

Návrh požiadaviek na dodatočné geologické prieskumy na základe výpočtov v lokalite JE EBO

Názov projektu: **Technická asistencia v oblasti jadrovej bezpečnosti**

Úloha: **09 - Kvantifikácia seizmického ohrozenia infraštruktúry v okolí JZ z hľadiska zabezpečenia logistickej podpory pre bloky JE EBO a EMO po seizmickej udalosti**

Ev. č.: 36/2015	Zákazka č.: 1300113	Vydané dňa: 27.04.2015
	Meno	Útvar
Vypracoval	• RNDr. Martin Šujan	• EQUIS
Spolupracoval	• Ing. Igor Ševečka	• 0520
	• Ing. Jozef Kužma	• 0520
Overil	• Ing. Peter Uhlík	• 0520
Schválil	• Ing. Blažej Lošonský	• 0500

Uvedené riešenie je obchodným tajomstvom VUJE, a. s.

ANOTÁCIA

Predmetom tohto dokumentu je návrh požiadaviek na dodatočné geologické prieskumy na základe výpočtov v lokalite JE EBO v lokalite po vzniku PIU - SU, pre ich aplikáciu na stavebné (priemyselné) objekty a transportné trasy v blízkom okolí JE EBO.

Tento dokument vychádza a nadväzuje na technickú správu ev. č.: 9700/2014 - Určenie stavebných objektov a transportných trás v lokalite JE EBO pre udržanie dlhodobého bezpečného stavu JZ po vzniku PIU - SU [1] a technickú správu ev. č.: 19984/2014 - Sumarizácia podkladov pre spracovanie výpočtov a akcelerogramov v lokalite JE EBO po vzniku PIU - SU [2].

Počet strán: 27**Počet tabuliek: 1**

Počet obrázkov: 4**Počet výťahov: 4**

Kľúčové slová:

geológia a seizmické ohrozenie,
seizmické výpočty a rajonizácia,
infraštruktúra okolia JE,
civilná ochrana.

OBSAH

ANOTÁCIA.....	2
ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ	4
1 ÚVOD	5
2 ZÁKLADNÉ VÝCHODISKOVÉ ÚDAJE O ÚZEMÍ.....	8
2.1 VYMEDZENIE ÚZEMIA	8
2.2 SYSTEMATICKÉ ZARADENIE	8
2.2.1 Geomorfologické vymedzenie územia	8
2.2.2 Regionálne geologické zaradenie.....	8
2.3 ZÁKLADNÉ ÚDAJE O GEOLOGICKEJ STAVBE	8
2.3.1 Kvartérne sedimenty	9
2.3.2 Fluviálne sedimenty (2, 3).....	9
2.3.3 Eolické a eolicko-deluviálne sedimenty (4, 5, 6).....	10
2.3.4 Proluviálne a deluviálne sedimenty (7)	11
2.3.5 Neogénne sedimenty (8).....	11
2.3.6 Predterciérne podložie (9).....	12
2.4 TEKTONICKÉ PORUŠENIE	12
2.5 SEIZMICKÉ OHROZENIE	13
2.5.1 Zdrojové zóny seizmického ohrozenia.....	13
2.5.2 Lokálne podmienky v podloží.....	16
3 RÁMCOVÝ NÁVRH RIEŠENIA ÚLOHY	18
3.1 ARCHÍVNA ČASŤ ÚLOHY	18
3.1.1 Databáza archívnych údajov.....	18
3.1.1.1 Účelová geologická mapa.....	19
3.1.1.2 Špecifická mapa rajonizácie	19
3.2 TERÉNY PRIESKUM	19
3.2.1 Doplnenie údajov o základových pôdach	19
3.2.2 Seizmický prieskum	21
3.3 SYNTETICKÁ ČASŤ ÚLOHY	21
LITERATÚRA.....	24
ZOZNAM TABULIEK	26
ZOZNAM OBRÁZKOV.....	27

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ

CO	- civilná ochrana
CPT	- statická penetračná sondáž
DPS	- dynamická penetračná sondáž
EC	- Eurokód
IAEA	- International Atomic Energy Agency
JE	- jadrová elektrárňa
JZ	- jadrové zariadenie
KSK	- konštrukcie, systémy a komponenty
MAAE	- Medzinárodná agentúra pre atómovú energiu
MŽP	- Ministerstvo životného prostredia
PGA	- horizontálneho špičkové zrýchlenie
PIU	- postulovaná iniciačná udalosť
PPC	- paroplynový cyklus
RP	- realizačný projekt
SAV	- Slovenská Akadémia Vied
SL-1	- Seismic Level 1 - 1. úroveň seizmicity
SL-2	- Seismic Level 2 - 2. úroveň seizmicity
SO	- stavebný objekt
SU	- seizmická udalosť
ÚJD SR	- Úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky
USGS	- geologická služba USA
VN	- vysoké napätie

1 ÚVOD

Predkladaný materiál vytvára prvotný prehľad a rámec požiadaviek na sumarizáciu geologických údajov nevyhnutných pre následné hodnotenie seizmickej odolnosti kritickej infraštruktúry, ktorej životnosť musí byť zachovaná po možnom zemetrasení [1]. Postup by mal byť zameraný v prvom rade na sumarizáciu existujúcich geologických údajov a ich kritickú reinterpretáciu, v ďalšom bude potrebný návrh a realizácia dodatočných geologických prác. Výsledky geologickej časti by mali tvoriť vstupy pre seizmologickú časť úlohy a následné inžinierskej hodnotenie vybraných SO.

Pre ďalšie hodnotenie budú rozhodujúce vlastnosti základových pôd vybraných stavebných objektov vrátane geologických, geotechnických a geofyzikálnych charakteristík relevantnej povrchovej časti geologického profilu. Pod povrchovou časťou rozumieme taký úsek geologického profilu, ktorý rozhodujúcim spôsobom ovplyvňuje makroseizmický prejav zemetrasenia v hodnotenom bode, prípadne môže byť rozhodujúci z hľadiska vzniku lokálnych efektov zemetrasenia. Lokálny efekt je vo všeobecnosti anomália v časopriestorovej distribúcii jednej alebo viacerých charakteristík seizmického pohybu alebo anomália v distribúcii makroseizmických účinkov zemetrasenia. Vlastnosti lokálnych geologických štruktúr často dominantne ovplyvňujú charakter kmitavého pohybu na povrchu terénu, resp. na úrovni základovej škáry stavebného objektu. Dvomi najpodstatnejšími faktormi sú geometria rozhrania/rozhraní medzi sedimentárnou výplňou a skalným podložím a veľkosť kontrastu rýchlostí v skalnom podloží a sedimentoch, resp. kontrasty medzi jednotlivými fyzikálnymi prostrediami v profile. Rôzne typy lokálnych geologických štruktúr môžu spôsobovať rôzne lokálne anomálie seizmického pohybu. Spolupôsobenie uvedených faktorov môže v niektorých pôsobiť na dopadajúce seizmické vlny ako frekvenčne selektívny zosilňovač.

Pre účely stavebnej praxe a projektovania platí v podmienkach SR systém EC-8 (STN EN 1998-1) „Navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť“ (slovenská verzia Európskej normy EN 1998-1: 2004 [7]). Predmet normy stanovuje jej používanie pri navrhovaní a výstavbe pozemných a inžinierskych stavieb, avšak s výnimkou špeciálnych konštrukcií, kam náležia aj atómové elektrárne. Podmienky v podloží sú v zmysle EC-8 [7] charakterizované kategóriami podložia a priemernou rýchlosťou šírenia šmykových vln v prvých 30 m profilu ($v_{s,30}$).

Výsledkom riešenia úlohy by mala byť rajonizácia územia z hľadiska seizmického ohrozenia, ktorá bude vstupným podkladom pre následné inžinierskej hodnotenie vybraných stavebných objektov. V prvom priblížení je možné na základe existujúcich údajov navrhnúť základnú rajonizáciu, ktorá by mala zohľadňovať geologickú stavbu od povrchu terénu po úroveň skalného podložia, resp. pri použití prístupu v zmysle dokumentu [7] EC-8 v prvých 30 m geologického profilu. Pre účely základnej rajonizácie bude ako „skalné“ podložie možné považovať geologickú formáciu, v ktorej bude rýchlosť šírenia šmykových vln väčšia ako 800 m.s^{-1} a zároveň bude platiť, že táto hodnota v smere do hĺbky narastá (resp. neklesá). V rámci prvého priblíženia je možné túto hranicu položiť na povrch neogénnych sedimentov (panón). Podľa dostupných výsledkov geofyzikálnych meraní v lokalite JE EBO, ako aj v lokalitách s analogickým typom profilu existuje od povrchu neogénneho podložia v smere do podložia reálny predpoklad splnenia oboch požiadaviek. Prvotné členenie územia bude v danom zmysle zohľadňovať hrúbky kvartérneho pokryvu s možným výskytom nekonsolidovaných sedimentov.

Podobne je možné použitím prístupu podľa dokumentu [7] EC-8 navrhnúť kategorizáciu podložia (základových pôd) v riešenej ploche. Znením čl. 3.1.2 EC-8 sú zavedené kategórie podložia A až E, t. j. od kategórie skalného podložia pre ktoré platí $v_{s,30} > 800 \text{ m.s}^{-1}$ až po nekonsolidované jemnozrnné sedimenty

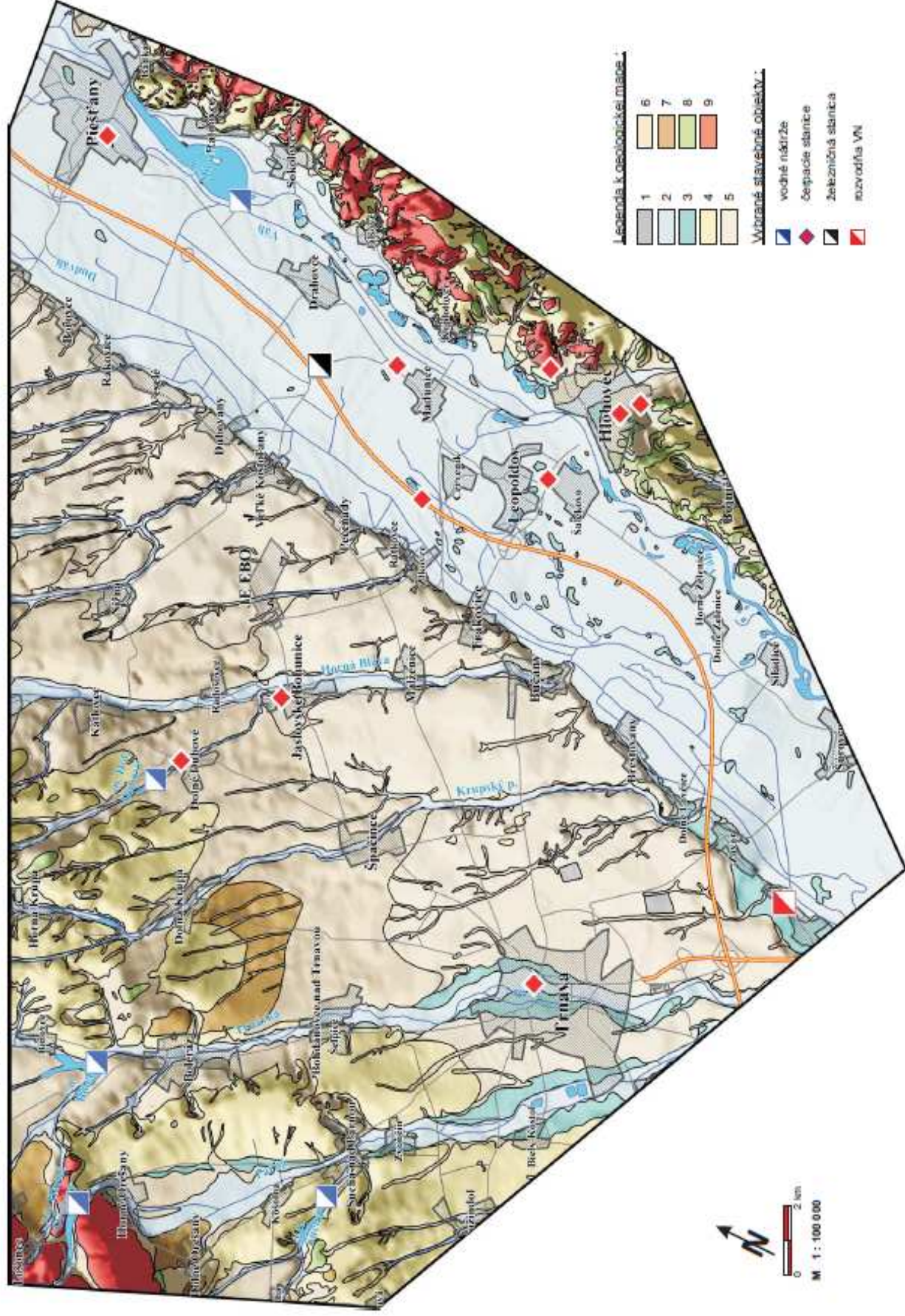
alúvii s hodnotou $v_{s,30} < 100 \text{ m.s}^{-1}$, resp. zvlášťne kategórie S_1 a S_2 charakterizujúce špecifické typy základových pôd nepriaznivých vlastností. Aj keď nie je uvedená kategorizácia celkom jednoznačná, umožňuje v rámci riešenia indikovať najmä problematické časti územia, ktoré vyžadujú detailnejší prístup, resp. navrhnuť priority v postupe riešenia. Presnosť určenia uvedených charakteristík v rámci riešenej plochy bude závislá na množstve, kvalite a spoľahlivosti dostupných geologických a geofyzikálnych informácií.

Výsledky základnej rajonizácie územia by mali byť podkladom pre návrh následnej (mikro)rajonizácie, vrátane nevyhnutného rozsahu geologických prác a seizmických meraní. Zo zmyslu veci vyplýva, že prvotná rajonizácia bude riešením značne konzervatívnym, resp. v niektorých prípadoch nemusí postačovať na jednoznačnú identifikáciu problematických lokalít. Riešenie úlohy musí vychádzať zo špecifik danej lokality (lokalít) resp. územia, ktoré pokrýva rozmiestnenie kritickej infraštruktúry vrátane komunikačných prepojení. V ďalšom kroku bude potrebné inžinierske hodnotenie seizmickej odolnosti vybraných stavebných objektov, ktorých životnosť po seizmickej udalosti má byť predmetom posúdenia. SO bude nevyhnutné posúdiť najmä z hľadiska ich stavebnej realizácie. Pre tento účel bude nevyhnutné zabezpečiť projekty skutočného vyhotovenia stavieb, alebo získať nevyhnutné údaje prostredníctvom fyzickej rekognoskácie objektov. Vstupom pre inžinierske hodnotenie by mali byť vybrané charakteristiky seizmického pohybu na úrovni základovej škáry SO.

Predkladaný text stanovuje základný rámec riešenia geologickej časti úlohy so zohľadnením všeobecných charakteristík hodnoteného územia. