрушаване на защита.

Действия по СОАИ се активират след сработване на аварийната защита и/или задействане на системите за безопасност. Структурата и обхвата на СОАИ покриват всички проектни аварии и широк спектър от надпроектни аварии.

Комплектът СОАИ на мощност е въведен в експлоатация и е разпространен на работните места на операторите.

Комплектът СОАИ за спрян реактор с плътен I контур е преминал процесите на верификация и валидация. Към настоящия момент се провежда обучение на операторите за работа с този тип инструкции, след което ще бъде въведен в експлоатация.

Комплектът СОАИ за спрян реактор с разуплътнен I контур – предстои да бъде подложен на вътрешните процедури на верификация и валидация в АЕЦ „Козлодуй”.

Към тези комплекти има разработени инструкции за действия за реагиране на аварийни условия в БОК при режими “СПИРАНЕ ЗА РЕМОТ” и “ПРЕЗАРЕЖДАНЕ НА ГОРИВО”.

За провеждане на обучението се използва пълномощабен симулатор на блокове 5 и 6 (ПМС 1000), който се поддържа в съответствие с референтния - 6 блок, съгласно изискванията на регулаторния орган и стандартите заложи в ANSI/ANS-3.5-1998.

Провежда се два вида обучение на операторите работещи на БЩУ - поддържащо и първоначално за лицензиране.

Първоначалното обучение за лицензиране на инженер старши по управление на реактора, дежурен атомен енергоблок, главен дежурен АЕЦ и контролиращ физик има различна продължителност съгласно: „НАРЕДБА за условията и реда за придобиване на професионална квалификация и за реда за издаване на лицензии за специализирано обучение и на удостоверения за правоспособност за използване на ядрената енергия”.

Поддържащото обучение на операторите работещи на БЩУ се провежда по предварително утвърден график два пъти годишно с продължителност по 5 учебни дни. Сценариите за обучение се подготвят на базата на анализ на събития станали в различни АЕЦ, с вероятност за подобни откази на блокове 5 и 6. Обучението се провежда от лицензирани инструктори. По време на обучението на ПМС 1000, екипите се обучават работейки по СОАИ да приведат Реакторната установка в стабилно и безопасно състояние.

За управлението на тежки аварии на 5 и 6 блок са разработени ръководства за тежки аварии (РУТА), които следват формата на СОАИ. В тази връзка са определени и критериите за преход от СОАИ към РУТА. Предстои РУТА да бъдат подложени на вътрешните процедури на верификация и валидация в АЕЦ, с последващо провеждане на обучение на операторите за работа с тях, след което в края на 2012 ще бъдат въведени в действие.

РУТА за 5 и 6 блок са разработени на основата на системен анализ на процесите и феномените при тежки аварии [145]. Целта на системния анализ е да определи на базата на познаването на процесите и явленията, протичащи при развитието на тежка авария, всички

технически средства (оборудване и системи), които позволяват достигането на определени цели в процеса на управлението на тежка авария.

Стратегиите които са определени за управление на тежки аварии са следните :

- Понижаване на налягането в първи контур;
- Понижаване на налягането във втори контур;
- Въвеждане на вода в първи контур;
- Въвеждане на вода във втори контур;
- Понижаване на налягането в контейнмънта.

РУТА включва три постъпкови процедури на БЩУ както следва:

- РУТА-00 Загуба на 6 kV източници на електрозахранване;
- РУТА-01 Първоначални действия при тежка авария;
- РУТА-02 Дълговременни действия при тежка авария.
- и процедури за ЦУА във формата на “флор” чарт:
- РУТА-01 „Управление на аварията при наличие на източници на електрозахранване”;
- РУТА-02 „Управление на аварията при тотална загуба на източниците на електрозахранване”.

Разработен е лекционен курс и е проведено теоретично обучение на ръководния персонал на БЩУ по ръководства за управление на тежки аварии [146].

В съответствие с Лицензиите за експлоатация на 3 и 4 блок са разработени и въведени АВАРИЙНИ ИНСТРУКЦИИ за регламентиране дейността на оперативния персонал за преодоляване на аварийни състояния на басейна за отлежаване на касетите (БОК), по време на дълготрайно съхранение на отработеното ядрено гориво (ОЯГ) [55][56].

В съответствие с Лицензиите за експлоатация на ХОГ е разработена и въведена АВАРИЙНА ИНСТРУКЦИЯ за регламентиране дейността на персонала на цех ХОГ за преодоляване на аварийни състояния на ХОГ [104].

Обезпечаването на мобилни устройства е регламентирано в Процедура по подсъединяване, пускане и натоварване на мобилния дизел-генератор [105], която е приложение на Аварийния план [25]. Описание на тази процедура е дадено в т. 6.1.2.1.

За обучението по аварийно планиране са разработени:

- програма за обучение по аварийно планиране;
- курсове за обучение на три нива:
 - 1-во ниво - за персонала, невключен в групите и командите и на външни организации;
 - 2-ро ниво - за аварийния персонал – подробно изучаване на АП;
 - 3-то ниво - за аварийния персонал, по работни места на длъжностите по АП с усвояване на аварийните процедури, инструкции, методики и др.

Проведеното обучение се документира съгласно установената в „АЕЦ Козлодуй” ЕАД система за квалификация на персонала.

Видовете учения, тренировки, участващите в тях и периодичността им са показани в следващата таблица.

Таблица 6.1-2: Видове учения, тренировки и участващите в тях

№ по ред	Вид на тренировката	Участват	Периодичност
1.	Общо аварийно учение	Аварийните структури и останалия персонал	Един път годишно
2.	Разделни аварийни тренировки	Отделните работни групи и команди от аварийните структури	Не по-рядко от два пъти годишно
3.	Функционални изпитания на средствата за оповестяване и информиране	Службите за обслужване и поддържане	По един път месечно

Обучението, аварийните тренировки и общото аварийно учение се провеждат съгласно утвърден от Изпълнителния Директор график и по предварително изготвена и утвърдена програма.

Разработените сценарии за аварийните тренировки се използват за провеждане на такива с аварийните екипи.

Целта на тренировките за действие при авария е да се проверява и поддържа готовността на персонала за адекватни действия при авария в “АЕЦ Козлодуй” ЕАД.

По време на общото аварийно учение се проверяват:

- оперативната готовност на аварийния персонал за правилни и точни действия при авария;
- готовността на групата за ръководство и аварийния персонал от групите и командите за осъществяване на настоящия план при аварийна обстановка;
- бързината и точността на действията, организацията, координацията и взаимодействието на аварийните екипи;
- функционирането на системите за свръзка, оповестяване и управление при авария;
- готовността и възможността за своевременно извеждане на персонала;
- състоянието и работоспособността на аварийно-техническите средства;
- взаимодействието и координацията с външни организации и ведомства;
- функционалността и приложимостта на разработения план за защита на персонала и населението при евентуална авария в АЕЦ;
- готовността и възможностите на персонала на АЕЦ за бърза ориентация и действия при аварийна обстановка;
- конкретните знания и умения на персонала, неговите практически способности за действие при сложна аварийна обстановка.

По време на разделните аварийни тренировки се проверяват:

- оперативната готовност на отделните аварийни екипи;
- оповестяването;
- събирането на аварийния екип на работното му място според Аварийния план;

- проверка на приложимостта на отделните аварийни планове.

6.1.2 Възможност за използване на съществуващо оборудване

6.1.2.1 Мерки обезпечавщи използването на мобилни устройства (наличие на такива устройства, време за доставянето му на площадката и въвеждане в експлоатация).

Мобилния дизел-генератор (МДГ) е една от мерките от модернизиранието на проекта предназначени за повишаване на безопасността и има за цел резервиране на дизел-генераторите (ДГ) и осъществяване на аварийно електрозахранване на секции "надежно електрозахранване" при откази по общи причини в „АЕЦ Козлодуй” ЕАД.

Изготвена е процедура [105] за транспортиране и включване на МДГ към секциите в помещенията на помпите на системата за аварийна подхранване на парогенераторите (САП ПГ). Дефинираният критерий за успех е времето от подаване на сигнала за пълна загуба на електрозахранване до включването на помпата да е не повече от 2 часа. Изпълнението на критерия е потвърдено в листа за наблюдение на противоаварийната тренировка, при условие, че не се отчитат разрушенията на инфраструктурата, които могат да настъпят в резултат на външни въздействия.

Общият запас от гориво и масло на МДГ осигуряват непрекъснатата му работа на номинална мощност в продължение на 21 часа и 40 минути. За електрозахранване само на помпата от системата за алтернативно подхранване на ПГ запасът е достатъчен за 60 часа.



Фигура 6.1-3: АЕЦ "Козлодуй". Мобилен дизел-генератор.

6.1.2.2 Обезпечаване и управление на доставки (гориво за дизел генератори, вода, и др.)

От поддържаните запаси на гориво и масло в съответствие с нормативните изисквания, аварийни инструкции и технологични регламенти в АЕЦ Козлодуй” ЕАД е изчислено, че:

- За блокове 5 и 6

Аварийни ДГ - при работа на два аварийни ДГ (по един на блок) общият запас от гориво и масло на аварийните ДГ е достатъчен за повече от 38 денонощия.

Акумулаторни батерии (АБ) – виж т.5.1.1.2.2.

Общият запас от гориво и масло на допълнителните ДГ осигурява непрекъсната работа на всеки от тях в продължение на повече от 4 денонощия.

- За блокове 3 и 4

Аварийни ДГ на блокове 3 и 4 - запасите от горива и масла за аварийните ДГ осигуряват непрекъснатата им работа в продължение на повече от 4 денонощия.

Аварийни ДГ на допълнителната система за аварийно подхранване на ПГ (ДСАПП) - запасите от горива и масла за аварийните ДГ на ДСАПП осигуряват непрекъснатата им работа в продължение на 5 денонощия.

- За ХОГ - Запасите от гориво и масло за аварийния ДГ на ХОГ осигурява непрекъснатата му работа в продължение на 72 часа (3 денонощия).
- За СХОГ – Ядрената безопасност на СХОГ не зависи от наличие на електрозахранване и наличие на вода.

Общият запас от разтвори на борна киселина за подхранване на I-ви контур:

- За блокове 3 и 4 е 1000 m^3 ;
- За блокове 5 и 6 е 1795 m^3 .

Общият запас от вода за подхранване с химически обезсолена вода:

- За блокове 3 и 4 е 3400 m^3 ;
- За блокове 5 и 6 е 1350 m^3 ;
- За ХОГ е 500 m^3 в СК-2.

6.1.2.3 Управление на радиоактивните изхвърляния, средства за тяхното ограничаване

В проекта на блока са изпълнени локализиращи системи, които осигуряват изпълнението на установените критерии за ограничаване изхвърлянията на радиоактивни вещества в околната среда.

За осъществяване на локализиращи функции са монтирани в херметичната конструкция, системи и средства за контрол на параметрите на средата в херметичния обем, за изолиране на херметичната конструкция и за намаляване концентрацията на радиоактивни вещества на делене, водород и други вещества, които биха могли да се отделят в атмосферата на херметичния обем по време на и след проектни и тежки аварии. За изпълнение на тези функции за безопасност са монтирани следните системи:

- система херметична обвивка (СХО);
- спринклерна система;
- система за филтърно понижаване на налягането;
- система за рекомбиниране на водорода.

В рамките на програмата за модернизация са изпълнени следните мерки (глава 12 от [4][5]), свързани със СХО:

- Подобряване на процедурата за изпитание на защитната обвивка;
- Квалифициране на кабелните проходки и планиране на подмяната им;
- Инсталиране на филтрираща вентилация;

- Разработване и внедряване на система за радиационен мониторинг при тежки аварии.

