

Technická správa

Predprevádzková bezpečnostná správa

Kapitola 04.03 Zemetrasenie

Stavba: Dostavba 3. a 4. blok JE Mochovce, stavenisko: Jadrová časť

Construction: 3&4 Unit NPP Mochovce Completion, site: Nuclear Island

Stavebník: Slovenské elektrárne, a.s., Bratislava, 3. a 4. blok JE Mochovce

Constructor: Slovenské elektrárne, a.s., Bratislava, 3&4 Unit NPP Mochovce

SE Rev	Date / Dátum	LC	IS	Supervision Outcome / Stav schválenia	Supervised by / Overil	Checked by / Kontroloval	Approved by / Schválil
				Language / Jazyk	S	Safety Class / Bezpečnostná trieda	N
				Submitted to Client to / Predložené odberateľovi na:	Approval / Schválenie	x	Information Only / Len na informáciu
				The SE a.s. approval refers to the contract clauses only. All design responsibilities are charged to the Contractor / Schválenie SE a.s. sa vzťahuje iba na zmluvné náležitosti. Za vypracovanie projektu nesie dodávateľ plnú zodpovednosť.			
EPS No / Číslo EPS: PNM34360053		Revision index / Index revízie: 07		Size / Veľkosť	Activity Code / Aktivita	Type / Subtype Typ / Podtyp	Discipline / Profesia
File name / Názov súboru:		SE doc. Code / SE číslo dokumentu: PNM34361010		A4	6.01	RS	Z
 * P N M 3 4 3 6 1 0 1 0 0 7 *				Sheet / List	Of / z	Plant System / Systém elektrárne	Component / Komponent
				1	37		

SE Contract No. / Číslo zmluvy SE: 4600003952				VUJE Contract No. / číslo zmluvy VUJE: 1719/00/09			
Part name / Označenie časti: PNM3436101007_S_C00_V				Issued on / Vydané dňa: 19.06.2019			
Kód citlivosti ¹⁾ / Sensitivity code ¹⁾	3	Name / Meno	Organization / Organizácia	Dept. / Útvar	Date / Dátum	Signature / Podpis	
Author / Vypracoval:			• VUJE, a.s.	• 0520	• 19.06.2019		
Co-author / Spolupracoval:			•	•	•		
Checked by / Kontroloval:			• VUJE, a.s.	• 0230	• 19.06.2019		
			•	•	•		
			•	•	•		
			•	•	•		
Verified by / Overil:			• VUJE, a.s.	• 0720	• 19.06.2019		
Approved by / Schválil:			• VUJE, a.s.	• 1703	• 19.06.2019		

Tento dokument je vlastníctvom Slovenských elektrární, a.s.. Tento dokument, ako aj informácie z neho, môžu byť použité, kopírované, rozmnožované alebo zverejňované iba so súhlasom Slovenských elektrární, a.s.. Uvedené riešenie je obchodným tajomstvom VUJE, a.s..

This document is property of Slovenské elektrárne, a.s. This document as well as information it contains can only be used, copied, reproduced or published with consent of Slovenské elektrárne, a.s. The solution presented is trade secret of VUJE, a.s.

Revision record / Záznam o revízii

Identification / Identifikácia (part/page/chapter/ member/section) (časť/strana/kapitola/ článok/odstavce)	Brief description of modification / Stručná charakteristika úpravy (description of modification and manner of implementation) (popis úpravy a spôsobu zapracovanie)	Reason of modification / Dôvod úpravy (author company, number of comments or other stimulation, name of author, comment document No.) (firma autora a číslo pripomienky, resp. iný podnet, meno autora, č. dokumentu pripomienok)
• Celý dokument	• Zapracovanie pripomienok ÚJD podľa Aarhuského výboru	• V súlade s dokumentom PNM34482979
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•

List of document part

Zoznam častí dokumentu

Por. č. No.	Názov dokumentu Document name	Ev. č. súboru časti dokumentu / File ref. No. of document part	Číslo revízie / Revision No.
1.	• Kapitola 04.03 Zemetrasenie	• PNM3436101007_S_C00_V	• 07
2.	• Kapitola 04.03 Zemetrasenie	• PNM3436101007_S_C01_V	• 07
3.	•	•	•
4.	•	•	•
5.	•	•	•
6.	•	•	•
7.	•	•	•
8.	•	•	•
9.	•	•	•
10.	•	•	•
11.	•	•	•

OBSAH

OBSAH	4
ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ.....	5
4.3 Seizmicita	7
4.3.1 Požiadavky na hodnotenie seizmického rizika	8
4.3.2 Seizmické hodnotenie lokality	11
4.3.3 Projektové parametre seizmických pohybov podlažia MO34.....	17
4.3.3.1 Požiadavky na projektové zemetrasenie a maximálne výpočtové zemetrasenie	17
4.3.3.2 Projektové hodnoty seizmických pohybov podlažia MO34	18
4.3.3.3 Požiadavky na projektové hodnoty seizmických pohybov na úrovni terénu MO34	20
4.3.4 Projektové spektrá odozvy a akcelerogramy.....	20
4.3.4.1 Postup tvorby akcelerogramov	20
4.3.4.2 Zostavenie časového priebehu.....	21
4.3.4.3 Akceptačné kritéria	23
4.3.5 Udržiavanie bloku v bezpečnom stave po seizmickej udalosti.....	26
4.3.5.1 Seizmická udalosť	26
4.3.5.2 Seizmické kategórie a požiadavky na funkčnosť	26
4.3.5.3 Postulované zemetrasenie	27
4.3.5.4 Postup pre dosiahnutie bezpečných podmienok po seizmickej udalosti.....	29
4.3.6 Zoznam seizmicky odolných stavebných objektov, konštrukcií, systémov a komponent (KSK)	30
4.3.7 Postup hodnotenia seizmickej odolnosti stavebných objektov SO a KSK	30
4.3.7.1 Výsledky hodnotenia seizmickej odolnosti KSK	31
4.3.7.1.1 Kontrola vykonávacích projektov zo seizmického hľadiska.....	31
4.3.7.1.2 Akceptovateľnosť zo seizmického hľadiska.....	31
4.3.7.1.3 Overenie správnosti výpočtov.....	31
4.3.7.1.4 Interakcie seizmicky odolných KSK zaradených do SK 1a a 1b	32
4.3.7.1.5 Porealizačné inšpekcie	32
4.3.8 Konceptia seizmického monitorovacieho systému	33
LITERATÚRA	34
ZOZNAM OBRÁZKOV.....	36
ZOZNAM TABULIEK	37

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ

AO	Automatická ochrana
AS RTP	Automatizovaný systém riadenia technologických procesov
AZ	Aktívna zóna
B&F	Bleed and Feed
BD	Bloková dozorňa
ČK	Čistý kondenzát
DE	Design Earthquake - Projektové zemetrasenie
DG	Dieselgenerátor
DPS	Dielčí prevádzkový súbor
EOPs	predpisy pre núdzové stavy
ESFAS	Systém zaistenia bezpečnosti
GRS	Ground Response Spectrum - spektrum odozvy na úrovni terénu
HCC	Hlavné cirkulačné čerpadlo
HCLPF	High Confidence Low Probability of Failure - hraničná hodnota seizmickej odolnosti v existujúcom stave
HP	Hermetická priechodka
HRK	Havarijné regulačné kazety
HSCHZ	Havarijné systémy chladenia aktívnej zóny
HUA	Hlavná uzatváracia armatúra
HVB	Hlavný výrobný blok
HZ	Hermetická zóna
HS	Havarijné situácie
I.O.	Primárny okruh
II.O.	Sekundárny okruh
JE	Jadrová elektráreň
JZ	Jadrové zariadenie
KO	Kompenzátor objemu
KSK	Komponenty, systémy a konštrukcie
KZ	Kontrolné zemetrasenie
MO34	3. a 4. blok Elektráreň Mochovce
MDE	Maximum Design Earthquake - Maximálne výpočtové zemetrasenie
MPH	Maximálna projektová havária
MSK	Medveďov - Spönheur - Kárník
MVZ	Maximálne výpočtové zemetrasenie
ND	Núdzová dozorňa
NEP	Pravdepodobnosť neprevýšenia
NPP	Normálne prevádzkové podmienky
OTP	Obslužný technologický personál
OV	Ovládací ventil
PG	Parogenerátor
PGA	Peak Ground Acceleration - špičkové zrýchlenie na úrovni terénu
PIU	Postulovaná inicializačná udalosť

PS	Prevádzkový súbor
PSA	Probabilistic Safety Analysis - pravdepodobnostná bezpečnostná analýza
PSD	Power Spectra Density - hustota spektra
P - SEWS	Piping Seismic Evaluation Work Sheet - zoznam seizmicky odolných potrubí
PV	Poistný ventil
PZ	Projektové zemetrasenie
RČA	Rýchločinná armatúra
RHR	Odvod zvyškového tepla reaktora
RLE	Review Level of Earthquake - Maximálne výpočtové zemetrasenie
RS	Response Spectrum - spektrum odozvy
SA	Spectral Acceleration - spektrálne zrýchlenie
SFP	Spent Fuel Pool - bazén vyhoretého paliva
SHZ	Stabilné hasiace zariadenie
SHN	Superhavarijné napájanie
SK	Seizmická kategória
SKR	Systém kontroly riadenia
SL-1	Seismic Level 1 - 1. úroveň seizmicity
SL-2	Seismic Level 2 - 2. úroveň seizmicity
SO	Stavebný objekt
SR	Slovenská republika
SSE	Safe Shutdown Earthquake - Maximálne výpočtové zemetrasenie
SSEL	Seismic Shutdown Equipment List - zoznam zariadení pre odstavenie reaktora
SSP	Safe Shutdown Path - cesta bezpečného odstavenia
STD	Sprievodná technická dokumentácia
SU	Seizmická udalosť
TNR	Tlaková nádoba reaktora
ÚP	Úvodný projekt
UPS	Uninterruptible Power Supply - zdroj neprerušovaného napájania
VZ	Vybrané zariadenie
ZoD	Zmluva o dielo
ZN	Zaistené napájanie

4.3 Seizmicita

Predmet kapitoly PpBS 4.3 je definovaný v ÚJD SR BNS I.1.2/2014 [II.15] a je hlavne zameraný na vyhodnotenie seizmického rizika pre JE MO34.

Základné pojmy

Projektové zemetrasenie (SL-1)

Je to najväčšie zemetrasenie, ktoré sa môže vyskytnúť v lokalite danej JE v priebehu jej technického života. Pre toto zemetrasenie sa v niektorých prípadoch používa označenie DE - Design Earthquake, čomu v americkej terminológii odpovedá OBE - Operating Basis Earthquake. Pravdepodobnosť výskytu PZ (SL-1) sa uvažuje jedenkrát za 475 rokov (s minimálne 84% pravdepodobnosťou neprevýšenia), obvykle sa hodnota SL-1 volí ako polovica hodnoty SL-2.

Pre MO34 je seizmická úroveň SL-1 definovaná nasledovne:

Maximálna amplitúda zrýchlenia na úrovni terénu v horizontálnom smere PGAH	0,075 g
Maximálna amplitúda zrýchlenia na úrovni terénu vo vertikálnom smere PGAH	0,050 g
Ekvivalentná makro seizmická hodnota MSK-64 podľa normy ISO 6258	6,5
Periódna návratu: 475 rokov	

Maximálne výpočtové zemetrasenie (SL-2)

Najväčšie zemetrasenie, ktoré sa môže potenciálne vyskytnúť v lokalite danej JE. Pre toto zemetrasenie sa v niektorých prípadoch používa označenie MDE - Maximum Design Earthquake, čomu v americkej terminológii odpovedá SSE - Safe Shutdown Earthquake. Pravdepodobnosť výskytu MVZ (SL-2) je jedenkrát za 10^4 rokov (s minimálne 84% pravdepodobnosťou neprevýšenia). V súlade s návodmi IAEA sa požaduje voliť SL-2 so špičkovým zrýchlením v úrovni terénu minimálne 0,10g.

Pre MO34 je seizmická úroveň SL-2 definovaná nasledovne:

Maximálna amplitúda zrýchlenia na úrovni terénu v horizontálnom smere PGAH	0,15 g
Maximálna amplitúda zrýchlenia na úrovni terénu vo vertikálnom smere PGAH	0,10 g
Ekvivalentná makro seizmická hodnota MSK-64 podľa normy ISO 6258	7,5 (8)
Periódna návratu: 10.000 rokov	

Seizmické spektrum odozvy (RS)

Funkčná závislosť odozvy oscilátorov na kinematické budenie daným akcelerogramom v určitom mieste a smere, pričom frekvencia vlastných kmitov a útlm oscilátorov tvorí určitú postupnosť. Pod pojmom spektrum odozvy sa v tomto dokumente uvažuje spektrum odozvy absolútneho zrýchlenia.

Útlm

Útlm je miera disipácie (rozptylu) energie vo vibrujúcom telese v dôsledku hysterézií, trenia, rázov, posuvu väzieb a pod.

Merný útlm

Je pomer koeficientu útlmu ku kritickému útlmu.

Špičkové zrýchlenie v úrovni terénu (PGA)

Maximálna hodnota zrýchlenia, ktorú je možné odčítať z akceleroqramu; najvyššie zrýchlenie v úrovni terénu, ktoré je zemetrasenie schopné vygenerovať v danej lokalite.

Zrýchlenie v úrovni terénu

Zrýchlenia na zemskom povrchu, ktoré vytvárajú seizmické vlny typicky uvádzané v jednotkách g ($m \cdot s^{-2}$); gravitačné zrýchlenie na povrchu zeme.

Hustota spektrálneho výkonu

Je indikátor distribúcie výkonu (energie) budenia ako aj funkcia frekvencie. Môže byť počítaná z Furierových amplitúd zrýchlenia z časového priebehu v celom časovom intervale budiaceho pohybu.

Časový priebeh

Predstavuje seizmický pohyb (na zemi, konštrukcii alebo zariadení) vyjadrený ako funkcia času a zrýchlenia (rýchlosti alebo premiestenia).

Pravdepodobnosť neprevýšenia (NEP)

Pravdepodobnosť, ktorá stanovuje hladinu pohybu v úrovni terénu pre zemetrasenie, ktoré nebude v lokalite prekročené v definovanej časovej perióde.

Riziková krivka (RIM - krivka)

Reprezentuje odhad frekvencie, kedy nevznikne udalosť, (pre definovaný časový interval) pre rôzne úrovne charakteristických medzí prírodných fenoménov (napr. špičkové zrýchlenie v úrovni terénu, ktoré charakterizuje otrasy pôdy vyvolané zemetrasením). Ako sledovaná časová perióda sa často berie jeden rok a potom sa tento odhad nazýva ročná frekvencia, kedy nevznikne udalosť.

Pohyb na voľnom poli

Predstavuje seizmický pohyb zeme meraný na povrchu pôdy alebo skaly, ktorý nie je modifikovaný prítomnosťou stavebných objektov alebo stavebných konštrukcií.

Projektové spektrum odozvy

Je vyhladené spektrum odozvy vstupného pohybu (budenia) vo voľnom poli, ktoré môže byť použité pre potreby návrhu alebo hodnotenia (stavebných konštrukcií a zariadení).

Projektový zemský pohyb (budenie)

Predstavuje inžinierske vyjadrenie potenciálu deštruktívnej sily zemetrasenia v sledovanej lokalite, ktoré má dostatočne nízku pravdepodobnosť prekročenia za dobu životnosti elektrárne. Projektový zemský pohyb je reprezentovaný spektrom odozvy alebo časovým priebehom a využíva sa pre potreby seizmickej kvalifikácie špecifických konštrukcií, systémov a komponentov.

4.3.1 Požiadavky na hodnotenie seizmického rizika

Požiadavky na seizmické hodnotenie lokality - kritéria pre posúdenie geologických a seizmických podmienok pri výbere umiestňovania JE a určenie pôdneho vibračného pohybu vyvolaného zemetrasením sú špecifikované v dokumente IAEA [II.3]. Tento dokument uvádza, že pre hodnotenie možnosti umiestnenia JE v danej lokalite je nutné brať do úvahy, ale neobmedziť sa na to, účinky vonkajších udalostí, ktoré sa môžu v danej lokalite vyskytnúť, a ktoré môžu byť prírodného charakteru alebo sú vyvolané ľudskou činnosťou. Geografia a geológia lokality JE MO34 vrátane zahrnutia do kapitoly 4.3.2 nižšie, ktorá sa vzťahuje k seizmicko-tektonickému modelu (STM) je popísaná v PpBS - Kapitola 04.01 [III.4].

Požiadavky na projektové zemetrasenie a maximálne výpočtové zemetrasenie sú definované v kap. 4.3.3.1 tohto dokumentu. Hodnoty seizmických pohybov podložia MO34 a seizmických pohybov na úrovni terénu sú v kapitole 4.3.3.2 a 4.3.3.3.

Požiadavky na seizmické hodnotenie stavebných objektov – na SO, resp. stavebné konštrukcie, ktoré sú zaradené do seizmických kategórií SK1 a SK2a [I.1] sú kladené požiadavky nasledovne:

- stavebné konštrukcie súvisiace s bezpečnosťou JE musia byť navrhnuté, zrealizované a skúšané podľa noriem akosti, ktoré zodpovedajú dôležitosti zaistovanej bezpečnostnej funkcie,
- stavebné konštrukcie súvisiace s bezpečnosťou JE musia byť schopné odolať najväčším účinkom prírodných udalostí, ako sú vietor, tornáda, záplavy a zemetrasenie a príslušné kombinácie všetkých týchto zaťažení,
- stavebné konštrukcie súvisiace s bezpečnosťou JE musia byť správne chránené proti dynamickým účinkom, ktoré zahrňujú účinky vrhnutých predmetov (projektilov), švihom potrubí a výtoku kvapalín (technologických médií), ktoré môžu byť spôsobené zlyhaním zariadení a udalosťami vzniknutými vo vnútri bloku JE,
- stavebné konštrukcie súvisiace s bezpečnosťou JE môžu byť používané pre viac blokov, pokiaľ je preukázané, plnenie ich bezpečnostných funkcií nebude ovplyvnené.

Preukázanie splnenia požiadaviek stavebných objektov voči seizmickým udalostiam je uvedené v odsekoch 4.3.6 a 4.3.7 tohto dokumentu.

Požiadavky na seizmické hodnotenie systémov, zariadení a komponentov – Požiadavky na vyhodnotenie seizmickej odolnosti štruktúr, systémov a komponentov JE Mochovce sú uvedené v dokumente [I.1].

Dole uvedené všeobecné požiadavky sa vzťahujú k zariadeniu a komponentom bezpečnostných systémov, ktoré sú potrebné na bezpečné odstavenie elektrárne. Strojné a elektrické zariadenia, ktoré patria do systémov havarijného dochladzovania, lokalizácie havárií, chladenia aktívnej zóny a odvodu tepla z hermetickej zóny a z reaktora alebo systémy, ktoré zaisťujú iné významné funkcie pri zabráňovaní šírenia rádioaktívnych látok do okolitého prostredia. Všeobecné požiadavky sú nasledovné:

- Zariadenie kategorizované do SSEL musí zodpovedať príslušným normám kvality, ktoré sa vzťahujú k významnosti daného zariadenia a k plneniu jeho bezpečnostných funkcií;
- Zariadenie kategorizované do SSEL musí byť navrhnuté tak, aby bolo schopné odolať pôsobeniu prírodných udalostí ako je zemetrasenie,
- Zariadenie kategorizované do SSEL musí byť schopné odolať dynamickým účinkom spojených s účinkom vnútorne alebo externe vyvolaných letiacich fragmentov (projektilov), švihov potrubí a pádu ťažkých bremien,
- Zariadenie kategorizované do SSEL a jeho štruktúry musia byť overené a skúšané, osobitne je potrebné overovať ich funkciu prostredníctvom špecifických skúšok, ktoré majú za cieľ overiť rezistenciu voči vonkajším vplyvom (napr. seizmická udalosť, radiačné starnutie, tepelná odolnosť, EMC, atď.).

Preukázanie splnenia požiadaviek KSK voči seizmickým udalostiam je uvedené v odsekoch 4.3.6 a 4.3.7 tohto dokumentu.

Legislatívne požiadavky SR

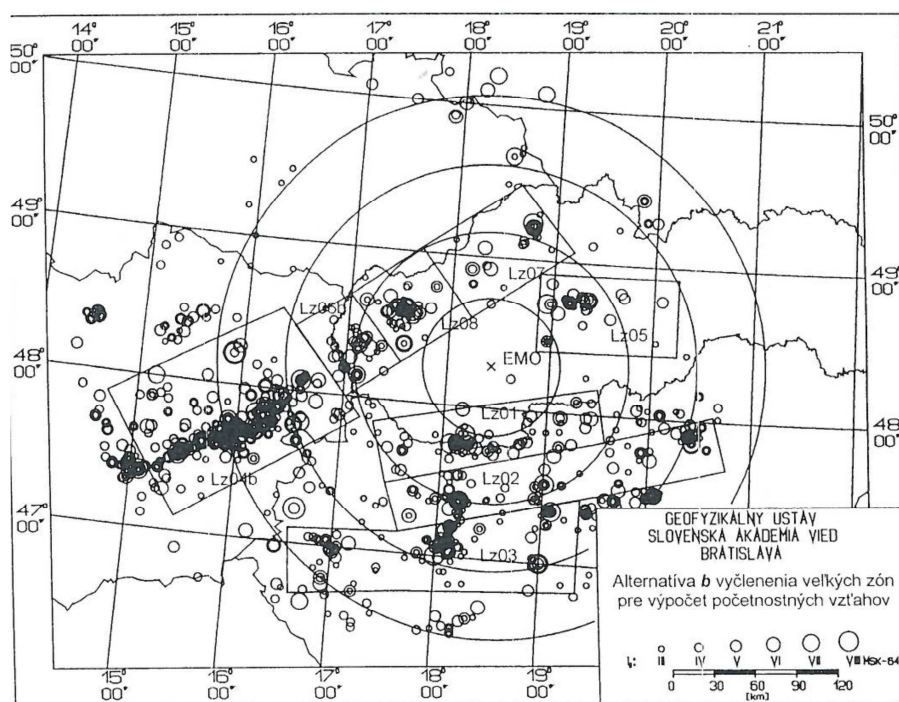
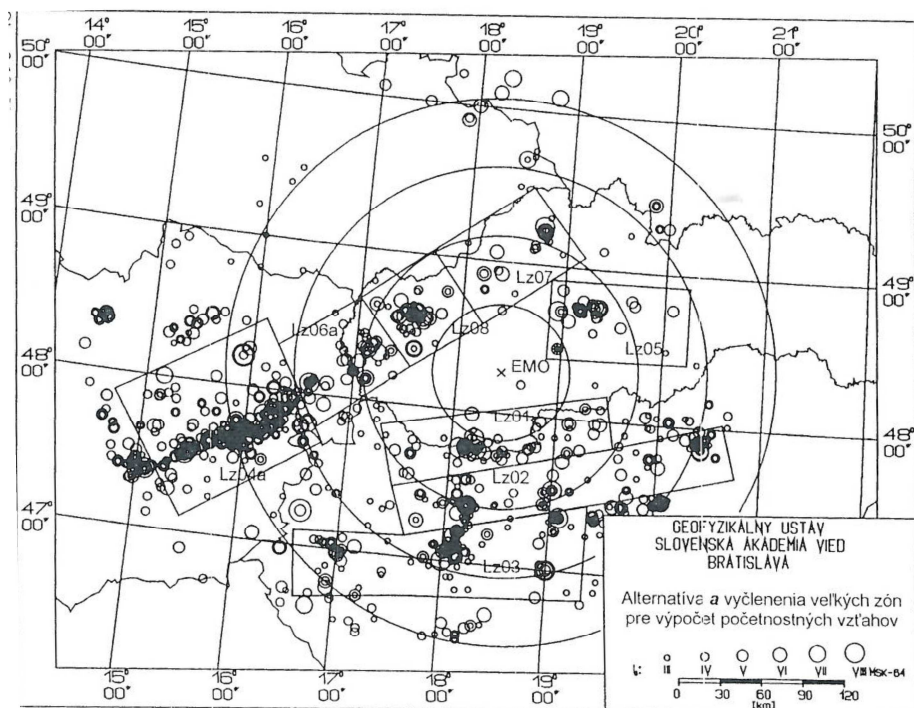
Požiadavky obsiahnuté v Prílohe č. 3 vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.16] a č. 430/2011 Z.z. [II.1]) a v dokumentácii medzinárodných agentúr [II.2], sú implementované a detailne popísané v dokumente „Požiadavky na hodnotenie seizmickej odolnosti konštrukcií, systémov a komponentov JE Mochovce 3. a 4. blok“ [I.1].

4.3.2 Seizmické hodnotenie lokality

V blízkom okolí a v okolí elektrárne sa vykonalo veľa meraní. Ich účelom bolo posúdiť geologický model, vrátane polôh dislokácií, tektonických zlomov a platní. Konkrétne v Komjatickej doline sa realizovali dva komplexné geofyzikálne profily. Interpretácia týchto geofyzikálnych meraní preukázala priestorovú orientáciu tektonických čiar v rámci sedimentárnej výplne Komjatickej doliny, čo umožnilo odhadnúť smer sedimentov podložia a poskytlo dôkaz o skrytých tektonických čiarach pod sedimentmi pliocénu a kvartéru. Údaje seizmického zobrazenia ďalej poslúžili na vyhotovenie modelu rýchlosti oblasti. Ďalšou dôležitou súčasťou geofyzikálnych prác boli merania v blízkosti lokality JE Mochovce. Preto sa realizovali gravimetrické, magnetometrické a čiarové geoelektrické merania oblasti (roviny). Gravimetrické a magnetometrické údaje umožnili podrobnú interpretáciu polohy podložia pod sedimentárnou výplňou a spresnili polohu, geometriu a hĺbkový dosah narušených oblastí. Tieto údaje sa veľmi podrobne overili geoelektrickými meraniami, mapovacími vrtmi a výkopmi. Jadrá sa tiež podrobili paleontologickému výskumu: realizovalo sa paleomagnetické datovanie vrtných jadier v celom profile vrtu. Ďalej sa v areáli JE Mochoviec realizovali magnetotelurické merania, cieľom ktorých bolo overiť si hrúbku vulkanického telesa a vlastností podložia. Získané údaje sa nakoniec interpretovali vždy konzervatívne. Najdôležitejšou interpretáciou v rámci posúdenia seizmicity v blízkosti areálu JE Mochovce bolo vypracovanie máp s oblasťami prerušenia dislokácií, kde sa uvádzali periódy aktívnych zlomov a definovalo sa priestorové rozloženie zlomov. Skupina dislokácií prerušujúca sedimenty pliocénu má relatívne malé rozmery. Ich aktivita sa jednoznačne skončila, pretože sú pokryté sprašovými sedimentmi, ktoré nie sú v danej oblasti tektonicky namáhané. Vek spraší je možné odhadnúť na 72 tisíc rokov. Podľa údajov získaných z interpretácie seizmických profilov je možné priame podložie charakterizovať ako skalné podložie s rýchlosťou priečnej vlny asi 1200 m.s-1, ktorá postupne rastie s nárastom hĺbky a prítomnosťou vulkanitov a ich pred treťohorného podložia od hodnoty cca 2000 m.s-1 až po 4000 – 6000 m.s-1 v hĺbke asi 3000 m.

Seizmologická databáza pozostávala z nasledovných troch častí: 1. údaje o makroseizmicky pozorovaných zemetraseniach, 2. údaje o zemetraseniach zaznamenaných prístrojmi a 3. údaje o mikrozemetrasiach v neďalekej oblasti regiónu JE Mochovce zaznamenané prístrojmi. Hlavná časť databázy obsahovala údaje o zemetraseniach z minulosti. Podrobne sú popísané štyri hlavné zemetrasenia v slovenskej časti regiónu JE Mochovce – 5.6.1443 stredné Slovensko, 28.6.1763 Komárno, 15.1.1858 Žilina a 9.1.1906 Dobrá voda. Katalóg makroseizmicky pozorovaných zemetrasení v oblasti ďalej od JE Mochovce sa vytvoril spojením jednotlivých častí katalógov pre oblasti Slovenska, Maďarska, Rakúska, Českej republiky a Poľska, ktoré sú zahrnuté v oblasti ďalej od JE Mochovce [II.8], [II.12], [II.13] a [II.14].

Regionálny seizmotektonický model použitý v pravdepodobnostnej analýze seizmického ohrozenia zlúčil informácie pochádzajúce z geologicko-geofyzikálnych a seizmologických databáz. Ak zväžíme veľkú neistotu ohľadne lokality makroseizmicky pozorovaných zemetrasení, na definovanie seizmicity vo vzdialenom regióne sa použili iba areálne zdroje. Neistota v databázach viedla k definovaniu dvoch alternatívnych modelov stratifikácie zdrojov pre oblasť prepojenia Východných Álp a Západných Karpát vo vzdialenej oblasti. Obrázok 4.3.2-1 uvádza oba modely stratifikácie zdrojov. V prvej alternatíve rozdelenia do pásiem spadá oblasť Leitha spadá do Západných Karpát (do oblasti 06). Táto interpretácia sa zakladala na geologických údajoch. V druhej alternatíve rozdelenia do pásiem spadá oblasť Leitha spadá do Východných Álp (do oblasti 04). Táto alternatíva sa podporila aj zhľukovaním epicentier makroseizmicky pozorovaných zemetrasení (podľa Obrázok 4.3.2-1).



Obrázok 4.3.2-1 - Regionálne seizmotektonické modely prijaté pre JE Mochovec Hore: prvá alternatíva (región Leitha v oblasti 6); dole: druhá alternatíva (región Leitha v oblasti 4).

Zdrojové oblasti území sa priradili v rámci širšieho regiónu EMO porovnaním polohy epicentier zemetrasení z minulosti s tektonickými líniami. Takto sa vytvorilo osem oblastí, ktoré sa očíslovali od 01 po 08:

- Oblasť 01 zodpovedá línii Meliate v južnej časti pohoria Západných Karpát. Zemetrasenia sa vyskytovali

v rámci tejto oblasti hlavne v okolí Komárna. Zemetrasenia boli tiež v oblasti Štúrova a v oblasti Novohradského pohoria.

- Oblasť 02 zodpovedá časti maďarskej výšiny, ktorá sa nachádza západne od Budapešti medzi líniou Meliate a líniou Igal-Bukks, a tou časťou samotnej línie Igal-Bukks, ktorá sa nachádza východne od Budapešti. Zemetrasenia sa vyskytovali hlavne v oblasti Móru, Budapešti a Egeru.
- Oblasť 03 zodpovedá tej časti línie Igal-Bukks, ktorá sa nachádza západne od Budapešti. Zemetrasenia sa vyskytujú hlavne v oblasti Veszprému a južnej Budapešti.
- Oblasť 04 zodpovedá oblasti okolo dislokácie Mur-Murzska línie Penniny-Vahice. Zemetrasenia sa vyskytovali v celej tejto oblasti. Hoci geologické údaje preukazujú, že oblasť Leitha patrí do pohoria Západných Karpát, epicentrá zemetrasení tejto oblasti vytvárajú špeciálny útvar, ktorý je oddelený od najbližšieho zoskupenia epicentier v pohorí Západných Karpát, v rámci oblastí Perneku a Modry.
- Oblasť 05 zodpovedá severozápadnej časti línie Čertovica. Epicentrá zemetrasení na strednom Slovensku sa nachádzajú pozdĺž tejto línie.
- Oblasť 06 zodpovedá peri-karpatskej zlomovej línie (dislokácie Litava) línie Penniny-Vahice. Zemetrasenia sa vyskytovali v oblasti Perneku a v oblasti Modry.
- Oblasť 07 zodpovedá oblasti Považia až po Žilinu línie Penniny-Vahice. Zemetrasenia sa vyskytovali v oblasti Trenčianskych Teplíc a v oblasti Žiliny.
- Oblasť 08 zodpovedá oblasti Dobrá Voda línie Penniny-Vahice. Zemetrasenia sa vyskytovali v oblasti Dobrej Vody.

Ako minimálna veľkosť sa zvolila hodnota magnitúdy povrchovej vlny $M_s = 4,33$, čo zodpovedá okamžitej magnitúde $M = 5$.

Vzhľadom na nízky počet údajov sa maximálna magnitúda definovala spoločne pre skupinu zdrojových oblastí, ktoré patria do tej istej základnej geologicko-tektonickej jednotky, t.j. spoločne pre zdrojové oblasti v Západných Karpatoch (oblasti 05 – 08), pre oblasť Východných Álp (oblasť 04) a spoločne pre oblasti Panónskeho regiónu (oblasti 01 – 03).

Uvažovalo sa so štyrmi alternatívami definujúcimi maximálnu magnitúdu. Prvé dve alternatívy boli pridať 0,5 a 1,0 k pozorovanej maximálnej magnitúde. Použili sa magnitúdy, ktoré sa stanovili na základe hodnôt intenzít v epicentrách. Tieto magnitúdy zodpovedajú magnitúdam povrchovej vlny. V tretej alternatíve sa maximálne hodnoty magnitúd vypočítali z Gumbelovho asymptotického rozloženia mimoriadnych hodnôt typu III. Na rozdiel od prvých troch alternatív, štvrtá sa použila iba pre zdrojovú oblasť Dobrá Voda. V tomto prípade sa maximálna magnitúda vypočítala zo vzťahu medzi dĺžkami prasklín dislokácie a magnitúdou zemetrasenia odvodenou z celosvetových údajov. Toto bolo možné na základe modelovania zdrojovej oblasti Dobrá Voda ako systému dislokácií.

Okrem štvrtého prístupu sa všetky ostatné prístupy použili tiež na definovanie maximálnej magnitúdy pre pozadie. Kvôli špecifickému charakteru oblasti sa maximálna magnitúda definovala ako stredná hodnota všetkých hodnôt vypočítaných pre túto oblasť vo všetkých alternatívach.

Tabuľka 4.3.2-1 uvádza stredné hodnoty maximálnych magnitúd uvažovaných v jednotlivých alternatívach definovania maximálnej magnitúdy.

Sumárne vzťahy medzi magnitúdou a frekvenciou sa vypočítali pre každú zdrojovú oblasť použitím metódy maximálnej pravdepodobnosti pre hodnoty magnitúd povrchovej vlny. Zemetrasenia sa vybrali pre každú oblasť dvoma rozličnými spôsobmi. Použili sa buď zemetrasenia, ktoré mali epicentrá v danej definovanej zdrojovej oblasti (Obr. 4.3.2-1), alebo aby sa vzala do úvahy chyba lokality makroseizmicky pozorovaných zemetrasení, zahrnuli sa aj zemetrasenia z väčšieho regiónu okolo každej z oblastí. Gutenberg-Richterove b-hodnoty sa vypočítali buď z údajov jednotlivých zdrojových oblastí, alebo z kombinovaných údajov

zdrojových oblastí patriacich do tej istej geologicko-tektonickej jednotky (Západné Karpaty, Východné Alpy a Panónska oblasť). Neistota vo vzťahoch medzi magnitúdou a frekvenciou sa zahrnula použitím troch odhadov miery aktivity: stredná hodnota a plus a mínus jedna štandardná chyba. Týmto spôsobom sa získalo pre každú zdrojovú oblasť 12 rozličných vzťahov medzi magnitúdou a frekvenciou.

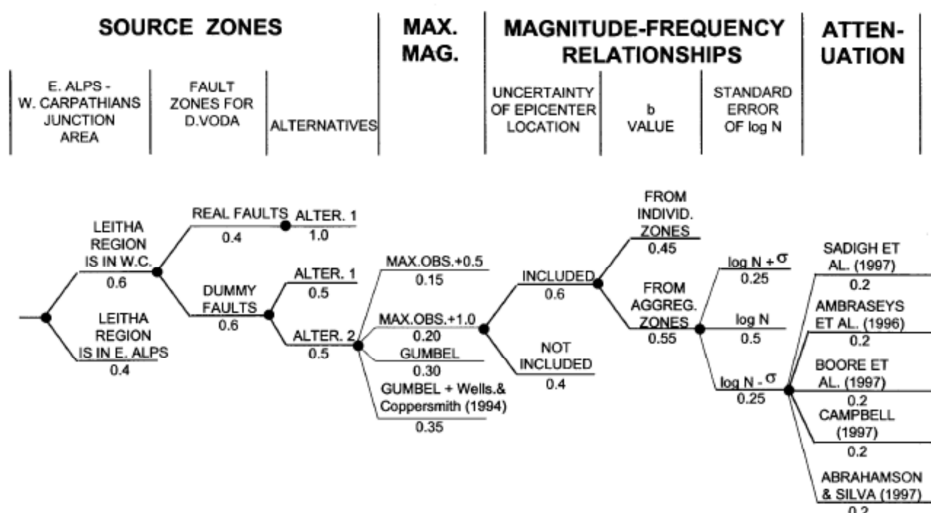
Source zones	1 st alternative	2 nd alternative	3 rd alternative	4 th alternative
in the Western Carpathians (except for Dobrá Voda)	6.3	6.8	6.2	as in the 3 rd alternative
in the Dobrá Voda source zone	as in the Western Carpathians	as in the Western Carpathians	as in the Western Carpathians	6.5/6.6*
in the Eastern Alps	5.9	6.4	5.8	as in the 3 rd alternative
in the Pannonian region	6.3	6.8	7.1	as in the 3 rd alternative
in the Background source zone	5.5	5.5	5.5	as in the 3 rd alternative

* The first value corresponds to the model of real faults, the other value to the models of distributed faults

Tabuľka 4.3.2-1 - Stredné hodnoty maximálnej magnitúdy priradené k zdrojovým oblastiam podľa štyroch alternatív stanovenia maximálnej magnitúdy

Keďže v tejto oblasti nebol žiaden záznam silného pohybu, vzťahy utlmenia makroseizmickej intenzity sa stanovili pre Západné Karpaty, kde sa nachádza areál EMO. Tieto vzťahy utlmenia intenzity sa porovnali so vzťahmi pre ostatné regióny, pre ktoré boli k dispozícii záznamy o silných pohyboch. Zistilo sa, že utlmenie intenzity v Západných Karpatoch je podobné utlmeniu intenzity v Kalifornii a na Balkáne. Na základe tohto porovnania sa zvolilo pre celkovo päť rozličných vzťahov utlmenia špičkové zrýchlenie na voľnom poli (PGA) a vzťahy utlmenia spektrálneho zrýchlenia vypracované pre tieto analogické oblasti. Štyri z nich sú zo západu Spojených štátov amerických. Použil sa piaty vypracovaný pre Európu, a to z dôvodu jeho podobnosti so vzťahmi utlmenia pre západ Spojených štátov amerických.

Aby bolo možné zahrnúť všetky alternatívne zostavy vstupných parametrov (neistotu poznávania) do výpočtov ohrozenia, zostavil sa logický strom. Pre zdrojové oblasti zemetrasení sa zadefinovalo 6 vetiev, 4 vetvy pre maximálnu magnitúdu, 12 vetiev pre vzťahy magnitúdy a frekvencie a 5 vetiev pre útlm. Celý logický strom má 1440 scenárov (Obr. 4.3.2-2). Odborným odhadom sa vyhodnotila pravdepodobnosť každej vetvy. Výpočet seizmického rizika pre každý scenár logického stromu sa vypracoval použitím počítačového programu SEISRISK III. Výsledky sa zobrazili ako séria kriviek seizmického ohrozenia predstavujúce strednú, 16 %, 50 % (medián), a 84 % úroveň dôveryhodnosti. Na obr. 4.3.2-3 sú krivky ohrozenia získané pre PGA.

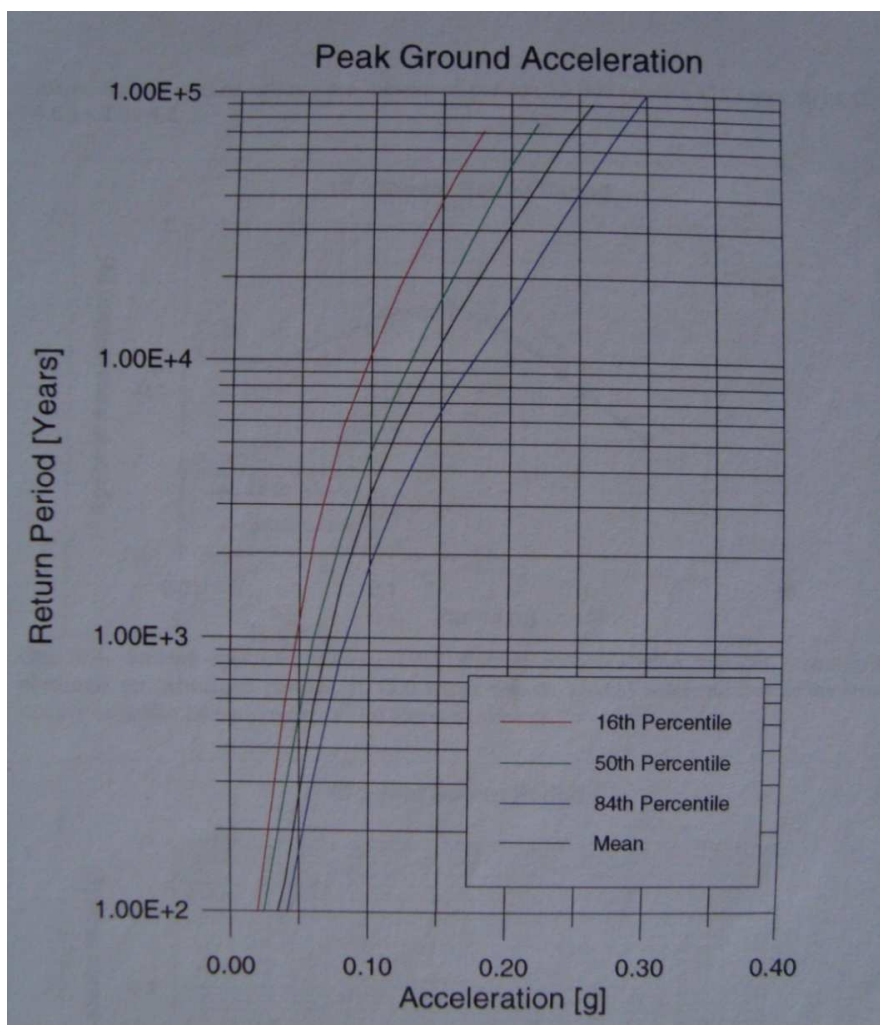


Obrázok 4.3.2-2 - Zjednodušený použitý logický strom pre výpočet pravdepodobného seizmického rizika areálu EMO

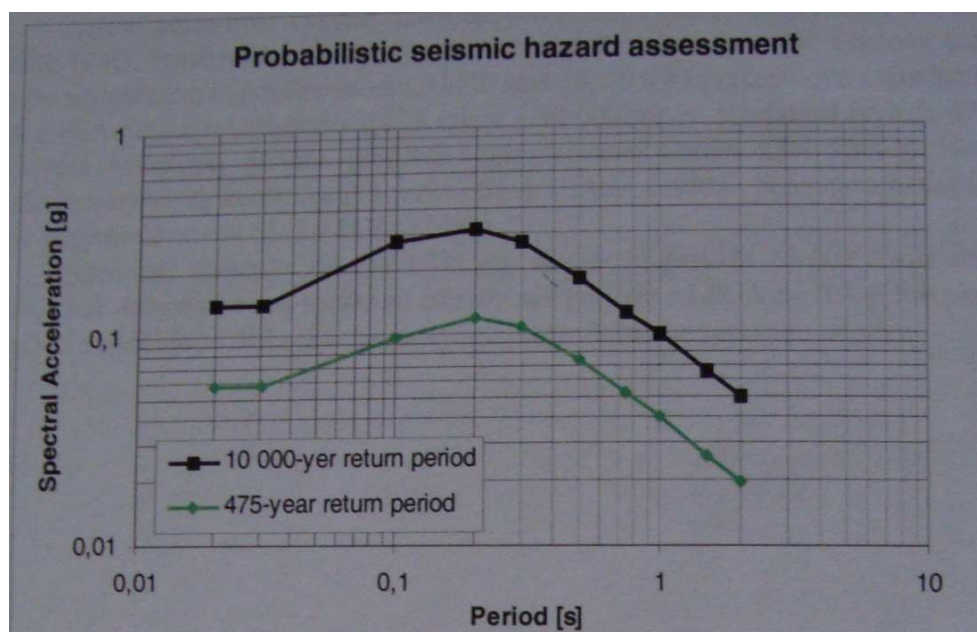
Krivky ohrozenia sa použili na odhad hodnôt PGA a spektrálneho zrýchlenia v prirodzených periódach od 0,1 s do 2 s pre návratovú periódu 10^4 rokov a pre všetky úrovne dôveryhodnosti. Zadefinovalo sa uniformné spektrum odozvy (UHS) ako stredné spektrum odozvy za návratovú periódu 10^4 rokov (obr. 4.3.3-4).

Hodnota horizontálneho PGA zo strednej krivky ohrozenia, zodpovedajúca výskytu zemetrasenia raz za 10^4 rokov, sa rovná 0,143g.

Hodnota horizontálneho PGA zo strednej krivky ohrozenia, zodpovedajúca výskytu zemetrasenia raz za 475 rokov, sa rovná 0,058g.



Obrázok 4.3.2-3 - Krivky rizika PGA pre 16-ty, 50-ty, 84-ty a stredný percentil z výpočtu logického stromu



Obrázok 4.3.2-4 - Horizontálne uniformné spektrum odozvy (UHS) pre návratovú periódu zemetrasenia 10^4 a 475 rokov

4.3.3 Projektové parametre seizmických pohybov podlažia MO34

Pôvodná projektová základňa stavebných objektov JE Mochovce 3 a 4 bola vyhodnotená v 1984 na základe štúdie EGP. Projektové spektrum odozvy bolo prevzaté z akceleroqramu nahratého v Nis pri zemetrasení v Rumunsku, ktoré sa vyskytlo v roku 1977 s $PGA = 0,06g$.

Hodnoty maximálneho výpočtového zemetrasenia (Review Level Earthquake =RLE) pre JE Mochovce 3a4 boli vyhodnotené na základe pravdepodobnostnej štúdie seizmického rizika Labák, 2003 [II.8].

Stredná hodnota PGA, ktorá zodpovedá úrovni SL-2 (s ročnou pravdepodobnosťou prevýšenia $1 \cdot 10^{-4}$, napr. perióda návratu zemetrasenia 10^4 rokov) je rovná $0,143g$. Na základe požiadavky slovenského Úradu jadrového dozoru po Labákovej štúdii z roku 2003, bola zvolená horizontálna PGA hodnota $0,15$ pre SL-2. Pravdepodobnostná štúdia z roku 2003 bola založená na vyčerpávajúcom geologickom, geofyzikálnom, seizmologickom a geotechnickom zhrnutí databázy, ktorá spájala informácie v mierkach regionálnych, takmer regionálnych, v blízkosti lokality a územia lokality. Hodnoty maximálneho výpočtového zemetrasenia boli použité na prehodnotenie existujúcich stavebných štruktúr EMO34 a pre projektovanie nových systémov a komponent elektrárne.

4.3.3.1 Požiadavky na projektové zemetrasenie a maximálne výpočtové zemetrasenie

Dokument [II.4] uvádza detailný návod pre odvodenie projektových parametrov seizmického pohybu na úrovni terénu v danej lokalite pre priebeh mediánovej hodnoty RS odpovedajúcich ročnej pravdepodobnosti neprevýšenia 10^{-5} (ročná perióda návratu).

Pre každú JE umiestnenú v seizmickej oblasti sa zhodnocujú dve úrovne seizmického ohrozenia (viď. literatúra [II.5]) Podľa postupov uvedených v [II.5] tieto dve úrovne ohrozenia poskytujú projektové podklady pre stanovenie SL-1 (PZ) a SL-2 (MVZ) v závislosti od zvolenej cieľovej úrovne pravdepodobnosti (ročnej perióde návratu) pre projekt JE.

Vo všeobecnosti sa akceptuje aby SL-2 odpovedala úrovni majúcej pravdepodobnosť vzniku, ktorá prekračuje rozsah stredných hodnôt od $1 \cdot 10^{-3}$ po $1 \cdot 10^{-4}$ alebo od $1 \cdot 10^{-4}$ po $1 \cdot 10^{-5}$ pre mediánové hodnoty. SL-1 odpovedá úrovni vzniku, kde stredná pravdepodobnosť prekračuje $1 \cdot 10^{-2}$ za reaktor - rok.

Z pohľadu projektu elektrárne odpovedá SL-2 najprísnejším bezpečnostným požiadavkám. Zatiaľ čo SL-1 predstavuje menšie viac pravdepodobné zemetrasenie, ktorého dôsledky majú rozdielne dopady v koncepte bezpečnosti.

SL-1 je použitá pre výpočet kombinácií zaťaženia (keď sa z pravdepodobnostných dôvodov kombinujú ostatné udalosti so zemetrasením malej intenzity). Na SL-1 sa zvyčajne nijako neviažu požiadavky z hľadiska bezpečnosti vzhľadom na jej nízku úroveň seizmického rizika, ale vzťahuje sa iba na prevádzkové požiadavky.

Bezpečnostne významné prvky, sú konštruované s ohľadom na SL-2 alebo SL-1 podľa ich bezpečnostnej funkcie (zvyčajne sa uvažuje SL-2) a podľa prevádzkových podmienok a podmienok pre udelenie povolenia.

Bez ohľadu na úroveň seizmického rizika sa uvažuje pri návrhu bezpečnostne významných (vybraných) zariadení hocijakej elektrárne základná úroveň seizmicity (intenzity zemetrasenia) podľa SL-2. Minimálna úroveň odpovedá špičkovému zrýchleniu $0,1g$ (nulová perióda projektového spektra odozvy) uvažovanom vo voľnom poli. Unifikované spektrum odpovedajúce danej lokalite sa viaže na príslušnú hodnotou špičkového zrýchlenia v úrovni terénu (PGA).

Seizmické vstupné pohyby sú zvyčajne definované vo voľnom poli, a to buď na povrchu pôdy alebo skalnom podloží [II.5]. Seizmický pohyb môže byť definovaný vzťahmi pre spektrálne zrýchlenie, rýchlosť alebo posuv, ako funkcia frekvencie pohybu podložia.

4.3.3.2 Projektové hodnoty seizmických pohybov podložia MO34

Hodnoty seizmického pohybu pre EMO sú prevzaté zo špecifickej štúdie „Pravdepodobnostná analýza seizmického nebezpečenstva pre JE EMO“ [II.8] posudzovanej IAEA v roku 2003 [II.4].

Stredná hodnota PGA odpovedajúca úrovni SL-2 (s frekvenciou prekročenia 1×10^{-4}) korešponduje s hodnotou 0,143g. Na základe odporúčenia ÚJD SR bola vybraná stredná hodnota PGA pre SL-2 ako 0,15g. Tvar spektra bol vytvorený na základe výsledkov štúdie PSHA [II.8] a z citlivostnej analýzy [II.9] a odpovedá 84% NEP, s 5% útlmom. Parametre seizmického pohybu podložia pre SL-2 odpovedajú požiadavkám uvedeným v časti 3 a odkazoch [II.2], [II.5] a [II.6]:

- Stredná hodnota PGA odpovedá ročnej frekvencii prevýšenia 10^{-4} ,
- Tvar spektra 84% NEP (medián + 1 Sigma) je odvodený na základe výsledkov [II.8] a [II.9],
- Vertikálna zložka je 2/3 horizontálnej, $PGA_{\text{vert}} = 0,10g$.

Parametre projektových hodnôt seizmického pohybu v úrovni terénu pre SL-2 odpovedajú požiadavkám uvedeným v Tabuľke 4.3.2.2.3-2 a v odkazoch [II.2], [II.5] a [II.6]:

- Stredná hodnota PGA = 0,075g odpovedá prekročeniu ročnej frekvencie prevýšenia 10^{-3} ,
- Tvar spektra 84% NEP (medián + 1 Sigma) je odvodený na základe výsledkov [II.8] a [II.9],
- Vertikálna zložka je 2/3 horizontálnej, $PGA_{\text{vert}} = 0,05g$.

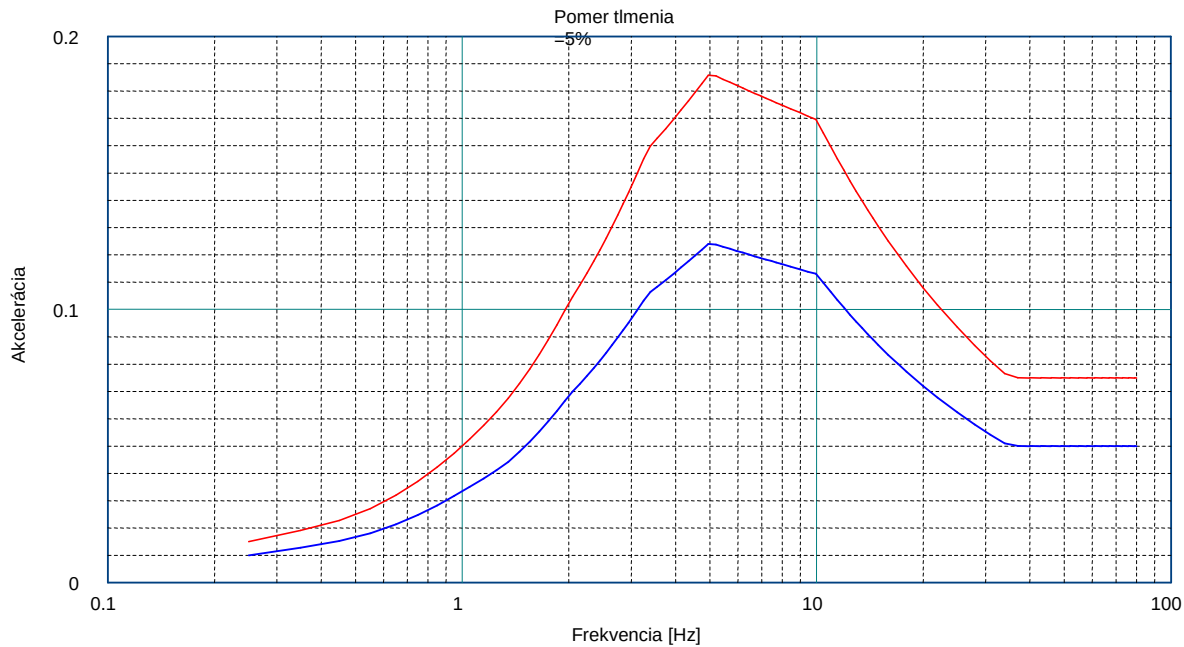
Projektové seizmické spektrum pre SL-1, 5% útlm pre horizontálne a vertikálne zložky sú uvedené v Tabuľke 4.3.3.2-1 a na Obrázku 4.3.3.2-1.

Projektové seizmické spektrum pre SL-2, 5% útlm pre horizontálne a vertikálne zložky sú uvedené v Tabuľke 4.3.3.2-2 a na Obrázku 4.3.3.2-2.

Tabuľka 4.3.3-1- SL-1, 5% tlmené GRS (spektrum odozvy na úrovni terénu)

Frekvencia [Hz]	SL-1 Horizontálne [g]	SL-1 Vertikálne [g]
0,5	0,025	0,017
0,67	0,033	0,022
1	0,050	0,033
1,33	0,066	0,044
2	0,102	0,068
3,33	0,158	0,105
5	0,187	0,125
10	0,170	0,113
35	0,075	0,05

Obrázok 4.3.3-1 - SL-1: 5% horizontálna and vertikálna zložka

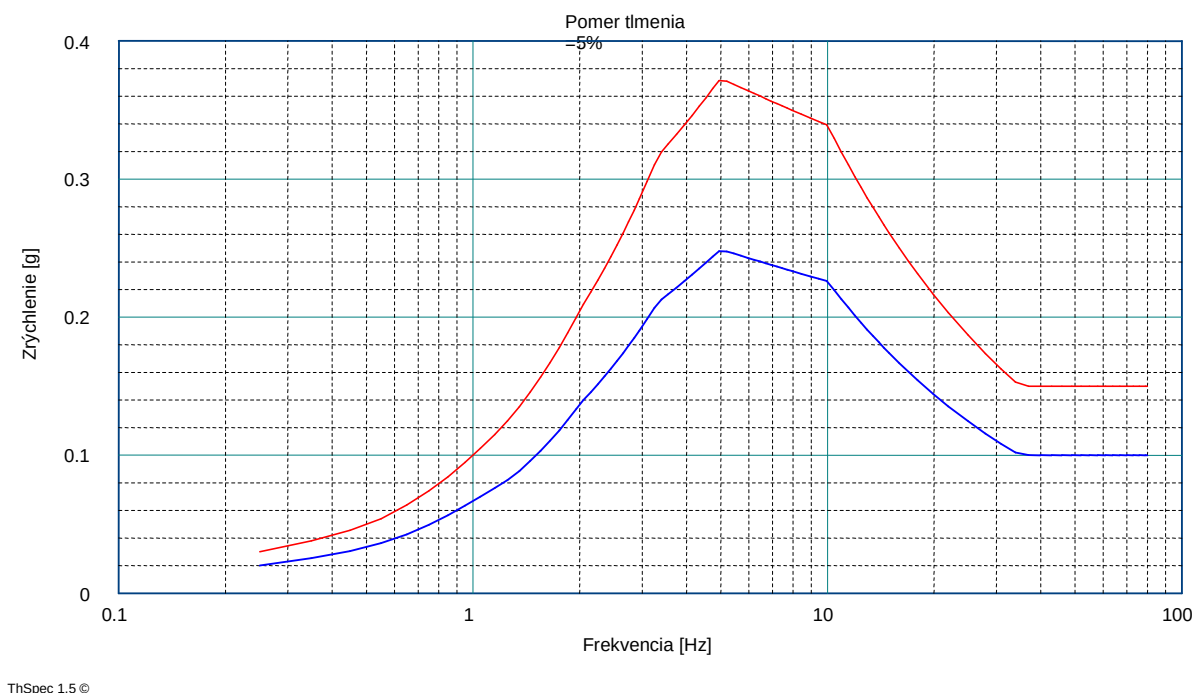


ThSpec 1.5 ©

Tabuľka 4.3.3-2 - SL-2: 5% tlmené GRS (spektrum odozvy na úrovni terénu)

Frekvencia [Hz]	SL-2 Horizontálne [g]	SL-2 Vertikálne [g]
0,5	0,049	0,033
0,67	0,066	0,044
1	0,100	0,067
1,33	0,133	0,089
2	0,205	0,137
3,33	0,317	0,211
5	0,373	0,249
10	0,339	0,226
35	0,150	0,100

Obrázok 4.3.3-2 - SL-2: 5% horizontálna a vertikálna zložka



4.3.3.3 Požiadavky na projektové hodnoty seizmických pohybov na úrovni terénu MO34

Dokument [II.6] uvádza, že RLE pre bloky 1 ÷ 4 EMO zodpovedá SL-2 s priamym vzťahom na medzné bezpečnostné požiadavky. Jedná sa o extrémnu úroveň otrasov, ktoré budú mať nízku pravdepodobnosť výskytu počas životnosti JE a predstavujú maximálnu úroveň otrasov použitú pre účely projektovania a seizmického prehodnotenia. Doporučená (ročná) pravdepodobnosť prevýšenia pre SL-2 (ročná návratová perióda) je podľa [II.6] a [II.7] 10^{-4} za rok pre strednú hodnotu špičkového zrýchlenia na úrovni terénu.

Tvar spektra pre úroveň SL-2 má byť definovaný ako 84% NEP vzťahnutej k strednej hodnote PGA, ktoré sa môže vyskytnúť s pravdepodobnosťou 10^{-4} za rok.

SL-1 má byť získaná preškálovaním (transformáciou hodnôt) SL-2 pre PGA zhodné so strednou hodnotou PGA korešpondujúcou s hodnotou 10^{-2} alebo menšou (ale nie menšou ako je hodnota v národných normách pre oblasť stavebníctva).

Pre SL-2 je vertikálna zložka 2/3 horizontálnej zložky. Vertikálna zložka pre SL-1 je 2/3 horizontálnej SL-1.

4.3.4 Projektové spektrá odozvy a akcelerogramy

4.3.4.1 Postup tvorby akcelerogramov

Zostavenie jedného časového priebehu pozostáva z 3 vzájomne (štatisticky) nezávislých umelých časových priebehov, ktoré obaľujú 5 % tlmené projektové GRS (dve horizontálne a jedna vertikálna zložka). Časové priebehy pre každý smer majú nasledovné vlastnosti [I.1]:

- Vypočítané hodnoty PGA pre jednotlivé časové priebehy sú rovnaké alebo väčšie ako projektové hodnoty zrýchlenia na úrovni terénu.

- V rozsahu frekvencií, ktoré prichádzajú do úvahy v rámci projektu, je pomer medzi spektrom odozvy vypočítaným pre jednotlivé časové priebehy spektier a projektovým spektrom rovný alebo väčší ako 1. Pomery sú rávané pre daný štrukturálny útlm pre všetky frekvencie.
- Žiadna vypočítaná hodnota časového priebehu spektra nie je menšia ako 10% projektového spektra.
- Intenzita (hustota) energie spektra vypočítaná z jednotlivých časových priebehov má energiu úmernú energii jednotlivých frekvencií z uvažovaného frekvenčného rozsahu.
- Rozloženie frekvencií pre počítané spektrálne odozvy je v súlade s Tabuľkou 2.3-2 v dokumente [II.10].
- Pri súčasnom výpočte časového priebehu odozvy podľa všetkých troch zložiek pohybu sú vstupné pohyby z troch ortogonálnych smerov štatisticky nezávislé a tak isto časové priebehy sú rôzne. Dva časové priebehy sú považované za štatisticky nezávislé, ak absolútna hodnota ich korelačných koeficientov neprekračuje hodnotu 0,3.

Syntetický akcelerogram (časový priebeh) pre tri zložky pohybu je generovaný s použitím digitalizovaných hodnôt projektových GRS SL-2 kalibrovaných na 0,15g. Ďalej je preukázaná štatistická nezávislosť všetkých troch zložiek, ako aj splnenie ostatných hore uvedených podmienok. V závere hore uvedeného postupu tvorby akcelerogramov je prezentovaný časový priebeh každej zložky PSD.

4.3.4.2 Zostavenie časového priebehu

Generovanie umelých časových priebehov vychádzalo z GRS pri 5% útlme. Boli generované dvojce nezávislé spektrá odozvy pre dva horizontálne smery a jedno pre vertikálny smer. Hodnoty amplitúd GRS pre vertikálny smer boli uvažované ako 2/3 hodnôt horizontálneho smeru.

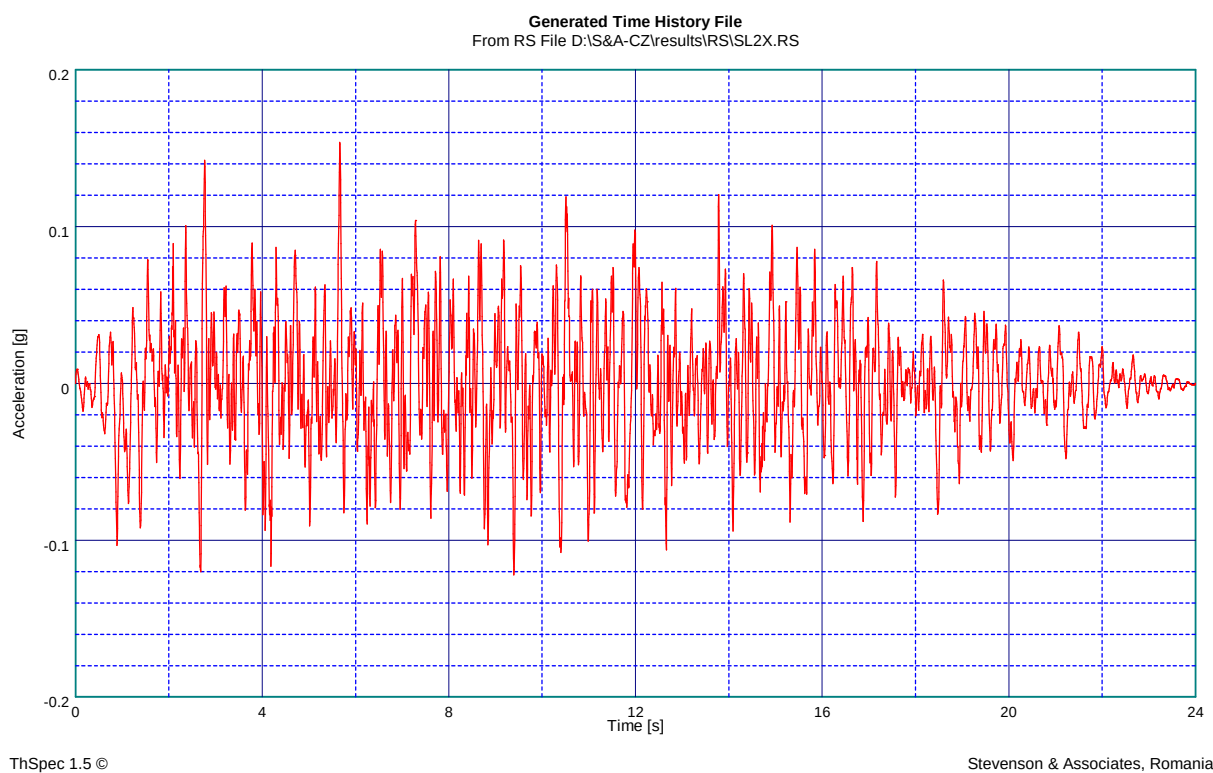
Pre výpočet sa uvažovala doba 24 sekúnd. Krok výpočtu bol 0,005 sekúnd čo predstavuje 4 800 časových bodov. Pre potreby výpočtu sa uvažovalo dosiahnutie silných otrasov v druhej sekunde, ich trvanie po dobu 15 sekúnd a doba dotrasu 5 sekúnd. Doba pretrasu, otrasu a dotrasu bola stanovená podľa odporúčania návodu [II.10] so vstupnými parametrami v Tabuľke 4.3.3.2-1.

Časový priebeh generovaný zo spektier odozvy používa iteratívny postup. V úvodnej časti sa graf PSD vygeneruje priamo z cieľového RS, ktoré tvorí spektrum odozvy obaľujúce vstupné spektrum odozvy. Úvodný časový priebeh je počítaný z uvedenej PSD prostredníctvom časovej charakteristiky (viď Tabuľka 4.3.3.2-1) a náhodných fázovaní v závislosti na preddefinovanej iniciačnej hodnote. Následne sú vykonávané dodatočné iterácie až do doby, keď je spektrum vygenerované z akcelerogramu prijateľné vzhľadom na vstupné spektrum odozvy. Syntetické akcelerogramy sú prezentované na Obrázkoch 4.3.4.2-1, 4.3.4.2-2 a 4.3.4.2-3 (dve horizontálne a jedna vertikálna zložka) v dokumente [III.3].

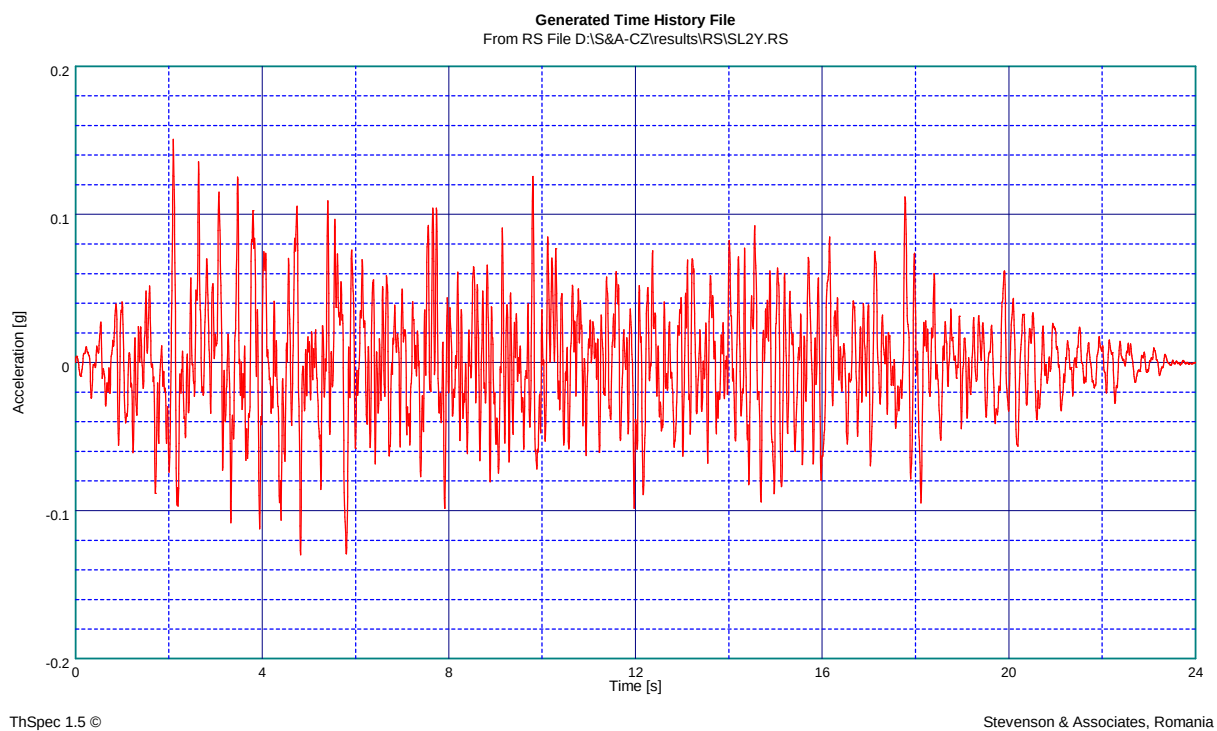
Tabuľka 4.3.4-1 - Sumarizácia vstupných parametrov pre generovanie časového priebehu

Výpočet časového priebehu	Časový krok [s]	Parameter škálovania frekvencie RS	Parameter škálovania frekvencie TH vln	Iniciačná hodnota	Doba nábehu/Pretras [s]	Celková doba [s]	Trvanie stacionárnych otrasov [s]	Trvanie dotrasov [s]
Horizont. 1	0,005	0,02	0,01	1012	2	24	13	9
Horizont. 2	0,005	0,02	0,01	1125	2	24	13	9
Vertikálny	0,005	0,02	0,01	2129	2	24	13	9

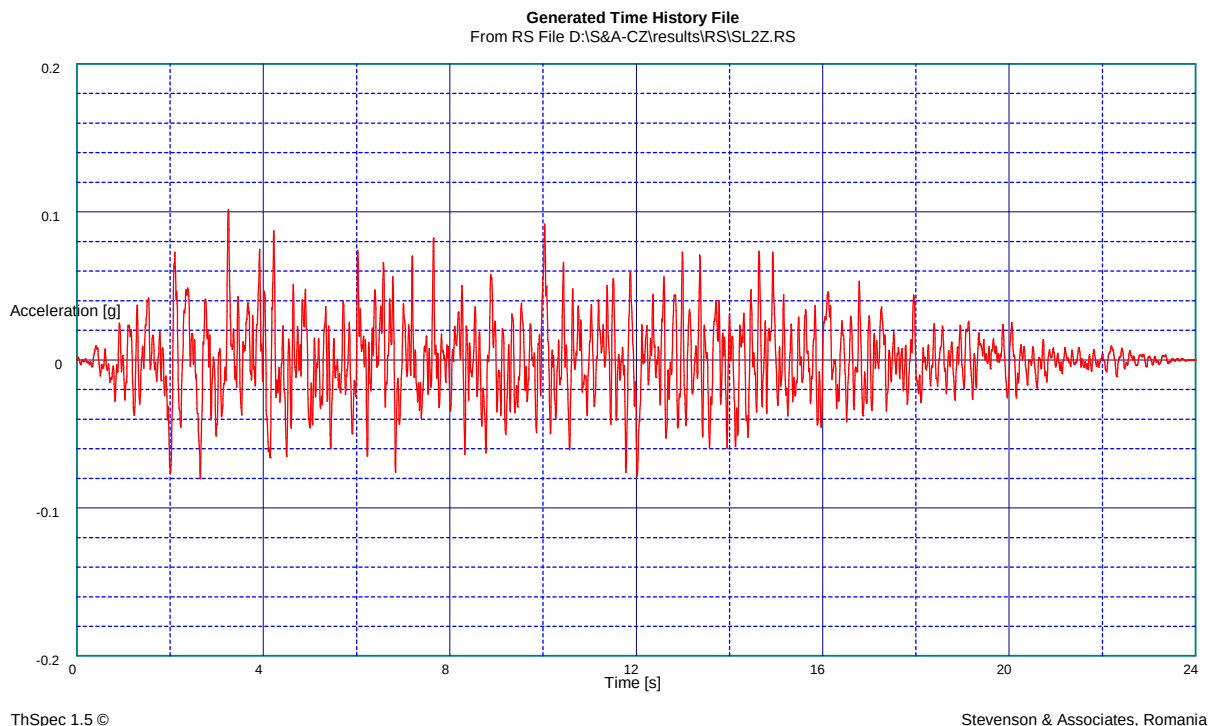
Obrázok 4.3.4-1 - Časový priebeh zrýchlenia SL -2 Horizontálna zložka X



Obrázok 4.3.4-2 - Časový priebeh zrýchlenia SL-2 Horizontálna zložka Y



Obrázok 4.3.4-3 - Časový priebeh zrýchlenia SL-2 Vertikálna zložka Z



4.3.4.3 Akceptačné kritéria

Spektrá odozvy zo syntetických akceleroqramov pre použitie vo voľnom poli musia pokrývať spektrá odozvy voľného terénu pre tlmené hodnoty použité pre analýzu odozvy. Spektrálne hodnoty rátanej náhradnej časovej funkcie sú počítané s dostatočne malými frekvenčnými intervalmi v zmysle odporúčaní [II.10]. Predpokladá sa, že vypočítané hodnoty spektier pokrývajú projektové spektrum odozvy vtedy, ak nespadá viac ako 5% vypočítaných hodnôt pod a viac ako 10% nad hranicu projektového spektra odozvy. Toto kritérium bolo splnené (je zabezpečená automatická kontrola prostredníctvom použitého programu TH-Spec).

Tri zložky (smerov) časovo závislých funkcií sú vzájomne nezávislé. ASCE 4-98 [II.10], časť 2.3(d) uvádza, že dve zložky časovo závislej funkcie môžu byť považované za nezávislé, ak je absolútna hodnota ich korelačného koeficientu menšia ako 0,3. Pre párové porovnanie korelačných koeficientov zložiek časovej funkcie bol použitý počítačový program FCROSS firmy Stevenson & Associates - CZ. Vstupnými údajmi pre program FCROSS, sú hodnoty zložiek generovanej funkcie časového priebehu. Tabuľka 4.3.3.4-1 dokladuje splnenie tejto požiadavky.

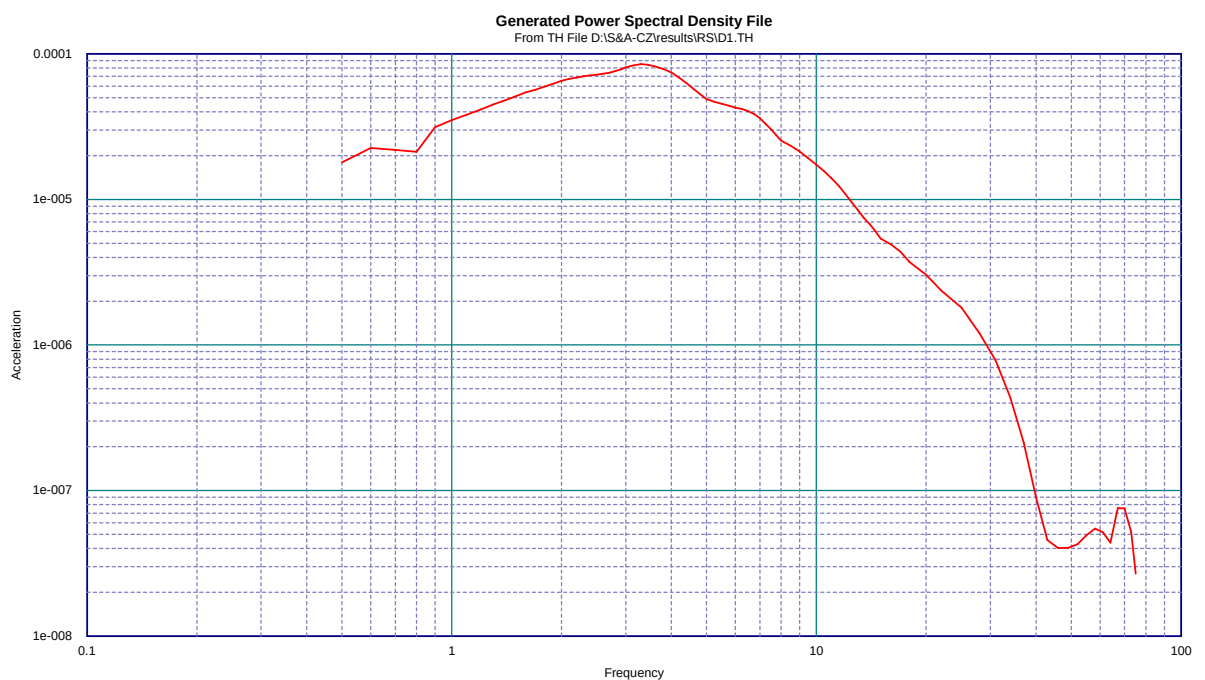
Obrázky 5-4, 5-5 a 5-6 v dokumente [III.3] dokladujú, že žiadna z funkcií PSD všetkých troch zložiek nevykazuje nezrovnalosti v rozložení energií v rozsahu frekvencií, ktoré sú stredobodom záujmu, t. j. od 0,25 po 40 Hz.

Tabuľka 4.3.4-2 - Korelačné koeficienty zložiek časového priebehu

Pár zložiek	Maximálne akcelerácie (g)	Stredné hodnoty akcelerácií (g)	Korelácia
D1.th (X) D2.th (Y)	0,154 0,151	$7,14 \times 10^{-8}$ $2,64 \times 10^{-8}$	0,124
D1.th (X) D3.th (Z)	0,154 0,101	$7,14 \times 10^{-8}$ $1,67 \times 10^{-8}$	0,114
D2.th (Y) D3.th (Z)	0,151 0,101	$2,64 \times 10^{-8}$ $1,67 \times 10^{-8}$	0,178

Konkrétne časové priebehy zrýchlení horizontálnej zložky X, Y a vertikálnej zložky Z pre SL-2 sú uvedené v dokumente [III.3].

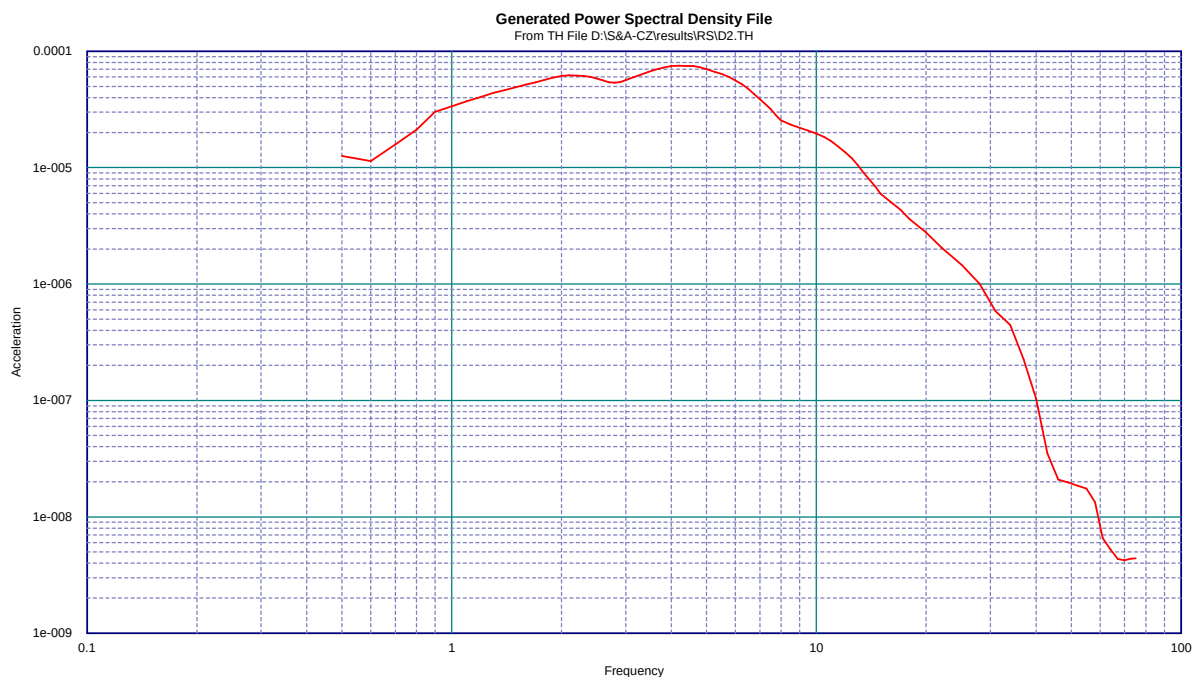
Obrázok 4.3.4-4 - PSD zodpovedajúce generovanému TH SL-2 Horizontálna zložka X



ThSpec 1.5 ©

Stevenson & Associates, Romania

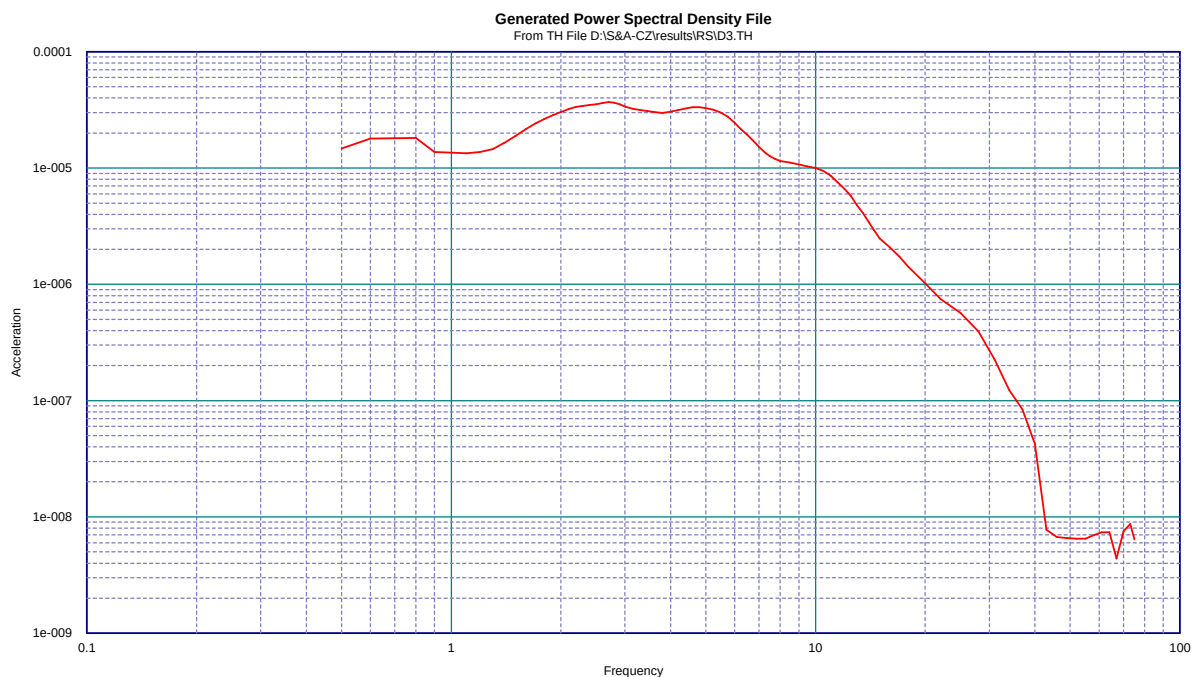
Obrázok 4.3.4-5 - PSD zodpovedajúce generovanému TH SL-2 Horizontálna zložka Y



ThSpec 1.5 ©

Stevenson & Associates, Romania

Obrázok 4.3.4-6 - PSD zodpovedajúce generovanému TH SL-2 Vertikálna zložka Z



ThSpec 1.5 ©

Stevenson & Associates, Romania

4.3.5 Udržiavanie bloku v bezpečnom stave po seizmickej udalosti

4.3.5.1 Seizmická udalosť

Zemetrasenie je udalosť s vplyvom na lokalitu JE a jej okolie. Hlavné účinky, očakávané v lokalite od zemetrasenia, sa vzťahujú k vibráciám indukovaným v KSK prostredníctvom stavebných konštrukcií JE. Vibrácie môžu narušiť bezpečnostné funkcie priamo, alebo nepriamymi mechanizmami, ako sú mechanická interakcia medzi zariadeniami, únik nebezpečných médií, požiar, alebo zaplavenie vyvolané zemetrasením a nedostupnosť evakuačných, alebo prístupových trás. Tomuto sa musí predísť správnym plnením všeobecných kritérií projektovania pre projektovanie systémov vrátane vyhodnotenia interakcií medzi rôznymi systémami.

Základné parametre maximálneho výpočtového zemetrasenia pre lokalitu EMO sú:

- 0,15g maximálne horizontálne zrýchlenie,
- 0,10g maximálne vertikálne zrýchlenie.

Uvedeným hodnotám zodpovedá zemetrasenie o intenzite 7,4° stupnice MSK s pravdepodobnosťou výskytu 1x za 10 000 rokov.

4.3.5.2 Seizmické kategórie a požiadavky na funkčnosť

Pre bezpečnostne orientovaný prístup k projektu v nadväznosti na bezpečnostnú klasifikáciu so konštrukcie, systémy a komponenty (KSK) zoskupené do kategórií vo význame ich dôležitosti k bezpečnosti počas a po zemetrasení. Konštrukcie, systémy a komponenty MO34 sú zaradené do dvoch seizmických kategórií, z ktorých každá je ďalej rozdelená na dve podkategórie.

Čím je kategorizácia modifikovaná k individuálnej seizmickej kategórii, ako je to definované v IAEA NS-G-1.6, seizmická kategorizácia spĺňa požiadavky NS-G-1.6, pokiaľ spĺňajú tie isté kritériá prijateľnosti ako sú definované v NS-G-1.6.

Na klasifikáciu komponentov podľa seizmických úrovní je použité všeobecné pravidlo, ktoré ma pomôcť ku:

1. odstaveniu reaktora,
2. zabezpečeniu a udržiavaniu podkritičnosti,
3. odvádzaniu zvyškového tepla z aktívnej zóny reaktora a z primárneho okruhu a dochladeniu bloku,
4. dosiahnutiu bezpečného stavu a dlhodobému udržiavaniu bloku v bezpečnom stave,
5. odvádzaniu zvyškového tepla z bazénu vyhoreného paliva,
6. obmedzovaniu vypúšťania rádioaktívnych látok do okolia.

Klasifikácia komponentov podľa seizmických kategórií bola vykonaná pre zaistenie hore uvedených funkcií po zemetrasení po dobu požadovanú pre príchod jednotiek podpory zvonka (predpokladaných v súlade s požiadavkami záťažových testov ENSREG Stress Test Specifications).

Seizmická klasifikácia konštrukcií, systémov a komponentov zariadení je definovaná v dokumente 0. Zariadenia bezpečnostných systémov v MO34 sú zaradené do jednotlivých seizmických tried 1a, 1b, 2a a 2b podľa nasledujúcich definícií:

Seizmická kategória 1

- seizmická kategória 1a - seizmická odolnosť je vyžadovaná na zabezpečenie plnej funkcie schopnosti až do maximálneho projektového zemetrasenia (SL-2),
- seizmická kategória 1b - seizmická odolnosť je vyžadovaná na zabezpečenie mechanickej integrity (pevnosť a tesnosť) v súlade s určitými normami a predpismi, čiastočné porušenie funkcie schopnosti je prijateľné až do maximálneho projektového zemetrasenia,

Seizmická kategória 2

- seizmická kategória 2a - do tejto kategórie patria systémy a súčasti zariadenia, budov a štruktúr, ktoré by mohli priamo alebo nepriamo spôsobiť stratu funkčnosti, pevnosti, tesnosti alebo stability umiestenia štruktúr, systémov, komponentov a zariadenia ktoré náleží do kategórie 1 podľa seizmických interakcií. Obvykle je vyžadované, aby stabilita umiestenia štruktúr a komponentov tejto podkategórie bola zachovaná počas a po seizmickej udalosti.
- Obvykle sa vyžaduje, aby stabilita polohy konštrukcií a komponentov tejto podkategórie zostala zachovaná počas a po zemetrasení.
- seizmická kategória 2b - ostatné súčasti jadrovej elektrárne pre ktoré nie je vyžadovaná seizmická odolnosť.

Plnenie bezpečnostných funkcií musí byť zabezpečené konštrukciami, systémami a komponentmi, ktoré sú dôležité z hľadiska bezpečnosti a ktoré plnia nasledujúce základné požiadavky:

- KSK sú dostupné počas seizmickej udalosti ako aj po tejto udalosti;
- Potrebné podporné technologické systémy sú dostupné,
- KSK dôležité pre bezpečnosť majú dostupné zaistené napájanie (1. a 2. kategórie),
- KSK majú potrebné systémy SKR,
- KSK spĺňajú kritérium jednoduchej poruchy.

4.3.5.3 Postulované zemetrasenie

Zemetrasenie brané do úvahy zodpovedá maximálnemu projektovému zemetraseniu SL-2.

Plnenie bezpečnostnej funkcie uvedenej hore je zabezpečené projektom a preukázané v príslušnom hodnotení bezpečnosti a referované v EOPs, PpBS kapitola 7 a v dokumente [III.18], kde je preukázané že kritériá prijateľnosti počas postulovanej iniciačnej udalosti nie sú prekročené (pozri ods. 4.3.5.4 pre viac informácií).

Nasledovné predpoklady sú posudzované v prípade postulovaného zemetrasenia [III.1]:

1. Poškodenie KSK sa očakáva po seizmickej udalosti na lokalite elektrárne (v okolí elektrárne). OTP musí zabezpečiť potrebné činnosti na obdobie 72 hodín po seizmickej udalosti bez akejkoľvek závažnej pomoci zvonka.

Plnenie: Prevádzkový personál je inštruovaný na vykonávanie potrebných činností v takýchto podmienkach pri použití príslušných predpisov. Chladiace média (napr. technická voda dôležitá), potrebné na odvod zvyškového tepla z reaktora, primárneho okruhu, sprchovacieho systému RHR, chladenie bazénu vyhoretého paliva, chladenie dieselgenerátorov a vybrané VZT systémy, ktoré sú potrebné pre prvých spomínaných 72 hodín sú dostupné na lokalite vrátane príslušných bezpečnostných systémov.

2. Neočakáva sa strata integrity seizmicky klasifikovaných zariadení (výskyt LOCA sa neočakáva). Prasknutie potrubí, ktoré majú veľkosť DN50 a menej je uvažované v dlhodobej fáze, t. j. 24 hodín po výskyte seizmickej udalosti.

Plnenie: Výskyt: LOCA sa neočakáva. Je to zabezpečené seizmickým prevedením I.O. a jeho komponentov. Ak by aj táto postulovaná iniciačná udalosť nastala, OTP bude udržiavať blok v dlhodobom bezpečnom stave prostredníctvom havarijných predpisov.

3. Nekvalifikované systémy sa považujú za neschopné prevádzky. KSK kategórie 2a môžu byť do určitej úrovne poškodené, avšak nesmú ohroziť interakciami zariadenia a systémy, u ktorých sa po seizmickej udalosti vyžaduje plná funkčná spôsobilosť (seizmická kategória 1a) alebo zachovanie hermetických vlastností a dostatočnej pevnosti (seizmická kategória 1b).

Plnenie: Toto je riešené prostredníctvom vyhodnotenia seizmických interakcií, pozri odsek 4.3.7.1.4

4. Kritérium jednoduchšej poruchy je uplatnené na zariadenie, ktoré je zahrnuté do manažovania seizmickej udalosti.

Plnenie: PpBS, kapitola 5.2

5. Nekvalifikované systémy môžu byť taktiež predmetom zlyhania v dôsledku seizmickej udalosti pod úrovňou SL-1. V tomto prípade personál postupuje podľa prevádzkových predpisov (pre abnormálne podmienky).

Plnenie: Projekt MO34 že v prípade poškodenia nekvalifikovaných systémov nenastane strata funkčnosti kvalifikovaných systémov, ktoré sú potrebné v takýchto podmienkach, prostredníctvom prístupu seizmických interakcií (Pozri odsek 4.3.7.1.4). Dodatočné prevádzkové a havarijné predpisy boli vypracované na to, aby takáto situácia bola zvládnutá.

6. Súčasná strata všetkých vonkajších zdrojov napájania sa predpokladá v koincidencii so seizmickou udalosťou.

Plnenie: Projekt MO34 predvída takýto scenár a elektrárň je schopná zvládnuť takúto situáciu pomocou príslušných havarijných predpisov, Preukázanie je uvedené v príslušnom odseku PpBS, kapitola 7.

Poznámka: Po havárii Fukušima, v dôsledku výsledkov záťažových testov, boli medzinárodne pridané všeobecné projektové požiadavky v technológii jadrových projektov. Z Stress Test Country Peer Review pre slovenské jadrové elektrárne boli dané dve hlavné oblasti na zlepšenie projektových požiadaviek:

- všetky pre SA určené modifikácie sú fyzicky a elektricky nezávislé od ostatných pôvodných bezpečnostných systémov a sú seizmicky klasifikované.

Toto sa okrem iného vzťahuje na zvýšenie seizmickej klasifikácie systémov, určených na zmiernenie následkov ťažkej havárie (SA).

- Verifikácia dostupných opatrení pre viac blokovú nehodu sa vyžaduje.

Toto zahŕňa zdvojenie systémov na zmiernenie ťažkej havárie v záujme zvládnutia oboch blokov v scenároch záťažového testu.

Zlepšenia MO34 sú popísané v príslušných odsekoch dokumentu PpBS (napr. 06.12, 04, 06.06, atd.).

4.3.5.4 Postup pre dosiahnutie bezpečných podmienok po seizmickej udalosti

Prístup použitý v projekte MO34 na zvládnutie jadrovej elektrárne po seizmickej udalosti je daný v havarijných prevádzkových predpisoch MO34.

Po aktivácii signálu ESFAS U020 „Zemetrasenie“ operátor vstupuje do havarijného prevádzkového predpisu E-0 [I.16] (alebo SD-E-0, [I.19], pre odstavenie reaktora) a po overení automatických činností (odstavenie reaktora, izolácia neseizmických kvalifikovaných častí) preverí či sa nevyskytla akákoľvek iná paralelná udalosť. Ak nie, prechádza do predpisu ES-0.1, [I.17], kde sú parametre reaktorového bloku stabilizované. Keď sa vykonajú všetky činnosti v ES-0.1 a dochladzovanie bloku je potrebné, operátor to vykoná podľa predpisu ES-0.6, [I.18]. Tento predpis špecifikuje činnosti na zabezpečenie ochladenia chladiaceho okruhu reaktora a ochladenie na chladné odstavenie pri použití napájania PG havarijnými napájacími čerpadlami, s odvodom zvyškového tepla primárnej časti bez výskytu nehody.

Špecifické analýzy sú popísané pre podobné udalosti (strata vonkajšieho napájania a strata normálnej a havarijnej napájacej vody) v PpBS kapitola 7 a taktiež v dokumente [III.18].

V predpisoch je uvedený popis automatických a manuálnych činností, ktoré sú potrebné na dosiahnutie bezpečných podmienok reaktorového bloku po seizmickej udalosti.

Časová postupnosť automatických a činností operátora po zemetrasení je nasledovná:

- Automatické činnosti:
 - odstavenie reaktora
 - oddelenie seizmicky nekvalifikovaných častí od kvalifikovaných častí (pomocou ESFAS)Ako dôsledok seizmickej udalosti sa ďalej predpokladá:
 - strata vlastného napájania z externých a interných zdrojov
 - spustenie podpäťovej ochrany, spustenie DG a spustenie sekvencií havarijného zaťažovania za účelom sprevádzkovania bezpečnostných systémovPreto:
 - odvod tepla z aktívnej zóny reaktora sa prepne z nútenej na prirodzenú cirkuláciu
 - odvod tepla z primárneho okruhu sa prepne z prepúšťacej stanice pary kondenzátora alebo TG do odľahčovacích ventilov na hlavných parných vedeniach z PG.
 - odvod nahromadeného a zvyškového tepla sa bude realizovať cez parogenerátory stratou ich vodného obsahu (odpúšťanie pary), následne sa bude voda dopĺňať zo seizmicky kvalifikovaného systému superhavarijného napájania.
- Stabilizáciu prevádzkových parametrov primárneho a sekundárneho okruhu realizujú automatizované činnosti.

Personál realizuje činnosti v súlade s vypracovanými postupmi v tejto fáze. Okrem iných činností vykonáva personál BD nasledovné:

- overenie odstavenia reaktora
- overenie stavu systémov a zariadení po dokončení automatizovaných činností
- overenie oddelenia seizmicky kvalifikovaných SKK

- overenie celkového stavu systémov a zariadení JE
- overenie možnosti spustenia dochladzovania primárneho okruhu na dosiahnutie bezpečného stavu

Následne bude personál BD vykonávať nasledovné činnosti:

- Príprava dochladzovania primárneho okruhu.
 - zvýšenie koncentrácie bóru v primárnom okruhu v súlade s príslušným prevádzkovým postupom za účelom dosiahnutia odstavnej koncentrácie bóru.
- Dochladzovanie cez odpúšťanie a dopĺňanie sekundárneho okruhu
 - ručné spustenie dochladzovania prostredníctvom vstrekovania vody do PG, manuálne riadenie tlaku cez odľahčovací ventil PG;
 - ochladenie primárneho okruhu na úroveň, ktorá umožňuje prepnúť chladenie na primárny systém odvodu zvyškového tepla
- Dochladzovanie primárneho okruhu na úroveň studeného odstavenia použitím primárneho odvodu zvyškového tepla
 - príprava odvodu zvyškového tepla, pripojenia na primárny okruh, zahrievanie a spustenie
 - ochladenie primárneho okruhu cez odvod zvyškového tepla
 - odstavenie dochladzovania cez odpúšťanie a dopĺňanie sekundárneho okruhu
 - nepretržité dochladzovanie až do dosiahnutia konečného stavu, ustálenie teploty, dlhodobý odvod tepla cez systém odvodu zvyškového tepla.

Personál BD riadi tiež chladenie bazénu skladovania vyhoretého paliva. Čerpadlá chladienia bazénu skladovania vyhoretého paliva sa spúšťajú automaticky podľa sekvencie automatického zaťažovania.

4.3.6 Zoznam seizmicky odolných stavebných objektov, konštrukcií, systémov a komponent (KSK)

- Zoznam seizmicky odolných SO je detailne špecifikovaný v kap. 05.04 PpBS [III.6].
- Zoznam konkrétnych KSK a priradenie ich seizmických kategórií pre dané strojnotechnologické systémy, systémy elektro a SKR, ktoré sú špecifikované v dokumente 0 je detailne popísaný v SSEL pre 3. blok [III.1] a SSEL pre 4. blok [III.2]. SSEL je vypracovaný na základe úvodného projektu.
- V priebehu tvorby vykonávacieho projektu sa vytvára kvalifikačná databáza seizmicky odolných KSK [I.1], ktorá dopĺňa, resp. upresňuje SSEL.

4.3.7 Postup hodnotenia seizmickej odolnosti stavebných objektov SO a KSK

Pri pevnostnom a seizmickom výpočte pre jednotlivé SO a strojnotechnologické systémy a ich komponenty, elektrozariadenia a zariadenia SKR (pri niektorých typoch technologických zariadení, elektro a SKR sa vykonáva seizmická skúška), ktoré sa v nich nachádzajú slúžia ako zadanie podlažné spektrá odozvy (FRS):.

Podlažné spektrá neboli kompilované pre SO 442/1-06 (SC1), SO 442/1-08 (SC1) a SO 442/1-09 (SC1), pretože zariadenia umiestené v týchto objektoch sú nižšie, než +6,0 m nad úrovňou terénu. Pre záťažové

a seizmické analýzy týchto stavebných objektov a zariadení umiestnených v nich boli použité podlažné spektrá pre úroveň terénu (GRS).

4.3.7.1 Výsledky hodnotenia seizmickej odolnosti KSK

4.3.7.1.1 Kontrola vykonávacích projektov zo seizmického hľadiska

Vykonávací projekt sa zameriava hlavne na oblasti podľa metodík prezentovaných v dokumentoch [I.1] a [I.2]. V nasledujúcich oblastiach sú zvýraznené hlavné oblasti:

- akceptovateľnosť zo seizmického hľadiska,
- overenie správnosti výpočtov,
- posúdenie návrhu z hľadiska konštrukčných a stavebných úprav - táto oblasť zahŕňa SO, strojnotechnologické zariadenia a ich komponenty, elektrozariadenia a zariadenia SKR, posúdenie stavebných úprav za účelom zaistenia kotvenia do stavby - táto oblasť zahŕňa, strojnotechnologické zariadenia a ich komponenty, elektrozariadenia a zariadenia SKR,
- preukázanie úplného dodržania požiadaviek uvedených v SSEL 0 pre dané zariadenia - táto oblasť zahŕňa SO, strojnotechnologické zariadenia a ich komponenty, elektrozariadenia a zariadenia SKR.
- interakcie seizmicky odolných KSK zaradených do SK 1a a 1b - táto oblasť zahŕňa SO, strojnotechnologické zariadenia a ich komponenty, elektrozariadenia a zariadenia SKR so seizmicky nekvalifikovaným zariadením.

4.3.7.1.2 Akceptovateľnosť zo seizmického hľadiska

V tejto etape sa kontroluje či navrhované úpravy projektu sú v súlade s postupmi uvedenými v metodike [I.1] hlavne pre seizmické zaťaženie:

- správne seizmické vstupy (FRS alebo GRS, časové priebehy zrýchlení),
- hodnoty základových charakteristík stavebných objektov,
- použité materiálové charakteristiky stavebných prvkov,
- použitie správnych hodnôt kritického útlmu a duktilitných faktorov,
- použitie správnej metódy pre výpočty, vrátane výpočtov kotevných spojov stavebných prvkov stavby,
- použitie správnej kombinácie seizmického zaťaženia pre jednotlivé smery seizmického budenia.

4.3.7.1.3 Overenie správnosti výpočtov

Pri výpočtoch sa kontroluje, či použité normy a predpisy sú správne uplatnené či modely a nástroje sú validované a kvalifikované na vykonávanie analýz, či kritériá prijateľnosti boli splnené z hľadiska materiálu a geometrie atd., podrobnosti sú v literatúre [I.1]. Kontroluje sa nasledovné:

- únosnosť konštrukčných prvkov, zvarových a skrutkových spojov, a dovoľené posuvy podlaží,
- správne určenie počítaných kritických bodov z hľadiska seizmickej odolnosti a stanovené hodnoty faktorov únosnosti.

4.3.7.1.4 Interakcie seizmicky odolných KSK zaradených do SK 1a a 1b

Systémy a zariadenia, SO alebo stavebné konštrukcie, ktoré môžu v dôsledku seizmických interakcií priamo alebo sprostredkované spôsobiť stratu funkčnosti, pevnosti, hermetičnosti alebo stabilitu polohy SO, stavebných konštrukcií, systémov a zariadení zaradených do SK 1a a 1b sú klasifikované ako SK 2a [I.2].

Zoznam seizmických interakcií sa priebežne aktualizuje počas projektovania a počas výstavby

Podľa výsledkov hodnotenia SI budú do SSEL listu [III.1] a [III.2] priebežne doplňované zariadenia, ktoré môžu potenciálne ohroziť zariadenia seizmickej kategórie 1a a 1b podľa výsledkov vyhodnotenia seizmických interakcií.

Základné požiadavky na hodnotenie seizmických interakcií sú popísané v metodike [I.1].

Proces hodnotenia seizmických interakcií v projekte MO34 je rozdelený do nasledovných etáp:

- hodnotenie SI vo fáze spracovávaní vykonávacích projektov.
- hodnotenie SI po realizácii.

Hodnotenie seizmických interakcií vo fáze vykonávacích projektov bolo vykonávané prostredníctvom virtuálnych obhliadok v 3D modeli jadrovej elektrárne [I.3] po jednotlivých miestnostiach.

Jednotlivé SKK v danej miestnosti boli rozdelené na zdroje a ciele SI. Zdrojmi SI sú SKK zaradené do kategórie seizmickej odolnosti 2b. Cieľmi SI sú SKK zaradené do kategórie seizmickej odolnosti 1a alebo 1b.

Hodnotením bolo, či jednotlivé zdroje SI môžu ohroziť ciele SI, či už z dôvodu ich vzájomnej tesnej blízkosti, štrukturálnych kolapsov alebo ďalších interakčných fenoménov.

Výsledky hodnotenia SI boli pre jednotlivé miestnosti zdokumentované v správach z hodnotenia seizmických interakcií v etape vykonávacieho projektu.

SI, pri ktorých sa nepodarilo preukázať, že zdroje nespôsobia stratu požadovanej funkcie cieľa boli eliminované buď zabezpečením seizmickej odolnosti zdroja, vhodnou ochranou cieľa alebo úpravou/zmenou dispozičného riešenia.

V druhej etape sú hodnotené seizmické interakcie po realizácii v súlade s metodikou [I.4]. V rámci hodnotenia sú vykonávané seizmické inšpekcie, ktorých cieľom je identifikovať seizmické interakcie, ktoré neboli identifikované v prvej etape.

4.3.7.1.5 Porealizačné inšpekcie

Porealizačné inšpekcie sú nástrojom pre dokladovanie kvality projektu po ukončení montážnych prác z hľadiska seizmicity. Pre inšpekciu sú zabezpečené nasledovné dokumenty a činnosti:

- záznam o kontrole dokumentácie vykonávacieho projektu z hľadiska kompletnosti riešenia seizmickej primeranosti. Týmto záznamom je zoznam zariadení v danej miestnosti obsahujúci referencie na schválenú preukaznú a/alebo kvalifikačnú dokumentáciu SKK, statické výpočty kotvenia a protokoly potvrdzujúce súlad realizácie s dokumentáciou vykonávacieho projektu.
- kvalifikované sprevádzanie na stavbe, t. j. autorský dozor,
- zabezpečenie správneho načasovania inšpekcie (potrubia bez izolácií a pod.).

Pre každú miestnosť bude vypracovaná Správa z kontrol seizmických interakcií, ktorá bude obsahovať zhrnutie výsledkov inšpekcií, nálezy a popisy, návrhy opatrení vedúce k eliminácii SI.

Následne budú realizované nápravné opatrenia vedúce k eliminácii SI.

4.3.8 Koncepcia seizmického monitorovacieho systému

Účelom SMS systému je poskytnúť on-line signály o prekročení limitu nastavenia zrýchlenia v horizontálnom a vertikálnom smere na RTS, DRTS, ESFAS a PCS. Systém taktiež priebežne vyhodnocuje priebeh seizmického stavu, v prípade vzniku seizmickej udalosti analyzuje a zabezpečuje posúdenie údajov pre ďalšie úkony.

Podrobný popis a posúdenie bezpečnosti je uvedené v kapitole 6.5.2 PpBS. [III.5].

LITERATÚRA**I Zdrojové dokumenty, ktoré sú vo vlastníctve SE, a. s.**

- [I.1] PNM343080183 - Požiadavky na hodnotenie seizmickej odolnosti konštrukcií, systémov a komponentov JE Mochovce 3. a 4. blok, 04/2009.
- [I.2] PNM34082030 - Metodika pre zabezpečenie komplexnej kvalifikácie konštrukcií, systémov a komponentov JE Mochovce 3. a 4. blok, 03/2010.
- [I.3] PNM34604605 - Methodology of Seismic Interaction Analysis for NI, Mochovce, 2014
- [I.4] PNM34082077 - Methodology for the Evaluation of the Seismic Adequacy of Structures, Systems and Components after Installation, Mochovce, 2012
- [I.5] PNM34082680 - Finálna správa o záťažových skúškach Mochovce 3 a 4, Mochovce, 2011.
- [I.6] PNM34366352, E0, Emergency operating procedure for MO34 nuclear power plant
- [I.7] PNM34366354, ES-0.1, Emergency operating procedure for MO34 nuclear power plant
- [I.8] PNM34366358, ES-0.6, Emergency operating procedure for MO34 nuclear power plant
- [I.9] PNM34366399, SD-E-0, Emergency operating procedure for MO34 nuclear power plant

II Legislatívne dokumenty (zákony, vyhlášky, normy, dokumenty MAAE, a pod.)

- [II.1] Vyhláška ÚJD SR č. 430/2011 on požiadavkách na jadrovú bezpečnosť
- [II.2] IAEA Safety Standards Series No. NS-G-1.6 "Seismic Design and qualification for Nuclear Power Plants" November 2003.
- [II.3] IAEA Safety Standards Series No. NS-R-3 „Site evaluation for Nuclear Installations“. Vienna, 2003
- [II.4] IAEA Review Mission on the Probabilistic Seismic Hazard Assessment of Mochovce Site (Follow-up II), 8-11 July, 2003
- [II.5] IAEA Safety Standard NS G-3.3 Evaluation of Seismic Hazards for Nuclear Power Plants
- [II.6] IAEA Technical Guidelines for the Seismic Re-Evaluation Programme of Mochovce NPP (Units 1-4, Slovak Republic), IAEA August 1995
- [II.7] IEAE TECDOC 1333 Earthquake Experience and Seismic Qualification in Nuclear Installations January 2003.
- [II.8] P. Labák, P., 2004. Probabilistic seismic hazard computation for the Mochovce NPP site. Geophysical Institute, SAS, Bratislava.
- [II.9] Labák, P., Coman O., 2006. Sensitivity study of seismic hazard computation for the Mochovce NPP site
- [II.10] ASCE Standard 4-98, Seismic Analysis of Safety Related Nuclear Structures and Commentary.
- [II.11] Stevenson & Associates, TH-Spec Computer code Ver 1.5, Users Manual.
- [II.12] Labák, P., 2003. Probabilistic seismic hazard computation for the Mochovce Nuclear Power Plant site, Bratislava

- [II.13] Bystrická, A., Labák, P., Campbell, K. W., 1997. Intensity attenuation relationships for Western Carpathians and their comparison with other regional relationships. In: Proc. of the 29th General Assembly of the IASPEI, Aug. 18-28, 1997, Thessaloniki, Greece, p. 40.
- [II.14] EQUIS, 2006. Analýza potenciálnych geologických zlomov v blízkom okolí EMO z pohľadu ich možnej aktivity
- [II.15] BNS I.1.2/2014 Rozsah a obsah bezpečnostnej správy, ÚJD SR, Bratislava, 01/2018
- [II.16] Vyhláška ÚJD SR č. 50/2006 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o požiadavkách na jadrovú bezpečnosť jadrových zariadení pri ich umiestňovaní, projektovaní, výstavbe, uvádzaní do prevádzky, prevádzke, vyradovaní a pri uzatvorení úložiska, ako aj kritériá pre kategorizáciu vybraných zariadení do bezpečnostných tried

III Zdrojové dokumenty, ktoré sú spravidla vytvorené VUJE, a. s.

Scenár pre uvedenie bloku do bezpečného stavu po seizmickej udalosti, ev. č.: DMO/022/2701/T/A0/S, VUJE, a. s., Trnava, 2007

- [III.1] DMO/022/2710/T/F0/S - SSEL pre 3. blok EMO - Strojná časť - zariadenia seizmickej kategórie 1a, 1b, 2a
- [III.2] DMO/022/2711/T/F0/S - SSEL pre 4. blok EMO - Strojná časť - zariadenia seizmickej kategórie 1a, 1b, 2a
- [III.3] Projektové parametre seizmických pohybov podlažia pre MO34, ev. č.: DMO/012/0203/T/A0/S, VUJE, a. s., Trnava, 2007
- [III.4] PNM34361008 - Kapitola 04.01 Referenčné údaje umiestnenia JE MO34, VUJE, a. s., Trnava
- [III.5] PNM34361052 - Kapitola 6.5.2 Systém automatických ochrán reaktora (RTS/DRTS, EXCORE, SMS, RTB), VUJE, a. s., Trnava
- [III.6] PNM34361022 - Kapitola 05.04 Stavby a stavebné konštrukcie, VUJE, a. s., Trnava
- [III.7] TS/0220/2014.67 - Analýza možnosti dochladenia blokov MO34 po iniciačnej udalosti „Zemetrasenie“ pomocou systému SHN a PS-A PG, revízia č. 00, VUJE, Trnava.

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok 4.3.2-1 - Regionálne seizmotektonické modely prijaté pre JE Mochovce Hore: prvá alternatíva (región Leitha v oblasti 6); dole: druhá alternatíva (región Leitha v oblasti 4).....	12
Obrázok 4.3.2-2 - Zjednodušený použitý logický strom pre výpočet pravdepodobného seizmického rizika areálu EMO.....	15
Obrázok 4.3.2-3 - Krivky rizika PGA pre 16-ty, 50-ty, 84-ty a stredný percentil z výpočtu logického stromu .	16
Obrázok 4.3.2-4 - Horizontálne uniformné spektrum odozvy (UHS) pre návratovú periódu zemetrasenia 10^4 a 475 rokov	16
Obrázok 4.3.3-1 - SL-1: 5% horizontálna and vertikálna zložka	19
Obrázok 4.3.3-2 - SL-2: 5% horizontálna a vertikálna zložka	20
Obrázok 4.3.4-1 - Časový priebeh zrýchlenia SL -2 Horizontálna zložka X.....	22
Obrázok 4.3.4-2 - Časový priebeh zrýchlenia SL-2 Horizontálna zložka Y.....	22
Obrázok 4.3.4-3 - Časový priebeh zrýchlenia SL-2 Vertikálna zložka Z.....	23
Obrázok 4.3.4-4 - PSD zodpovedajúce generovanému TH SL-2 Horizontálna zložka X	24
Obrázok 4.3.4-5 - PSD zodpovedajúce generovanému TH SL-2 Horizontálna zložka Y	25
Obrázok 4.3.4-6 - PSD zodpovedajúce generovanému TH SL-2 Vertikálna zložka Z.....	25

ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka 4.3.2-1 - Stredné hodnoty maximálnej magnitúdy priradené k zdrojovým oblastiam podľa štyroch alternatív stanovenia maximálnej magnitúdy.....	14
Tabuľka 4.3.3-1- SL-1, 5% tlmené GRS (spektrum odozvy na úrovni terénu).....	18
Tabuľka 4.3.3-2 - SL-2: 5% tlmené GRS (spektrum odozvy na úrovni terénu).....	19
Tabuľka 4.3.4-1 - Sumarizácia vstupných parametrov pre generovanie časového priebehu	21
Tabuľka 4.3.4-2 - Korelačné koeficienty zložiek časového priebehu	24