6.1.2.4 Комуникационни и информационни системи (вътрешни и външни)

За „АЕЦ Козлодуй” ЕАД това са:

1. Система за непрекъснато измерване на най-важните за безопасността технологични параметри

Системата за визуализация на параметри важни за безопасността е предназначена да подпомогне операторите при сложни ситуации в анализа им на състоянието на блока и да контролират ефективността на действията си, свързани с възстановяване на безопасното състояние на реактора посредством таблично, графично и схемно компютърно онагледяване както на основните технологични параметри, така и на изчислени топлофизични параметри (или критерии), пряко характеризиращи безопасността на реактора.

За изпълнение на своите функции системата за непрекъснато измерва най-важните за безопасността технологични параметри и чрез пресмятане извлича от тях информация за Критичните Функции на Безопасност. *Тази информация освен на БЩУ може да бъде наблюдавана и в ЦУА.*

2. Системи за технологичен радиационен контрол: Системите за технологичен радиационен контрол се управляват от щитовете за дозиметричен контрол, където се визуализира и архивира информацията за:

- мощността на дозата и концентрацията на радиоактивните газове и аерозоли в необслужваните и полуобслужвани помещения и в различни технологични среди на РО и СК;
- количествата на газо-аерозолните и течни радиоактивни изхвърляния.

Тази информация може да бъде наблюдавана и в ЦУА.

Съгласно препоръките на EUROATOM 2004 е извършена модернизация на системата.

3. Автоматизирана информационна система за външен радиационен контрол: Автоматизираната информационна система за външен радиационен контрол включва:

- 2 базови станции и 8 контролни станции, в които се измерват мощност на еквивалентната доза на гама-лъчението и приземна концентрация на I-131. Базовите станции се намират на площадките на Електропроизводство 1 и Електропроизводство 2 (по един брой); две от контролните станции са разположени на територията на АЕЦ „Козлодуй”, а останалите – в зона за превантивни защитни мерки (в радиус 1.8 km от АЕЦ „Козлодуй” на 45° една от друга);
- 5 водни станции, в които се измерва специфична обемна активност на отпадни и дебалансни води.

Системата е интегрирана с Националната автоматизирана система за непрекъснат контрол на радиационния гама фон на Министерството на околната среда и водите, с което се осигуряват условия за ранно оповестяване в случай на радиационна авария. *Информацията от нея може да бъде наблюдавана и в ЦУА.*

4. Автоматизирана информационна система за радиационен контрол на промишлената площадка:

Автоматизираната информационна система за радиационен контрол на промишлената площадка осигурява информация за нивата на гама-фона в четиринадесет (14) точки от площадката на “АЕЦ Козлодуй” ЕАД. *Информацията от нея може да бъде наблюдавана и в ЦУА.*

5. Система за метеорологичен мониторинг:

Системата за метеорологичен мониторинг осигурява представителна за района на “АЕЦ Козлодуй” ЕАД метеорологична информация, необходима за изготвяне на прогнози за радиоактивния пренос и за дозовото натоварване в зоните за аварийно планиране.

Автоматичната система за аерологично сондиране позволява определянето на скорост и посока на основния пренос и височината на слоя на смесване за района на АЕЦ „Козлодуй”. Тя е интегрирана със Системата за метеорологичен мониторинг и данните от системата се предоставят на националните институции.

Системите осигуряват непрекъснат контрол, както и обработка и архивиране на данните. Работните им станции са разположени в централния щит за радиационен контрол в Електропроизводство 2, където са създадени условия за работа в случай на радиационна авария. Информацията от Автоматизираната информационна система за външен радиационен контрол, Автоматизираната информационна система за радиационен контрол на промишлената площадка и *Системата за метеорологичен мониторинг се извежда и в ЦУА.*

6. Мониторинг на околната среда и площадката на АЕЦ “Козлодуй”:

На площадката на “АЕЦ Козлодуй” ЕАД и в зоните за превантивни и за неотложни защитни мерки полеви измервания се провеждат с помощта на:

- три автомобила с повишена проходимост;
- мобилна лаборатория.

Лабораторен анализ на проби от околната среда и площадката на “АЕЦ Козлодуй” ЕАД се извършва в лабораториите на Отдел “Радиоecологичен Мониторинг”. Там се извършават предварителна обработка на пробите, радиохимично изолиране, концентриране и последващи радиометрични и спектрометрични измервания в съответствие с действащите методики за анализ. *Информацията от нея може да бъде наблюдавана и в ЦУА.*

7. Информационна система на ЦУА:

Информационната система на ЦУА е комплекс от технически и програмни средства за информационна поддръжка (осигуряване на информационен обмен на данни) на групата за ръководство на аварийните работи и аварийния персонал в ЦУА.

Информационната система на ЦУА получава входни данни от системите за мониторинг на параметрите важни за безопасността, автоматизираните системи за радиационен мониторинг на АЕЦ и системата за метеорологични наблюдения.

Генерираните изходни данни се използват за оценка състоянието на съоръженията, на радиоактивните изхвърляния и дозовото натоварване на населението, необходима за вземане на решение и прилагане на защитни мерки.

8. Средства за оповестяване и свързочни средства:

“АЕЦ Козлодуй” ЕАД в случай на задействане на аварийния план разполага със съвременна оповестителна система, която има за цел да осигури качествено и надеждно оповестяване на площадката на АЕЦ, както и за населени места в 12 km зона.

При необходимост се използват и всички други технологични средства (пейджър, радиостанция, служебен телефон, домашен телефон, мобилен телефон) за информационен, телефонен и радиообмен и високоговорещи уредби, с които е възможно уведомяването на персонала, ръководните органи и населението.

6.1.3 Оценка на фактори, които могат да възпрепятстват управлението на аварията и непредвидени обстоятелства

6.1.3.1 Значителни разрушения на инфраструктурата или наводнение около ядрените съоръжения, които затрудняват достъпа до площадката

От направените оценки по отношение на „Земетресенията” в диапазона на сеизмични въздействия $0,26 < PGA \leq 0,36g$, които е значително над проектния $0,2 g$, се очакват сериозни повреди и разрушения в сеизмично нееквалифицираните конструкции и съоръжения на площадката. На площадката при това ниво на сеизмични въздействия вероятно ще бъдат тежко повредени и ще се неизползваеми всички административни сгради проектирани по общо промишлените норми (Административен корпус, Инженерно-Лабораторен Корпус, медпункт), вероятно ще са аварирали сеизмично нееквалифицираните технологични естакади. Има вероятност да са аварирали мостовете над студения канал, при което може да се отреже директната връзка между Електропроизводство 1 и Електропроизводство 2.

Подобни разрушения трябва да бъдат очаквани и в сградния фонд и инфраструктурата около площадката. В следствие на надпроектното сеизмично въздействие е много вероятно да не функционират нормално болницата и пожарната в града. Тези вторични ефекти от комбинираното действие на земетресение и последвало наводнение трябва да бъдат отчетени при планирането на аварийните действия и при диверсификацията на трасетата за евакуация, подвозване на необходимите горива и материали към централата, при оценката на достъпа на оперативния персонал.

При сеизмични ускорения в диапазон $0,26 < PGA \leq 0,36g$ със сигурност ще бъде разрушена горната част на вентръбата на спец-корпус СК2. При разрушаването си горната една трета от комина (около 50 m) може да засегне частично околната площадкова инфраструктура (пътища), които да затруднят достъпа по тях до ХОГ на аварийни екипи или тежки машини.

В разглеждания диапазон от сеизмични ускорения ХОГ запазва възможността да изпълнява функциите си за безопасно съхранение на отработилото гориво.

Евентуалните неблагоприятни въздействия на сеизмично индуцираните разрушения в националната инфраструктура около централата върху способността ѝ да съхрани функциите си на безопасност след сеизмично събитие са подробно описани в т.2.8. на настоящия доклад.

Анализите на „Външни наводнения” показват, че даже и залповото изпускане на целия завирен обем на язовир „Шишманов вал” не може да повиши нивото на водата в низината около централата повече от кота $+29.00 m$, така че няма опасност от наводнение на площадката и директно повлияване на функциите за безопасност. При оценката за възможностите за реакция, трябва да се отчете евентуалното наводняване на части от гр. Козлодуй и съответно възможните затруднения в достъпа до централата.

Всички сценарии за съчетаване на надпроектно земетресение с наводнение водят до загуба на ШПС от заливане. С тяхната загуба се губи и аварийното подпитаване на Бризгалните басейни на 5 и 6 блок, т.е. времето за осигуряване на краен погълтател на топлина ще бъде ограничено.

По-важните слаби места открити при изследването на заливане на централата с $MVN = 32,93 m$, могат да се обособят както следва:

- спиране на електропроизводството и преминаване на източник за ел. електрозахранване от ДГС – вследствие на възможно отпадане на част от електропроводите, свързващи АЕЦ „Козлодуй” с енергийната система;
- спиране на подаването на вода в студен канал - загуба на БПС и липса на достъп до БПС по суша;

- загуба на аварийно подпитаване на Бризгални басейни на блок 5 и 6– отпадане на шахтовите помпени станции;
- наводнение на част от градската инфраструктура и достъп от гр.Козлодуй до централата през околоръстния път.
- наводняване на част от подземните комуникации под кота 32,93 m – дрениране в дъждовната канализация и неплътност на каналите, в които са разположени;

Потенциални въздействия извън централата, вследствие на външно наводнение, включително възпрепятстване или забавяне достъпа на персонал, доставки на оборудване и материали до площадката са подробно разгледани в т. 3.2.4. на настоящия доклад.

6.1.3.2 Загуба на комуникационни съоръжения/системи

При пълна загуба на електрозахранване на централата, запаса за възстановяването на електрозахранване на комуникационни съоръжения/системи е както следва:

- Разполагаемост на системите от UPS до 8 часа;
- Разполагаемост на системите от ДГ-1 и ДГ-2 в ЦУА, повече от 4 денонощия.

6.1.3.3 Възпрепятстване на работата поради висока локална мощност на дозите, радиоактивно замърсяване и разрушаване на някои от съоръженията на площадката

В зависимост от вида на аварийното състояние в “АЕЦ Козлодуй” ЕАД се провеждат мероприятия, посочени в Приложение 6.5-1 на [25].

Таблица 6.1-3: Аварийни състояния и свързаните с тях мероприятия

Аварийно състояние	Мероприятия
ТРЕВОГА	<p>Активиране на аварийен персонал – Ниво I</p> <p>Уведомяване АЯР, МИЕТ, и др.</p> <p>Провеждане на мониторинг на площадката на АЕЦ.</p> <p>Осигуряване на радиационна защита на задействания аварийен персонал и управление на дозовото му натоварване.</p> <p>Осигуряване на техническа поддръжка.</p> <p>В зависимост от условията завишаване състоянието ТРЕВОГА до ЛОКАЛНА АВАРИЯ или се отменя.</p>
ЛОКАЛНА АВАРИЯ	<p>Активиране на аварийен персонал - Ниво II.</p> <p>Уведомяване АЯР, МИЕТ, и др.</p> <p>Провеждане на мониторинг в 3-км. зона.</p> <p>Осигуряване на радиационна защита на аварийния персонал и управление на дозовото му натоварване.</p> <p>Осигуряване на техническа поддръжка.</p> <p>Завишаване на състоянието до МЕСТНА АВАРИЯ или препоръчване редуциране на класификацията към намаление.</p>
МЕСТНА АВАРИЯ	<p>Активиране на целия аварийен персонал - Ниво III.</p> <p>Уведомяване АЯР, МИЕТ, и др.</p>

	<p>Провеждане на мониторинг в ЗПЗМ и 12-км зона (подзона на ЗНЗМ).</p> <p>Осигуряване на радиационна защита на аварийния персонал и управление на дозовото му натоварване.</p> <p>Осигуряване на техническа поддръжка.</p> <p>Завишаване състоянието до ОБЩА АВАРИЯ или препоръчване редуциране на класификацията към намаление.</p>
ОБЩА АВАРИЯ	<p>Активиране на целия аварийен персонал - Ниво III.</p> <p>Уведомяване АЯР, МИЕТ, местни власти (кметства в Козлодуй и Мизия).</p> <p>Провеждане на мониторинг в ЗПЗМ и в 12-км зона (подзона на ЗНЗМ).</p> <p>Осигуряване на радиационна защита на аварийния персонал и управление на дозовото му натоварване.</p> <p>Осигуряване на техническа поддръжка</p> <p>На база на оценката даване периодично / или при промяна на статуса/ препоръки на външните власти за провеждане на защитни мерки.</p>

Посочените мерки се конкретизират на базата на допълнителната информация от проведеня радиационен контрол и в съответствие с критериите за намеса в ранната фаза от аварията, съгласно Приложение 6.5-2 на [25]

Прилагането на конкретните защитни мерки се разпорежда от Ръководителя на аварийните работи, както при оповестяването, така и чрез последващи съобщения.

За членовете на аварийните екипи и за лицата, участващи в намесата се полагат всички разумни усилия за поддържане на годишните ефективни дози под 100 mSv.

Когато член на аварийния персонал получи нивата на годишните ефективни дози от 100 mSv, той се замества от персонал на аварийните екипи по Аварийния план (Команда 1).

В извънредни ситуации, когато се налага изпълнение на животоспасяващи дейности границата от 100 mSv може да бъде надхвърлена. Например действия по предотвратяване повреждането на активната зона. В случай извършване на аварийни дейности с много голям риск, те се изпълняват от доброволци от аварийния персонал на аварийните екипи. Освен това ръководителят на предприятието е длъжен да представи на министъра на здравеопазването и на председателя на АЯР обосновка, придружена със списък на лицата от персонала, които извършват операциите, тяхното писмено съгласие, времето и мястото на операциите, становището на здравно и лечебно заведение и всяка друга информация за създалите се обстоятелства и предприети мерки.

За работата на Аварийния персонал на БЩУ (РЩУ) и ЦУА проектните решения осигуряват обитаемостта им в случай на радиационна или ядрена авария. Тези решения подсиуряват защита от йонизиращите лъчения, изолираност от обкръжаващата среда, почистване на въздуха от радиоактивни замърсявания, по-високо от външното атмосферно налягане, климатизация и др., с цел дълготрайното безопасно пребиваване на персонала.

6.1.3.4 Въздействие върху достъпността и обитаемостта на БЩУ и РЩУ, мерки които трябва да бъдат предприети, за да се избегне или да се управлява тази ситуация

Блокове 3 и 4

Контрола и управлението на технологичните процеси се осъществява от два блочни щита за управление (БЩУ) (по един за всеки блок). В техническия проект е възприета разделна компоновка на блочните щитове за управление, което осигурява:

- голяма пожарна безопасност на щитовете;
- по-висока сигурност в управлението на всеки блок;
- възможност за по-добро трасиране на кабели.

Освен това в проекта са предвидени два резервни щита за управление (РЩУ), по един за всеки блок, от които може да бъдат спрени блоковете в случай на аварийна ситуация на блочните щитове за управление.

От БЩУ е предвидено управление на всички основни и спомагателни механизми и елементи на блока.

От БЩУ се извършва управление на работни трансформатори за собствени нужди 15,75/6,3 kV, прекъсвачи 6 kV с резервно електрозахранване на секция 6 kV, блочни работни и резервни трансформатори 6/0,4 kV, елементи на мрежа за надеждно електрозахранване на блоковете

На БЩУ са изградени следните комуникации:

- двустранна високоговореща връзка на дежурния оператор и смяната на оперативния персонала;
- команден високоговорител и сигнализация в основните производствени помещения и на територията на електроцентралата.

На БЩУ на блоковете са инсталирани кондициониращи системи за поддържане на необходимите условия за непрекъсната работа на операторите. Това е комбинирано с поддръжане на БЩУ и формиране на така наречената “работна” зона за операторите на БЩУ.

За осигуряване на обитаемост в случай на авария с възможни радиологични последствия е монтирана аварийна система, която поддържа надналягане на БЩУ и включва филтър за частици и аерозоли (йод).

В случай на пожар, който може да окаже влияние на атмосферата на БЩУ, са инсталирани отсичащи клапи на въздуховодите на съществуващата вентилационна система към БЩУ, които се затварят автоматично. Това предотвратява разпространението на дима на БЩУ.

За РЩУ е осигурена собствена климатична система за осигуряване на работата на разположеното оборудване, чувствително при високи температурни условия.

Осигуряването на необходимите вентилационни и кондициониращи системи е внимателно прегледано също по време на проектирането на новите системи, свързани с безопасността – ДСАПП и Противопожарна помпена станция -2 като проблемът е решен по време на изграждането на съответните нови сгради през 1997-1999 г.

Блокове 5 и 6

Управлението на реакторната инсталация, контрола на състоянията на реактора, управлението и контрола на технологичните системи в режимите на нормална експлоатация и при аварийни условия се осъществява от БЩУ.

На БЩУ са разположени органи на управление на технологичните системи за безопасност, системи за нормална експлоатация важни за безопасността и системи за нормална експлоатация.

БЩУ е разположен в отделно помещение, в корпуса на реакторно отделение извън херметичната конструкция в чиста зона и е определен като първа категория на сеизмичноустойчивост. Разположението на БЩУ е на по-ниска кота от реактора. Проектните аварии свързани с изтичане на топлоносител не засягат БЩУ. При изследваните надпроектни сеизмични въздействия строителната конструкция на БЩУ и околните помещения запазват своята цялост. При изследваните надпроектни комбинирани въздействия от земетресение и

външно наводнение БЩУ също запазва своята функционалност. При изследваните надпроектни въздействия от външно наводнение БЩУ не се засяга. При тежка авария БЩУ може да стане необитаемо, ако се случи проникване на стопилката през фундамента на херметичната конструкция [145].

Резервен щит за управление (РЩУ) е предназначен, в случай на отказ на БЩУ, за надеждното привеждане на блока в подкритично разхладено състояние и неограниченото му поддържане в това състояние, за задействането на системите за безопасност и за получаване на информация за състоянието на реактора.

РЩУ е разположен на кота -4.20 в реакторно отделение. Помещението на резервния щит за управление се отнася към I категория на сеизмоустойчивост. Проектните аварии свързани и изтичане на топлоносител не засягат РЩУ. При изследваните надпроектни сеизмични въздействия строителната конструкция на РЩУ и околните помещения запазват своята цялост. При изследваните надпроектни комбинирани въздействия от земетресение и външно наводнение е възможно РЩУ да бъде наводнено. При изследваните надпроектни въздействия от външно наводнение е възможно в околните помещения на РЩУ да се наводнят, което ще затрудни достъпа до помещението.

ХОГ - достъпност и обитаемост

При напълно осушаване на отсеците на басейна за съхранение на горивото (БСГ) в помещенията на ХОГ (вкл. щита за управление) се очаква мощността на дозата да достигне стойности изискващи съответните нива за намеса.

СХОГ - достъпност и обитаемост

При изследванията направени в анализа на земетресения е установено, че контейнер затрупан с отломки, които биха могли да са в резултат на екстремни външни инициращи събития, като земетресение ще се повиши максималната температура на контейнера.

За степен на затрупване с отломки 100% резултатите от изчисленията при консервативни допускания показват, че максималната температура на обвивката може да бъде превишена съответно само след повече от 2 дни.

Разглеждайки конструкцията на покривното покритие, трябва да се очаква реалистична степен на заравяне със сигурност под 50%. Това увеличава разполагаемото време за контрамерки до повече от 7 дни. Дори за този най-лош случай на сценарий на авария със загуба на отвеждане на топлина има достатъчно разполагаемо време, за да се вземат адекватни контрамерки, т. е. отстраняване на отломките и възстановяване на естествената вентилация.

6.1.3.5 Въздействие върху различните сгради и помещения, използвани от кризисните екипи или към които ще бъде необходим достъп за управление на аварията

При направените оценки от земетресения, наводнения и комбинацията на надпроектно земетресение с наводнение не е установено затрудняване на достъпа до БЩУ.

Функционирането на ЦУА при сеизмични въздействия има няколко основни проблема - Даже и при умерени сеизмични въздействия (по-ниски от МРЗ на централата), когато принципно не би трябвало да е настъпила авария функционалността на ЦУА се определя от вторичните сеизмични ефекти – разрушаване на надземните конструкции и затрудняване на достъпа на персонала в ЦУА. Това е отчетено от проекта и има аварийен независим, подземен подход към помещенията на ЦУА;

6.1.3.6 Осъществимост и ефективност на мерки за управление на аварии в условията на външни опасности (земетресения, наводнения)

Блокове 3 и 4

В съответствие с резултатите от оценката на запасите при земетресения, повредата на горивото не може да бъде предотвратена при PGA над 0,36g, т.е. при ускорения на входното

въздействие, за които се очаква втечняване на пясъците под Противопожарна помпена станция -2 и циркуляционна помпена станция (ЦПС-2). Затова при оценяването се разглежда земетресение от диапазона $0,26 < PGA \leq 0,36$, който определя спектъра от надпроектни земетресения, при които сеизмично индуцирани откази на КСК не водят до повреда на горивото.

Оценена е и степента на земетресението, което води до загуба целостта на херметичната зона като за интегритета на херметичната конструкция на блокове 3 и 4 е направен следния извод:

Най-вероятният механизъм за загуба на херметичност на системата херметични помещения на блокове 3 и 4 е посредством разрушаване от срязване на стената по ос 19 до кота +10,10m. Стойността на сеизмичното ускорение, при което се очаква да настъпи загубата на функция на системата от херметични помещения е $A_m = 1.25 g$. Тази стойност е повече от 6 пъти по-висока от RLE и е практически невъзможна с оглед на реалната сеизмотектонска обстановка на площадката на АЕЦ Козлодуй и на региона около нея.

Спрямо първоначалните проектни основи, които определят за ядрените съоръжения, МРЗ от 0,1g, запаса съставлява 0,26g или 260%, т.е блоковете могат да устоят без повреда на горивото на земетресение по-голямо 3,6 пъти от МРЗ на оригиналния проект.

В съответствие с резултатите от оценката на запасите при наводнение, е установено, че от всички сгради, в които е разположено оборудване, свързано с изпълнението на функциите за безопасност за 3 и 4 блокове на АЕЦ „Козлодуй”, единствено сградата на ДСАПП е застрашена от наводняване при МВН. Кота 0,00 на ДСАПП е установена на 35,60 m. Анализът показва, че при ниво на р.Дунав над 31,10 m е възможно заливането на сутерена на сградата на ДСАПП (поради наличието на сифони на кота $-4,50 = 31,10m$). Помпите на система ДСАПП са разположени на кота -3.00 m, което предопределя, че ще бъдат засегнати при МВН над +32,50 m.

Единствения сценарий е късане на хидровъзлите „Железни врата” 1 и 2 в резултат на земетресението. В този случай, обаче, ефекта от МВН ще се реализира на доста по-късна фаза от развитието на аварийния процес (около 20 часа след земетресението).

В съответствие с резултатите от оценката на запасите при екстремни метеорологични условия е установено, че поради закрития и автономен характер на системата за съхраняване на отработилото гориво, БОК 3 и 4 и спомагателните им системи имат високо ниво на безопасност по отношение на външния фактор „Екстремни ветрове и Торнадо”.

Блокове 5 и 6

Проекта на 5 и 6 блок на АЕЦ Козлодуй е устойчив на въздействията от външни опасности. Реактора и основните съоръжения по I контур са разположени в железобетонна херметична конструкция, предназначена да задържи радиоактивните продукти след авария във вътрешния си обем която е квалифицирана за сеизмични въздействия 0,2 g [4][5]. Основните системи и компоненти на системите за безопасност и системите важни за безопасността също са разположени в сгради квалифицирани за сеизмични въздействия 0,2g [4][5]. Изследваните надпроектни сеизмични въздействия показват, че до сеизмични въздействия 0,36 g. системите с които може да се управлява аварията са налични. При изследваните надпроектни комбинирани въздействия от земетресение и външно наводнение е показано, че се изпълняват функциите на безопасност на блокове 5 и 6 с оцелялото оборудване. При изследваните надпроектни въздействия от външно наводнение е показано, че не се засягат системи и оборудване необходимо за изпълнение на функциите по безопасност.

Персонала на 5 и 6 блок предприема мерки в съответствие с аварийните процедури на блоковете за спиране на реактора и поддържането му в безопасно състояние. Съвместно с аварийните процедури на 5 и 6 блок ще бъде активиран вътрешния и външния аварийен план съгласно Приложение 3.2 от [25].

ХОГ

В съответствие с оценката направена при земетресения е установено, че ХОГ може да изпълнява функцията си за безопасно съхраняване на отработилото гориво до сеизмични ускорения в диапазона 0.12g – 0.39g. Удължаването на времето за безопасно съхраняване на горивото в тази ситуация зависи от възможността за разчистване на строителните отломки и възстановяване на естествената вентилация, ако е възможно.

СХОГ

СХОГ ще изпълнява функциите си за безопасно съхраняване на отработилото гориво до сеизмични ускорения от порядъка на 0,31 g. Удължаването на времето за безопасно съхраняване на горивото в тази ситуация зависи от възможността за разчистване на строителните отломки и възстановяване на естествената вентилация, ако е възможно. Това се вижда от анализа направен при земетресения.

6.1.3.7 Липса на електрозахранване

Блокове 3 и 4

В съответствие с резултатите от оценката на запасите при загуба на електрическа енергия и загуба на крайния погълтител, е установено, че електрозахранването на системите за охлаждане на горивото в БОК-3 и БОК-4 се осигурява от различни физически разделени източници (аварийни дизел генератори – по три на блок, аварийни дизел-генератори на ДСАПП, мобилен ДГ). При ниската стойност на остатъчното енергоотделяне от съхраняваното в басейните гориво разполагаемият запас от време до началото на оголване на касетите е близо една седмица за БОК-3 и повече от 9 денонощия за БОК-4 при допускане на пълна загуба на охлаждане.

Блокове 5 и 6

Въздействията от липса на електрозахранване на 5 и 6 блок на АЕЦ „Козлодуй” са изследвани в рамките на оценката на загуба на електрозахранване и загуба на краен погълтител на топлина. Оценени са всички варианти на последователна загуба на източници на електрическо електрозахранване. Принципно се намалява разполагаемостта на оборудването за управление на аварията, но проекта разполага с достатъчно резервни източници на електрозахранване, чието активиране води до възстановяване на необходимото за управлението на аварията оборудване. В аварийните процедури са описани възстановителните действия на операторите.

ХОГ

Анализът на постулираните изходни събития в следствие на загуба на електрозахранване на ХОГ показват, че не се достига до оголване на отработилото гориво, съхранявано в басейна за отлежаване.

СХОГ

Сценарият за пълна загуба на електрозахранване не е релевантен по отношение на безопасността на СХОГ. Поради наличието на пасивната система за отвеждане на топлината от радиоактивното разпадане, безопасният режим на работа на съоръжението за съхранение е независим от електрозахранването. Това се вижда от анализа направен при загуба на електрозахранване и загуба на краен погълтител.

6.1.3.8 Потенциален отказ на измервателни прибори

Блокове 3 и 4

В рамките на краткосрочната програма за модернизация на блоковете е направен анализ за определяне на параметрите на околната среда за квалификация на оборудването при аварийни условия. Като първа стъпка на квалификацията датчиците на веригите по аварийна защита са заменени с квалифицирани датчици на аварийните защитни вериги. За

някои от датчиците, свързани с безопасността е избрано ново разположение и те са преместени в зона, която не изисква квалификация за екстремни условия на околната среда.

В резултат на това, в момента всички измервателни канали, свързани със защитата на реактора са квалифицирани за съответните сеизмични условия и условията на околната среда. За формиране на сигналите за параметрите на процеса се използва прецизно цифрово оборудване. Устройствата за непрекъсваемо електрозахранване (UPS) допълнително разделят електрозахранването на тези канали, с което се осигурява независимостта на електрозахранването на каналите.

Освен това е изпълнена квалификационна програма за останалото оборудване, свързано с безопасността, включваща тест на образци от оборудване за стареене, сеизмични условия и състояния на околната среда при авария със загуба на топлоносител. На базата на резултатите от програмата за квалификация са подменени и останалите датчици, свързани с безопасността.

За подпомагане действията на операторите са реализирани допълнително редица компютъризирани системи, като:

- Компютъризирана система за поддръжка на оператора и за запис на параметрите на процеса при нормална експлоатация и в случай на авария;
- Система за наблюдение на параметрите, важни за безопасността, базирана на собствени квалифицирани датчици (SPDS);
- Нови цифрови системи за откриване на пожар и за пожароизвестяване, които да позволяват на оператора своевременно да локализира появата на пожар;
- Множество допълнителни аларми от местни щитове извън БЩУ.
- Отказ на стационарните системи за мониторинг на радиационната обстановка и температурата и нивото на водата в БОК е възможно да се компенсират с преносими средства за измерване.

Блокове 5 и 6

Отказ на измервателни прибори е анализиран в оценката от земетресения, като потенциален отказ на измервателни прибори не довежда до загуба на информация поради тройната резервираност на измервателните канали.

Блока разполага със система за контрол на параметрите след авария (PAMS), която е изцяло сеизмично квалифицирана, включително и измервателните канали, като те са тройно резервирани.

ХОГ

Отказ на стационарните системи за мониторинг на радиационната обстановка и температурата и нивото на водата в отсеците, е възможно да се компенсират с преносими средства за измерване.

СХОГ

Отказ на стационарните системи за мониторинг на радиационната обстановка и температурите в залата за съхранение на контейнери, е възможно да се компенсират с преносими средства за измерване.

6.1.3.9 Потенциално въздействие от други съседни инсталации на площадката

Блокове 3 и 4

Проекта допуска въздействие от съседния блок поради разположението на Басейните за отлежаване на касетите (БОК) 3 и 4 блок в общо помещение на Централна Зала в реакторно отделение.

В проекта са предвидени и общостанционни щитове за контрол и управление (на двата блока):

- пост за дозиметричен контрол;
- щит на реакторното отделение, спецводоочистка и технологическа вентилация;

В случай на авария на 5 и 6 блок и ХОГ персонала на 3 и 4 блок действа в съответствие на Аварийния План на АЕЦ.

Блокове 5 и 6

В случай на авария на 3 и 4 блок и ХОГ персонала на 5 и 6 блок действа в съответствие на Аварийния План на АЕЦ.

ХОГ

В съответствие с оценката направена при земетресения е установено, че Вентилационна тръба - 2 притежава изискваната сеизмична сигурност и при земетресение ниво RLE не се очаква да се повредят сграда на ХОГ или сграда на аварийния ДГ или да се затрудни достъпа до тях.

В случай на авария на 3 и 4 блок 5 и 6 блок персонала на ХОГ действа в съответствие на Аварийния План на АЕЦ.

СХОГ

В случай на авария на 3 и 4 блок 5 и 6 блок и мокър ХОГ персонала на СХОГ действа в съответствие на Аварийния План на АЕЦ.

6.1.4 Мерки, които могат да бъдат предвидени за подобряване на възможностите за управление на аварията

Блокове 3 и 4

Мерки за повишаване на устойчивостта на 3 и 4 блокове на АЕЦ „Козлодуй” произлизащи от анализа на съчетаването на надпроектно земетресение и наводнение

По отношение на изпълнението на функциите за безопасност, наводняването на помпите на ДСАПП (1÷4 ДАПЕП) води единствено до намаляване броя на системите, които изпълняват едни и същи функции на безопасност и то само в случай, че отработеното ядрено гориво се намира в реактора, тъй като 1÷4 ДАПЕП нямат отношение към охлаждането на БОК.

Затова, в резултат на анализа могат да се направят следните препоръки:

- Изследване на възможността за предотвратяване на наводняването на сградите на ДСАПП.
- Извършване на периодични огледи за гарантиране на водоплътността на проходките на дъждовната и битовата канализации;
- Извършване на периодични инспекции и гарантиране на водоплътността на проходките на тръбопроводи, кабелни канали и др.;

Мерки за подобряване на устойчивостта при загуба на електрозахранване

Електрозахранването на системите за охлаждане на горивото в БОК-3 и БОК-4 се осигурява от различни физически разделени източници (аварийни дизел генератори – по три на блок, аварийни дизел-генератори на ДСАПП, мобилен ДГ). При ниската стойност на остатъчното енергоотделяне от съхраняваното в басейните гориво разполагаемият запас от време до началото на оголване на касетите е близо една седмица за БОК-3 и повече от 9 денонощия за БОК-4 при допускане за пълна загуба на охлаждане. Следователно не са необходими допълнителни мерки за повишаване на устойчивостта на БОК-3 и БОК-4.

Мерки за подобряване на устойчивостта към загуба на краен поглъстител

При ниската стойност на остатъчното енергоотделяне от съхраняваното в басейните гориво разполагаемият запас от време до началото на оголване на касетите е близо една седмица за БОК-3 и повече от 9 денонощия за БОК-4 при допускане за пълна загуба на охлаждане.

Блокове 5 и 6

Комплектът СОАИ за спрян реактор с плътен I контур е преминал процесите на верификация и валидация. Към настоящия момент се провежда обучение на операторите за работа с този тип инструкции след което ще бъде въведен в експлоатация.

Комплектът СОАИ за спрян реактор с разуплътнен I контур – предстои да бъде подложен на вътрешните процедури на верификация и валидация в АЕЦ.

За управлението на тежки аварии на 5 и 6 блок са разработени ръководства за тежки аварии, които следват формата на СОАИ. Планирано е ръководствата да бъдат подложени на процесите на верификация и валидация и да се въведат в действие в края на 2012.

ХОГ

Допълнителни мерки за подобряване на устойчивостта на ХОГ при загуба на електрозахранване са описани в т. 5.4.2.

СХОГ

Мерките предвидени във Вътрешния и Външния Аварийен План са достатъчни.

6.2 ПОДДЪРЖАНЕ НА ЦЕЛОСТТА НА ХЕРМЕТИЧНАТА КОНСТРУКЦИЯ НА 5 И 6 БЛОК СЛЕД СЕРИОЗНА ПОВРЕДА НА ГОРИВОТО (ДО РАЗТОПЯВАНЕ НА АКТИВНАТА ЗОНА)

6.2.1 Изключване на възможността за повреда/разтопяване на горивото при високо налягане

6.2.1.1 Проектни средства

Разработена е стратегия за понижаване на налягането в корпуса на реактора [145] в рамките на ръководствата за управление на тежки аварии. Основните технически средства за понижаване на налягането при развитието на аварията до тежка фаза са предпазните клапани на I контур и системата за аварийно газоотделяне от I контур. Като допълнителна възможност за понижаване на налягането в корпуса на реактора могат да се използват арматурите по линиите за слив на [147] уплътняваща вода на главните циркуляционни помпи. За осигуряване на практическа възможност за използването на системата за аварийно газоотделяне от I контур в условията на тежко развитие на аварията е изпълнена модификация на електрозахранването на арматурите от системата, като е обезпечено резервиране на електрозахранване на съответните арматури от акумулаторни батерии.

6.2.1.2 Експлоатационни средства

При възникване на аварийни условия операторите на 5 и 6 блок започват да изпълняват СОАИ. Това би се случило няколко часа преди аварията да достигне до тежката фаза с повреда на горивото. В СОАИ са предвидени стратегии за управление на аварията – възстановяване на КФБ-Топлоотвод и КФБ- Охлаждане на активната зона, възстановяване на електрическото захранване. Успешното изпълнение на действията предвидени в тези стратегии в крайна сметка ще предотврати повредата на горивото, както и ще понижи налягането в корпуса на реактора

6.2.2 Управление на рисковете от генериране на водород в херметичната конструкция

6.2.2.1 Проектни средства

Блокове 5 и 6 разполагат със Система за намаляване на водорода в защитната обвивка, която се състои от 8 пасивни автокаталитични рекомбинатори, разположени в обема на херметичната конструкция и предназначени за изгаряне на водорода генериран по време на

аварията. Системата е проектирана с капацитет да се справя с водорода генериран при проектна авария с максимално изтичане от I контур. Допълнителните анализи в АЕЦ показват, че Системата за намаляване на водорода е в състояние да редуцира водорода генериран по време на вътрешнокорпусната фаза на тежка авария до приемливи нива, така че да не се достига до взривоопасни концентрации [147].

При външнокорпусната фаза на тежка авария действието на системата е неефективно поради недостига на кислород в газовата среда на херметичния обем, необходим за процеса на свързване на водорода в пасивните автокаталитични рекомбинатори. Въпреки, че по време на външнокорпусната фаза на тежка авария в обема на херметичната конструкция се генерират значителни количества водород, те не представляват пряка заплаха за взрив, тъй като липсва кислород.

6.2.2.2 Експлоатационни средства

В разработените РУТА и процедурите на АП са предвидени действия за наблюдение, оценка и прогнозиране на концентрацията на водорода в обема на херметичните помещения. Описани са действия за управлението на Спринклерните системи в зависимост от концентрацията на водорода.

6.2.3 Предпазване от превишаване на налягането в херметичната конструкция

6.2.3.1 Проектни средства

В проекта на 5 и 6 блокове са предвидени Спринклерните системи за отнемане на топлината от обема на хермозоната и за свързване на йода в паро-въздушната смес при аварии със загуба на топлоносител. В резултат на действието на тези системи се постига понижаване на налягането в херметичната конструкция до безопасни стойности. Спринклерните системи са квалифицирани като системи за безопасност. Запускат се автоматично при превишаване на налягането в херметичната конструкция над пределите за безопасна експлоатация.

За управление на налягането в условия на тежка авария на блокове 5 и 6 са инсталирани допълнително филтриращи системи за понижаване на налягането, действащи на пасивен принцип. При повишаване на налягането в херметичната конструкция до проектното се разкъсва мембрана свързана към тръбопровод до съд, запълнен с филтриращ разтвор. Газовата среда от херметичната конструкция преминава през филтриращия разтвор и се изпуска посредством дроселна система към вентилационните комини на блокове 5 и 6.

6.2.3.2 Експлоатационни и организационни средства

При нормална експлоатация се поддържа разреждане в херметичната конструкция. Средствата за защита от превишаване на налягането се намират в готовност.

При аварийни условия активните средствата за защита се включват автоматично в зависимост от нивата на сработване и се управляват в съответствие с указанията на аварийните инструкции.

6.2.4 Предотвратяване на повторна критичност

6.2.4.1 Проектни средства

В реактор ВВЕР, при незасегната геометрия на активната зона водо-урановото съотношение е близко до оптималното по отношение на реактивността. Това означава, че при възникване на значителни промени на геометрията в активната зона, реактивността на активната зона намалява. По тази причина повторната критичност в активната зона по време на тежка авария е малко вероятна [148].

6.2.4.2 Експлоатационни средства

Всички системи използвани за подхранване към реактора в условията на тежка авария използват борирана вода и няма риск от повторна критичност [148].

6.2.5 Предотвратяване на преминаването на стопилката през фундаментната плоча

6.2.5.1 Възможни проектни средства за задържане на стопилката в корпуса на реактора

Изследвана е възможността за външнокорпусно охлаждане на реактора. Установено е, че в някои от вариантите на развитие на тежка авария не може да се предотврати повредата на корпуса.

В РУТА са предвидени действия за възстановяване на подаването на топлоносител в реактора. В случай, че по време на вътрешнокорпусната фаза на тежката авария операторите успеят да доставят достатъчно топлоносител в активната зона има шанс да се охладят отломките и разтопената маса от активната зона и да се задържат в корпуса на реактора.

Като средство за подаване на топлоносител към I контур, могат да се използват наличните канали от системите за безопасност – система за аварийно охлаждане на активната зона високо налягане (CAOЗ-ВН), ниско налягане (CAOЗ-НН), каналите на система подхранване продухване (система ТК).

6.2.5.2 Възможни мерки за охлаждане на стопилката в херметичната конструкция след пробив на корпуса на реактора

Охлаждането на стопилката на активната зона във външно корпусната фаза е възможно чрез възстановяване на подаването на разтвор на борна киселина в първи контур и такива действия са предвидени в РУТА. За целта могат да се използват някои от възстановените системи за безопасност – система за аварийно охлаждане на активната зона високо налягане (CAOЗ-ВН), ниско налягане (CAOЗ-НН), каналите на система подхранване продухване (система ТК).

6.2.5.3 Запас от време между спирането на реактора и стопяването на активната зона

Таблица 6.2-1: Запас от време между спирането на реактора и стопяването на активната зона.

Последователност	Повреда на активната зона (часа)	Забележки:
Обезточване на централата, без действия на оператора, батерии 2ч	5,5	Рхз~4.2 bar abs при повреда на хермозоната (няма вентилация поради налягането). Условията за ръчна вентилация за РУТА са изпълнени при ~45000 сек (12.5 часа) (водород).
Обезточване, намаляване на налягането в I контур при 650 °C (1 клапан) (3.2 часа)	11,5	Рхз~5 bar abs при >111 часа (няма вентилация поради налягането).
LBLOCA + обезточване на централата	4,5	Рхз~3,25 bar при >44 часа. Екстраполяция: 5 bar при ~140 часа (няма вентилация поради налягането).

6.2.6 Необходимост от подаване на променливо токово, постояннотоково електрозахранване или сгъстен въздух за оборудване, използвано за защита на целостта на херметичната конструкция

6.2.6.1 Проектни средства

Активното оборудване, което защитава целостта на херметичната конструкция и се нуждае от възстановяване на захранването са компонентите на Спринклерните системи: помпи и арматури. Те са захранват от електрически секции и сборки на блокове 5 и 6 – II категория.

6.2.6.2 Експлоатационни средства

В процедурите и експлоатационната документация налична на БЩУ и РЩУ има описания на източниците за захранване на всеки компонент на блока. Ясно са написани стъпките за извършване на работата по време на експлоатация и ремонт.

6.2.7 КИП и А, необходими за поддържане на целостта на херметичната конструкция

Блокове 5 и 6 разполагат с информационни системи за поддръжка на операторите в аварийни условия като SPDS – за контрол на КФБ, СККП (PAMS).

В рамките на [145] и проектирането на СККП (PAMS) систематично са изследвани наличните измервателни канали. Избрани са подходящите, които са необходими за управление на аварии.

Инсталирани са необходимите измервателни канали с разширен обхват на измерване и издържачи условията на тежки аварии и са включени в обема на СККП (PAMS).

Средствата за управление на основните системи за управление на аварията са разположени както на БЩУ, така и на РЩУ и са достъпни за операторите. В аварийните процедури се описват специфичните действия и се указват необходимите прибори за контрол.

Блокове 5 и 6 не разполагат със система за пряк мониторинг на водни пари и кислород в обема на херметичната конструкция, но такава се предвижда за инсталиране.

Измерителните канали за концентрация на водород има по нисък обхват на измерване от очакваната концентрация на водород в херметичната конструкция при външнокорпусната фаза на тежка авария.

6.2.8 Мерките, които могат да бъдат предвидени за подобряване на възможността за поддържане на целостта на херметичната конструкция след възникване на значителна повреда на горивото

В процес на реализация е проект за затваряне на каналите на йонизационните камери, разположени в стените на шахтата на корпуса на реактора, откъдето се предполага че би могла да бъде байпасирана херметичната конструкция при тежка авария.

Разглеждане на възможност за инсталиране на допълнителни водородни рекомбинатори в обема на херметичната конструкция.

6.3 МЕРКИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА АВАРИЯТА ЗА ОГРАНИЧАВАНЕ НА ИЗХВЪРЛЯНЕТО НА РАДИОАКТИВНИ ВЕЩЕСТВА

6.3.1 Радиоактивни изхвърляния след загуба на целостта на херметичната конструкция на 5 и 6 блок

6.3.1.1 Проектни средства

Херметичната обвивка на реактор тип ВВЕР-1000/В320, в която се намират реактора и първи контур, се състои от цилиндър с купол отгоре. Конструкцията е изградена от предварително напрегнат бетон с тънка стоманена облицовка от вътрешната страна. Обема на херметичната обвивка е голям.

Характеристиките, свързани с безопасността на блока, са анализирани по отношение на рисковете от тежки аварии, включително директно нагриване на херметичната обвивка във вероятностните сценарии на изхвърляне на стопилка при високо налягане (НРМЕ), взрив на водород, взаимодействия между гориво/топлоносител и експлозия на пара извън корпуса на реактора, възможност за охлаждане извън корпуса на реактора и байпасиране на херметичната обвивка. Вероятностната/детерминистичната оценка показва, че (i) прякото нагриване на херметичната обвивка не представлява значителна заплаха за херметичната обвивка на ВВЕР-1000/В320 и че (ii) целостта на херметичната обвивка е подложена на сериозна опасност при риск от стопилка, изтичаща в проходките на основната плоча при сценарий с възможност за охлаждане извън корпуса на реактора.

БЩУ и РЩУ на ВВЕР-1000 са разположени на по-ниско ниво в сградата на реактора, т.е. под конструкцията на херметичната обвивка. Основната плоча на херметичната обвивка, която би била компрометирана от стопилката в сценарий със стопилка извън корпуса на реактора, е повдигната и под нея има редица помещения, които са извън херметичната обвивка и в които се намират помпи и оборудване, свързани с безопасността, след което тези помещения може да станат недостъпни включително и БЩУ.

Проникването на стопилка през основната плоча на херметичната обвивка не е моментална заплаха в първия ден (дни) след такава хипотетична авария, поради конструктивните характеристики на шахтата (дебелината на стената на основата е 3.194 m, а дебелината на основната плоча на шахтата е 3.6 m).

Има много по-вероятен сценарий, при който стопилка извън корпуса на реактора може да заобиколи основната плоча като изтече през проходките на каналите на йонизационните камери в основната плоча в помещенията под нея, но в момента се реализира проект на 5 и 6 блок елиминиращ този вариант [149].

В проекта на блока са изпълнени локализиращи системи, които осигуряват изпълнението на установените критерии за ограничаване изхвърлянията на радиоактивни вещества в околната среда.

За осъществяване на локализиращи функции са монтирани в херметичната конструкция, системи и средства за контрол на параметрите на средата в херметичния обем, за изолиране на херметичната конструкция и за намаляване концентрацията на радиоактивни вещества на делене, водород и други вещества, които биха могли да се отделят в атмосферата на херметичния обем по време на и след проектни и тежки аварии. За изпълнение на тези функции за безопасност са монтирани следните системи:

- система херметична обвивка (СХО);
- спринклерна система;
- система за филтърно понижаване на налягането;
- система за рекомбиниране на водорода.

В рамките на програмата за модернизация са изпълнени следните мерки (глава 12 от [4][5]), свързани със СХО:

- Подобряване на процедурата за изпитание на защитната обвивка;
- Квалифициране на кабелните проходки и планиране на подмяната им;
- Инсталиране на филтрираща вентилация;
- Разработване и внедряване на система за радиационен мониторинг при тежки аварии.

6.3.1.2 Експлоатационни средства

Организационните и технически средства при радиоактивни изхвърляния след загуба на целостта на херметичната конструкция на 5 и 6 блок се обхващат от Аварийния план на

АЕЦ „Козлодуй”. Това включва работата на оперативния персонал на БЩУ по СОАИ и РУТА едновременно с координираните действия по външния за централата Национален аварийен план [72].

Външните сили и средства, които се привличат в помощ на “АЕЦ Козлодуй” ЕАД са определени в Националния аварийен план за провеждане на спасителни и неотложни аварийно-възстановителни работи при възникване на бедствия, аварии и катастрофи.

6.3.2 Управление на авария след оголване на горната част на горивото в басейните за отлежаване на отработеното ядрено гориво

6.3.2.1 Управление на водорода

Блокове 3 и 4

Мерки за управление на водорода при дългосрочно съхранение на ОЯГ в БОК (повече от 4 години след изваждането на горивото от реактора и ниското му ниво на енергоотделяне), не са предвидени в проекта.

Блокове 5 и 6

БОК на 5 и 6 блок е разположен в обема на херметичната конструкция. Водорода, който би се генерирал при предполагаема повреда, ще се разпространи в обема на херметичната конструкция и ще бъде рекомбиниран от пасивните автокаталитични рекомбинатори.

ХОГ

Според оценката направена при пълна загуба на външно електрозахранване и загуба на аварийно електрозахранване, е възможно акумулиране на водород вследствие на изключването на вентилационните системи, но минимален дебит на въздуха $17,5 \text{ m}^3/\text{h}$ е достатъчен да се осигури концентрацията на водород над повърхността на басейните да не превишава 0,4 % обемни [22].

6.3.2.2 Осигуряване на адекватна защита срещу радиация

Блокове 3 и 4

Изпълнението на Защитните мерки, предвидени в Аварийния план, виж т.6.1.3.1.4. на [25], осигурява адекватна защита срещу радиация.

Анализите от земетресения, наводнения, комбинация от надпроектни наводнения и земетресения, загуба на електрозахранване и загуба на крайния погълтител на топлина не показват загуби на КСК, в това число и на вентилационните системи.

Блокове 5 и 6

Радиоактивните вещества които биха се изпуснали при авария в БОК, ще се задържат в херметичната конструкция.

ХОГ

Изпълнението на Защитните мерки, предвидени в Аварийния план, виж т.6.1.3.1.4. на [25], осигурява адекватна защита срещу радиация.

6.3.2.3 Ограничаване на изхвърлянията след сериозна повреда на горивото в басейните за отлежаване на отработено ядрено гориво

Блокове 3 и 4

Анализите от стрес тестовете по обособените позиции показват, че са хипотетично възможни само частични, механични, а не сериозни повреди на горивото в БОК.

БОК е разположен в централна зала, извън бокса на ПГ и следователно, при хипотетична, повреда на горивото в БОК се стига до сравнително неблагоприятни последици по отношение на радиоактивните изхвърляния. Връзката на централна зала (при разрушаването и) с околната среда е причина голямата част от изхвърлянията на

радиоактивни вещества по време на аварията да става с байпасиране на контейнмънта. Това обезсмисля стратегиите за поддържане на подналягане в БОКС на ПГ.

Блокове 5 и 6

Радиоактивните вещества които биха се изпуснали при авария в БОК ще се задържат в херметичната конструкция, когато блока е в състояние на затворена херметична конструкция.

В аварийната инструкция третираща ИС (изходни събития) в БОК са предвидени действия за извеждане на персонала от херметичната конструкция и затваряне на херметичната конструкция, ако аварията се случи в състояние на блока, когато е отворена.

ХОГ

При изпразване на отсек за съхраняване на гориво, изхвърлянията на аерозоли и радиоактивни благородни газове не могат да бъдат ограничени, т.к. за предотвратяване на повредата на топлоотделящите елементи са необходими условия за ефективна естествена циркулация на въздуха през отсека [22], [110].

6.3.2.4 КИП, необходими за следене на състоянието на горивото в БОК и за управление на аварията

Блокове 3 и 4

Блокове 3 и 4 разполагат със следните системи:

- Система за мониторинг на радиационната обстановка над БОК.
- Система за мониторинг на температурата и нивото на водата в БОК.
- Система за мониторинг на протечки.
- Аварията не оказва влияние на КИП.

Блокове 5 и 6

КИП, необходими за следене на състоянието на горивото в БОК, са разположени на БЩУ. При понижаване на нивото в басейните до контролна граница издават звукова и светлинна сигнализация.

ХОГ

ХОГ разполага със следните системи:

- Система за мониторинг на радиационната обстановка над отсеците за съхранение на горивото и сградата на ХОГ.
- Система за мониторинг на температурата и нивото на водата в отсеците.
- Система за мониторинг на протечки.

6.3.2.5 Достъпност и обитаемост на БЩУ

Блокове 3 и 4

Достъпността и обитаемостта на БЩУ не се ограничават при тази авария.

Блокове 5 и 6

Достъпността и обитаемостта на БЩУ не се ограничават при аварии в БОК.

ХОГ

При напълно осушаване на отсеците на басейна щита за управление в ХОГ е недостъпен [22].

6.3.3 Управление на радиоактивните изхвърляния от сухото хранилище за отработено ядрено гориво

Надпроектни аварии като земетресение и наводнение не водят до изхвърляне на радиоактивни вещества или до намаляване на защитното екраниране, осигурявано от контейнерите в СХОГ [30].

6.3.4 Мерките, които могат да бъдат предвидени за подобряване на възможността за ограничаване на изхвърлянето на радиоактивни вещества

Блокове 3 и 4

Анализите от стрес тестовете показват големи запаси по безопасност на блокове 3 и 4.

Блокове 5 и 6

Инсталиране на допълнителни водородни рекомбинатори в обема на херметичната конструкция.

Инсталиране на измерителни канали за наблюдение и оценка на концентрацията на водни пари и кислород в обема на херметичната конструкция.

Реализиране на проекта по затваряне на каналите на йонизационните камери, разположени в стените на шахтата на корпуса на реактора, откъдето се предполага че би могла да бъде байпасирана херметичната конструкция при тежка авария.

ХОГ

По отношение на ХОГ, не се предлагат мерки за увеличаване на устойчивостта.

СХОГ

Надпроектни аварии като земетресение и наводнение не водят до изхвърляне на радиоактивни вещества в околната среда [30].

6.4 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представената информация относно управлението на тежки аварии в АЕЦ „Козлодуй“ показва, че следните цели и задачи са изпълнени:

- поддържа се постоянна аварийна готовност на персонала;
- регламентираны са действията за управление на аварията, възстановяване на контрола върху съоръжението, обекта или дейността, включително при комбинация от авария и други извънредни ситуации, като взрив, пожар, наводнение, земетресение и ограничаване на последствията от нея;
- дефинирани са необходимите мерки, за защита на персонала, обществото и околната среда, насочени към предотвратяване на сериозните детерминистични ефекти и намаляване на риска от стохастични ефекти до разумно достижим минимум.

Приети са процедури и инструкции за делегиране на отговорност, ефективна комуникация с националните и местни структури, както и за осигуряване на техническа помощ извън площадката на АЕЦ „Козлодуй“.

В резултат от анализа на съществуващите технически и експлоатационни средства за защита на целостта на херметичната обвивка, както и на тези за ограничаване изхвърлянето на радиоактивни вещества извън херметичната зона, може да се заключи, че те са ефективни. Като допълнение, могат да бъдат предвидени следните подобрения:

- инсталиране на допълнителни водородни рекомбинатори в обема на херметичната конструкция;
- инсталиране на измерителни канали за наблюдение и оценка на концентрацията на водни пари и кислород в обема на херметичната конструкция;

В заключение, организацията за аварийно планиране, възможностите на централата да действа в аварийни условия, както и действащите оперативни и технически мерки потвърждават готовността на АЕЦ „Козлодуй“ за управление на тежки аварии [150].

Независимо от горното заключение и с оглед подобряване на устойчивостта на блока при протичането на тежки аварии и мониторинга на параметри в корпуса на реактора, в процес на реализиране са коригиращи мерки идентифицирани при проекта, свързан с разработването на РУТА за 5 и 6 блокове [145] и потвърдени по време периодичния преглед на безопасността на блоковете през 2008:

- инсталиране на широко температурен датчик за наблюдение на температурата на корпуса на реактора, с оглед обезпечаването на информация необходима за предприемането на действия в РУТА;
- реализиране на проект за затваряне на каналите на йонизационните камери, разположени в стените на шахтата на корпуса на реактора, откъдето се предполага, че би могла да бъде байпасирана херметичната конструкция при тежка авария.

От периодичния преглед на безопасността, който беше проведен през 2008 година бяха идентифицирани от лицензианта следните мерки за повишаване на ядрената безопасност, които са в процес на изпълнение:

- въвеждане в действие на ръководствата за управление на тежки аварии, съгласно разработената програма.
- въвеждане в действие на симптомно-ориентираните аварийни инструкции за спрян реактор с плътен I контур и спрян реактор с разуплътнен I контур;
- актуализиране, верификация и въвеждане в действие на ръководствата за управление на тежки аварии, с отчитане на извършените подобрения;

АЯР потвърждава необходимостта от изпълнение на предложените от лицензианта коригиращи мерки и счита за необходимо във връзка с възможната комбинация на събитията земетресение и наводнение с последваща загуба на електрозахранване и краен поглътител, да бъдат извършени допълнително следните коригиращи дейности:

- актуализиране на вътрешния и външен аварийни планове с отчитане на следните аспекти:
 - затруднен достъп до РЦУ на 5 и 6 блокове;
 - възможно осушаване на отсеците на басейна за съхранение на горивото в ХОГ с последващо повишаване на мощността на дозата до нивата за намеса;
 - осигуряване на алтернативни трасета за евакуация, транспорт на необходимите горива и материали към централата, и достъпа на оперативния персонал.
- изграждане на нов ЦУА, извън площадката на АЕЦ;
- проучаване на възможностите за локализиране на стопилката в случай на тежка авария.

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

- [1] Декларация на ENSREG от 13 Май 2011
- [2] “Post-Fukushima Stress-Tests of European Nuclear Power Plants – Content and Format of Complementary Safety Assessment Report”, 17.07.2011г.
- [3] Обобщен доклад за проведените в АЕЦ Козлодуй “стрес тестове”, Октомври 2011
- [4] 35.ОБ.00.ТОБ.01/2 – „Актуализирана техническа обосновка на безопасността”, АЕЦ “Козлодуй”, Блок 5.
- [5] 36.ОБ.00.ТОБ.01/2 – „Актуализирана техническа обосновка на безопасността”, АЕЦ “Козлодуй”, Блок 6.
- [6] Лицензия за експлоатация на първи енергоблок на АЕЦ „Козлодуй“ Серия “Е”, № 03492/18.10.2010 г., със срок на валидност до 17.10.2015 г.
- [7] Лицензия за експлоатация на втори енергоблок на АЕЦ „Козлодуй“ Серия “Е”, № 03493/18.10.2010 г., със срок на валидност до 17.10.2015г.
- [8] Лицензия за експлоатация на трети енергоблок на АЕЦ „Козлодуй“ серия Е регистрационен No 03723/ 20.05.2011 г.; валиден до 20.05.2014 г.
- [9] Лицензия за експлоатация на четвърти енергоблок на АЕЦ „Козлодуй“ серия Е регистрационен No 0008-000629/26.02.2003 г.; подновен 27.12.2006 г.
- [10] Лицензия за експлоатация на пети енергоблок на АЕЦ „Козлодуй“ серия Е регистрационен No 03000/02.10.2009 г.
- [11] Лицензия за експлоатация на шести енергиен блок на АЕЦ „Козлодуй” серия Е регистрационен No 03001/02.10.2009 г.
- [12] Лицензия за експлоатация на хранилище за отработено ядрено гориво на АЕЦ „Козлодуй“ серия Е регистрационен No 01032/24.06.2004 г.
- [13] Актуализирана техническа обосновка на безопасността за 3 блок, 2004
- [14] Актуализирана техническа обосновка на безопасността за 4 блок, 2004
- [15] РД.ТР-01В/М1, Технологичен регламент за експлоатация на III блок на АЕЦ „Козлодуй“
- [16] РД.ТР-01Г/М1, Технологичен регламент за експлоатация на IV блок на АЕЦ „Козлодуй
- [17] Технически доклад за изпълнението на програмата за модернизация на 1-4 блок PRG’97 за периода 1998-2002, Ноември 2002 г.
- [18] 35.ТО.ТХ40.ПЦ.42\0 Процедура за аварийно подпитаване на парогенераторите от 5ТХ 40D01
- [19] 36.ТО.ТХ40.ПЦ.42\1 Процедура за аварийно подпитаване на парогенераторите от 6ТХ 40D01
- [20] 30.ЕЧ.АВР.ИЕ.04\5 „Инструкция по експлоатация на АБ и ЩПТ
- [21] 35.РО.УС.АИ.01/6 „Инструкция за ликвидиране на нарушенията на нормалната експлоатация и аварията в РУ”
- [22] РЕА ХОГ – ТОБ. Техническа обосновка на безопасността на Хранилище за отработило гориво, Том 1÷4. Редакция 2. София, Декември 2003г. /2004г.
- [23] ХОГ.Р.02/3, Технологичен регламент на хранилището за отработено гориво на АЕЦ „Козлодуй”

- [24] ХОГ.ИЕ.38/0 „Инструкция за експлоатация на дизел-генератор МГВ-2-200”
- [25] УБ.АГ.ПЛ.001/04, Аварийен план на „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД и приложения към него
- [26] ХОГ.ПФИ.12/0 „Процедура за подсъединяване, пуск и натоварване на мобилния дизел-генератор (МДГ) към комплектно разпределителна уредба 6/0.4 кV - ХОГ ”
- [27] 30.ДГ.DG.ИЕ.26/0 ”Инструкция по експлоатация на МДГ”
- [28] ХОГ.ПФИ.11/0 „Процедура за функционални изпитания на устройства за непрекъсваемо хранване тип UPS в цех ХОГ на АЕЦ „Козлодуй””
- [29] DNR 109483 Редакция 1, „Технически проект на ХССОЯГ”
- [30] DNR 108988 Редакция 4, „Междинен отчет за анализ на безопасността ХССОЯГ”
- [31] РИД-252, Редакция 1, Вероятностен анализ на безопасността, ниво 1 за блокове 3 и 4 на АЕЦ “Козлодуй”, 2003г
- [32] РИ/Д-336, вер. 1, Вероятностен анализ на безопасността – Ниво 2 на блокове 3 и 4 на АЕЦ „Козлодуй”; ВАБ-2, 2005г.
- [33] РИД-642, Редакция 2, Актуализация на вероятностен анализ на безопасността, ниво 1 за блокове 5 и 6 на АЕЦ “Козлодуй”, 2010г.
- [34] EQEB-10730-R-01, Анализ и оценка на безопасността на операциите в съществуващото хранилище за отработено ядрено гориво (ХОГ) свързани с проекта за сух ХОГ (СХОГ), 2008
- [35] DNR 109483 Редакция 1, „Технически проект на ХССОЯГ”
- [36] DNR 108988 Редакция 4, „Междинен отчет за анализ на безопасността ХССОЯГ”
- [37] Safety Series No.50-SG-S1 (rev.1) “Earthquake and associated topics in relation to nuclear power plant siting”
- [38] Safety Series No.50-SG-D15 “Seismic Design and Qualification for NPP”, заменен от Series No NS-G-1.6 Seismic Design and Qualification for Nuclear Power Plants Safety Guide, IAEA, 2003.
- [39] IAEA Safety Standards Series No. SSG-9 „Seismic Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations”, 2010
- [40] Наредба за осигуряване на безопасността на ядрените централи, ПМС № 172/19 юли 2004 г
- [41] REL-880-FR-01-0 „Обособена позиция 1. Земетресение”, Окончателен доклад
- [42] ДП.ИО.ИН.013/03, Инструкция за осигуряване необходимите запаси от гориво и масло за продължителен режим на работа на аварийните източници на електрозахранване в ”АЕЦ Козлодуй” ЕАД.
- [43] П.ИО.СТРЕС-01.2011, Програма за проверка на готовността на КСК за управление и минимизиране на последствията от надпроектни аварии за състояние “Е” на блокове 3 и 4 на АЕЦ „КОЗЛОДУЙ”, 2011
- [44] Series № 50-SG-012: Periodic Safety Review of Operational Nuclear Power Plants, A Safety Guide, Safety, 1994
- [45] Наредба № 3 на КИАЕМЦ за осигуряване безопасността на атомните централи при проектиране, изграждане и експлоатация., 1988 г., заменена с Наредба за осигуряване на безопасността на ядрените централи, ПМС № 172/19 юли 2004 г.
- [46] Общие положения обеспечения безопасности атомных станций при проектировании, сооружении и эксплуатации ОПБ-82

- [47] Общие положения обеспечения безопасности атомных станций ОПБ-88/97 (ПНАЭ Г-01-011-97)
- [48] Safety Series No. 50-SG-D1: Safety Functions and Component Classification for BWR, PWR and PTR (1979).
- [49] Норм проектирования сейсмостойких атомных станций, ПНАЭ Г-5-006-87 ; Москва, 1987
- [50] EQEB-0256-R02; изд.2, Методика за обосноваване якостта и устойчивостта на стелажите на ОЯГ в БОК при МРЗ
- [51] О.ИО-92/0/29.06.2007, Анализ на постулираните изходни събития за блок -3 в състояние „Е“ съгласно наредбата за управление на ОЯГ , БОК-3,4 т.3.1
- [52] О.ИО-77/0/27.08.2007, Анализ на възможността за използване на линия за охлаждане на калпака на реактора за аварийна подхранване на БОК
- [53] Наредба за осигуряване безопасността при управление на отработено ядрено гориво, ПМС № 196 от 2.08.2004 г.
- [54] EQEB-0256-R03, Технически доклад: Обосноваване якостта и устойчивостта на стелажите на ОЯГ в БОК при МРЗ
- [55] АИ.НЕ-17В/М1 - Аварийна инструкция за регламентиране дейността на оперативния персонал за преодоляване на аварийни състояния на БОК-В, по време на дълготрайно съхранение на ОЯГ;
- [56] АИ.НЕ-17Г/М1 - Аварийна инструкция за регламентиране дейността на оперативния персонал за преодоляване на аварийни състояния на БОК-Г, по време на дълготрайно съхранение на ОЯГ;
- [57] ДП.ЕД.ПР.096, „Инструкция за обмен и разпространение на експлоатационен опит”
- [58] Технически доклад - Обследване на стоманобетонна конструкция за вентилационни комини към СК-1, 2 и 3 при АЕЦ „Козлодуй, Том 1÷5, Енергопроект, 1999 г.
- [59] Анализ на възможността за използване на линия за охлаждане на калпака на реактора за аварийна подпитка на БОК, О.ИО-77/0/27.08.2007
- [60] REL-880-FR-02-1 Обособена позиция 2. Земетресение и наводнение. Окончателен доклад
- [61] DTR-ENPR-1102, Технически отчет по обособена позиция 5. Анализ на последствията при загуба на функции на безопасност при всяко ИС на площадката
- [62] РД.ТР-01В, Технологичен Регламент за експлоатация на 3 блок на АЕЦ “Козлодуй”, 2006
- [63] РД.ТР-01Г, Технологичен Регламент за експлоатация на 4 блок на АЕЦ “Козлодуй”, 2006
- [64] МК-DST-AEE-0017, Мярка 23121, Състояние на документацията за квалификация на оборудването на блокове 5 и 6 на АЕЦ “Козлодуй”, Заключение отчет
- [65] МК-DST-FGER-0005 Мярка 23111, ”Класифициране на оборудването и системите на 5 и 6 блок по безопасност, сеизмика и качество”
- [66] МК-DCO-KNPP-0187 Мярка 19121 „Подобряване на сеизмичната устойчивост на носещите конструкции”
- [67] МК-DCO-KNPP-0107 Мярка 19121 „Проучване на сеизмоустойчивостта на сградите при сеизмичност на площадката 0.2g”
- [68] 30.ОУ.00.СПН.08/0, Списък на квалифицираното оборудване (Оборудване, необходимо за безопасно спиране) на 5, 6 ЕБ.

- [69] Технически отчет за Обосновка на мероприятията за квалифициране на оборудването, което не е квалифицирано. Окончателен списък на оборудването, което не е квалифицирано, №05/2008 г.
- [70] НП-031-01, Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций. Москва, 2001
- [71] РИ/ДИ-216 рев.1, Система за сеизмичен мониторинг и контрол на блок 6 на АЕЦ „Козлодуй“. План за действие на персонала при земетресение. Дефиниране на актуални критерии за превишение на ПЗ, септември 2002
- [72] ДОД.АГ.ПЛ.781, Национален план за защита при бедствия. Част III. Външен аварийен план на АЕЦ „Козлодуй“
- [73] 30.ОБ.00.АИ.05/0, План за действие на персонала по време на и след земетресение.
- [74] 35.ОБ.00.АИ.15/1, Аварийна инструкция за действие на Дежурния на атомен енергоблок при земетресение.
- [75] 35.ОБ.00.САП.02/0, Събитийна аварийна процедура за действие на Дежурния на атомен енергоблок при земетресение, Идентификационен, гр. Козлодуй, 2011 г
- [76] Акт за изпълнение на програма No 11.30.ЕЧ.00.АПР.980
- [77] 35.АСУ.АЗ.ИЕ.73/7, Инструкция по експлоатация на апаратурата за аварийна и предупредителна защита на реактора,
- [78] 30.ОУ.ОК.ИК.43/1, Инструкция по качество. Програма за надзор на оборудването на блокове 5 и 6
- [79] 11.30.ЕЧ.00.РП.5583/0, Програма за проверка техническото състояние на КСК, предназначени за осигуряване на електрозахранване на ЕП-2 от ЕЕС, Идентификационен
- [80] 11.35.ЕЧ.АВР20.АПР.921, Акт за изпълнение на програма, Тестване на времето за разполагаемост от АБ чрез 5EA20 чрез разряд с реален товар при режим на пълно обезточване (без дизел-генератор 5GW)
- [81] ДОД.ЕД.ПМ.894/01, Работна програма за преглед и оценка на готовността на АЕЦ “Козлодуй” ЕАД за управление и намаляване на последствията от надпроектни аварии, външни и вътрешни въздействия
- [82] ДОД.ЕД.ПМ.894/01, Предварителен отчет за изпълнение на Работна програма за преглед и оценка на готовността на АЕЦ „Козлодуй“ ЕАД за управление и намаляване последствията от надпроектни аварии, външни и вътрешни въздействия
- [83] NGPS4/2004/bg/0102, Мярка 21121 Рев. В, Провеждане на анализ на последствията от вътрешно наводнение. Изследване
- [84] “Изследвания и дейности за повишаване на сигурността на площадката на АЕЦ-Козлодуй” от “Енергопроект”-София, 1992г
- [85] „Анализ и оценка на въздействието на евентуален взрив на бензин, възникнал във ведомствената бензиностанция на АЕЦ, върху съседни обекти и съоръжения на територията на АЕЦ Козлодуй“ 09.2008
- [86] REL-880-IR-09-2, Обособена позиция 3. Външни наводнения. Оценка на запасите на централата при външно наводнение
- [87] DTR-ENPR-0784, Предварителен отчет за обосновка на безопасността: Алтернативна система за подхранване на ПГ при пълна загуба на променливотокови източници, ЕНПРО КОНСУЛТ ООД, 18 март, 2008
- [88] ДОД.УК.НК.01, Наръчник за управление на качеството в АЕЦ "Козлодуй"
- [89] ДОД.АЕЦ.ПОД.014 - Правилник за устройството и дейността на АЕЦ "Козлодуй".

- [90] Закон за безопасно използване на ядрената енергия, Обн; ДВ, бр. 63 от 28.06.2002г., изм. и доп., бр. 80 от 12.10.2010г.
- [91] 30.ОУ.00.СПН.02, Списък на конструкции, системи и компоненти на 5 и 6 блок, класифицирани по безопасност, сеизмика и качество.
- [92] РД. ОК-10, Инструкция по качеството. Програма за технически надзор на оборудването на блокове 1-4.
- [93] 30.ОУ.ОК.ИК.43, Инструкция по качеството. Програма за технически надзор на оборудването на блокове 5 и 6.
- [94] П.ИО-24В,Г, Програма за осигуряване на ресурса на 3 и 4 блок на АЕЦ „Козлодуй”
- [95] 30.ОУ.00.АД.58, Програма за управление на ресурса на V и VI блок на АЕЦ „Козлодуй”
- [96] 08.30.ОС.СПН.4, Списък на важни за безопасността системи и компоненти, подлежащи на ремонт и техническо обслужване на 5 и 6 блок.
- [97] Наредба за аварийно планиране и аварийна готовност при ядрена и радиационна авария. Приета с ПМС №189 от 30.07.2004г. обн. , ДВ, бр. 71 от 13.08.2004г.
- [98] 36.ОБ.00.СОАИ.355, ВФЗ-3.1- Недостатъчно охлаждане на активната зона.
- [99] 36.ОБ.00.СОАИ.355, ВФЗ-2.1, Загуба на охлаждане на активната зона.
- [100] Проект ДИ-203 “Сеизмична квалификация на оборудването и тръбопроводи в ХОГ”. Част 2, Том 4 „Сеизмична квалификация на МТО (Машинно-технологично оборудване) от система KV01”
- [101] ХОГ.ТР.13 „Укрепване и подмяна на оборудване, тръбопроводи и арматура в ХОГ във връзка с проект ДИ-320-8_СК и МТ
- [102] МААЕ ТЕСДОС 1347: Отчитане на външни събития при проектирането на ядрени съоръжения, различни от ядрени електроцентрали, с ударение върху земетресенията,
- [103] Определяне на хидроложките и хидравлични характеристики на река Дунав, свързани с проектирането, изграждането и експлоатацията на АЕЦ "Белене, Риск Инженеринг АД и ЦНИП при УАСГ, Юни 2010
- [104] ХОГ.АИ.01 – Инструкция по ликвидиране на аварии в хранилището за отработило гориво на АЕЦ „Козлодуй
- [105] ПРИЛОЖЕНИЕ 26 на Аварийния план, Процедура подсъединяване, пускане и натоварване на мобилния дизел-генератор.
- [106] 11.50.ХОГ.СП.19 - Списък на КСК за осигуряване на електрозахранване на потребителите в ХОГ от автономни източници на захранване I и II категория
- [107] 11.50.ХОГ.СП.20 - Списък на КСК, предназначени за управление и намаляване на последствията от надпроектна авария в ХОГ.
- [108] 11.50.ХОГ.СП.21 - Списък на КСК, предназначени за мониторинг или за защита на ХОГ от вътрешни въздействия
- [109] 11.50.ХОГ.СП.22 - Списък на КСК, предназначени за мониторинг или за защита на ХОГ от външни въздействия
- [110] Расчетное исследование и анализы гипотетической аварии, 1994, Научно-производственная фирма „РИСПО”
- [111] ДОД.ОУ.ИК.714./02 Оперативни взаимоотношения в АЕЦ „Козлодуй” ЕАД.
- [112] Приложение 4.1.1-1 СТРУКТУРА НА ОРГАНИЗАЦИЯТА ЗА АВАРИЙНО РЕАГИРАНЕ В АЕЦ “КОЗЛОДУЙ” към Аварийен план на „АЕЦ Козлодуй” ЕАД.

- [113] УАК.АГ.ПЛ.109 - План за медицинско осигуряване при авария в АЕЦ Козлодуй.
- [114] УС.ТК.ИН.012 - Инструкция за действие на дежурен монтьор в УАТЦ за оповестяване на длъжностните лица, абонати на Радио- комуникационната система за аварийно планиране.
- [115] ДБК.АГ.ИН.284 - Инструкция за действие на пост РК-1 - Специалист по прогнози на радиационните последствия и защитните мерки.
- [116] ДОД.АГ.ИН.204 - Инструкция за работата на групата за анализи и прогнози.
- [117] ДОД.АГ.ИН.200 - Инструкция за оценка на последствията от авария на реактор, базирана на аварийните условия на блока.
- [118] ДОД.АГ.ИН.697 - Инструкция за действие на Команда-1 и група ГАП при различни аварийни състояния.
- [119] ДОД.АГ.ИН.206 - Инструкция за защитни мерки на персонала и населението.
- [120] УБ.АГ.ИН.027 - Инструкция за действие на пост РК-2 Оператор - дозиметрист АИСВРК и СММ.
- [121] ДБК.АГ.ИН.299 - Инструкция на пост РК-6 и РК-7 от Аварийния план на АЕЦ Козлодуй за мониторинг на околната среда при радиационна авария.
- [122] ДБК.АГ.ПР.306 - Процедура за действие на длъжности РК-3,4 и 5 Мониторинг на промишлената площадка.УБ.РЗ.ПР.101 - Процедура за дейностите по осигуряване на санитарно -пропусниковия режим в центъра за управление на аварията при аварийни условия.
- [123] ДБК.ОК.СПН.446 - Списък на действащата документация в отдел АГ, У-е Б
- [124] ХТС.АП.ИН.001, Аварийен план за действие, при аварийни ситуации по съществуващите ХТС за техническо водоснабдяване на АЕЦ „Козлодуй”.
- [125] Приложение 4.1.2.1-1 към Аварийен план на „АЕЦ Козлодуй” ЕАД, Структурата и отговорностите на Групата за ръководство.
- [126] Приложение 6.9-1 към Аварийен план на „АЕЦ Козлодуй” ЕАД, Схема на взаимодействие с органите на държавното управление, местната администрация и местното самоуправление при авария в “АЕЦ Козлодуй” ЕАД
- [127] Приложение 6.11-1 към Аварийен план на „АЕЦ Козлодуй” ЕАД, Общ времеви график за провеждане на аварийните мероприятия.
- [128] ХТС.ЕД.ИН.009, Инструкция за експлоатация, мониторинг и контрол на изградените ХТС за техническо водоснабдяване на АЕЦ ”Козлодуй”
- [129] УС.ТК.ИН.103, Инструкция за стартиране на оповестителен процес чрез системата за оповестяване на АЕЦ "Козлодуй"
- [130] УР.АГ.ПЛ.075, План за действие на отдел "Автотранспорт" при аварийна ситуация в АЕЦ "Козлодуй"
- [131] IAEA-TECDOC-1341 Extreme external events in the design and assessment of nuclear power plants, Viena, 2003
- [132] ДОД.КД.ПВ.050 - Правила за осигуряване на качеството. Контрол на измененията в проекта
- [133] ХОГ.ИК.06 – Инструкция за провеждане на ФИ на системи и съоръжения в ХОГ
- [134] УС.ТК.ИН.103, Инструкция за стартиране на оповестителен процес чрез системата за оповестяване на АЕЦ "Козлодуй"
- [135] Техничко-икономическо проучване за изграждане на нова ядрена мощност с използване оборудването, доставено за АЕЦ “Белене”, том 1, ЕНЕРГОПРОЕКТ ЕАД, 2001

- [136] Съставяне на хидрологичен модел за определяне на максималното ниво Инженерно - хидроложки изследвания за максималния отток и максимални водни нива за р. Дунав при площадката на централата.
- [137] ОСТ - 885, ОТЧЕТ от „Провеждане на „Стрес тестове”, като целенасочена преоценка на запасите по безопасност на съоръженията на „АЕЦ Козлодуй” ЕАД при природни събития, които водят до тежка авария”, съгласно Техническо задание № 11.МП.ТЗ.153 в част Обособена позиция №4 „Екстремни външни въздействия” София, септември
- [138] НАРЕДБА № 3 от 21 юли 2004 г. за основните положения за проектиране на конструкциите на строежите и за въздействията върху тях (обн., ДВ, бр. 92 от 2004 г.; попр., бр. 98 от 2004 г.; изм. и доп., бр. 33 от 2005 г.)
- [139] 0216-D-05/0/10.08.1994, Антисеизмично укрепване на строителната конструкция на хранилище за отработено гориво. Архитектурна част. Работен проект
- [140] DC N66/0/10.01.1997, Повишаване устойчивостта на стоманените колони и покривните ферми при екстремално ветрово и снегово натоварване. Работен проект. Част строителни конструкции
- [141] 35.ЕЧ.GZ.ПЦ.08/0 „Процедура за възстановяване на захранване на потребители III категория 5 блок от общоблочен дизелгенератор 5GZ ”
- [142] 36.ЕЧ.GZ.ПЦ.08/3 „Процедура за възстановяване на захранване на потребители III категория 5 блок от общоблочен дизелгенератор 6GZ ”
- [143] 0.ИО.63.2011, Оценка на времето за подгриване на водата БОК-3 и БОК-4 при загуба на системите за охлаждане и на необходимия разход на подхранваща вода осигуряващ алтернативно разхлаждане на БОК
- [144] ДП.ИО.ИН.013/03 Инструкция за осигуряване необходимите запаси от гориво и масло за продължителен режим на работа на аварийните източници на електрозахранване в ”АЕЦ Козлодуй” ЕАД
- [145] PHARE Project BG 01.10.01, Phenomena investigation and development of SAMG
- [146] ЛК.29-ТО - УЧЕБЕН КУРС ЗА СПЕЦИАЛИЗИРАНО ОБУЧЕНИЕ УПРАВЛЕНИЕ НА ТЕЖКИ ЯДРЕНИ АВАРИИ
- [147] БАН-57.4 - Анализ на поведението на бл. 5,6 на АЕЦ при тежки аварии и оценка на генерирането на водород с отчитане на новата конструкция на горивните касети. / ЕТАП-3. Извършване на анализ на чувствителност за касетите с по-голямо количество генериран водород.
- [148] МК-DST-АЕЕ-0023, Анализ на безопасността на АЕЦ в режими, за които е възможно образуването на критична маса
- [149] АЕЦ КОЗЛОДУЙ Блок 5 с ВВЕР-1000/В320, ДОКЛАД ЗА ОЦЕНКА НА БЕЗОПАСНОСТТА, B.R. Sehgal et al., 2005.
- [150] IAEA, Safety of Nuclear Power Plants: Commissioning and Operation, IAEA Specific Safety Requirements, No. SSR-2/2, 2011”.

СПИСЪК НА СЪКРАЩЕНИЯТА

АЕЦ	Атомна Електроцентрала
АЯР	Агенция за ядрено регулиране
БОК	Басейн за отлежаване на касетите
БПС	Брегова Помпена Станция
БРУ-А	Бързодействаща Редукционна Устройство за изпускане на пара в Атмосферата
БСГ	Басейн за съхраняване на гориво
БЩУ	Блочен Щит за Управление
ВАБ	Вероятностен анализ на безопасността
ВВЕР	Водно-Воден Енергиен Реактор
ГДАЕЦ	Главен Дежурен АЕЦ
ДГС	Дизел генераторна станция
ДСАПП	Допълнителна Система Аварийно Подхранване на Парогенератора
ЕБ	Енергоблок
ЕЕС	Електроенергийна Система
КИП	Контролно-измерителни прибори
КИП и А	Контролно Измервателни Прибори и Автоматика
КСК	Конструкции, системи и компоненти
МААЕ	Международна агенция за атомна енергия
МВН	Максимално водно ниво
МДГ	Мобилен дизелгенератор
МРЗ	Максимално Разчетно земетресение
ОРУ	Открита Разпределителна Уредба
ОЯГ	Отработило ядрено гориво
ПГ	Парогенератор
ПЗ	Проектно Земетресение
ПК	Предпазни Клапани

РЩУ	Резервен щит за управление
РУТА	Ръководство за Управление на Тежки Аварии
САОЗ	Система за Аварийно Охлаждане на Зоната
САП ПГ	Системата за аварийна подхранване на парогенераторите
СК	Специален корпус
СОАИ	Симптомно-ориентирани аварийни инструкции
СХО	Система херметична обвивка
СХОГ	Сухо хранилище за отработено (ядрено) гориво
ТОБ	Техническа обосновка на безопасността
ХОГ	Хранилище за отработило гориво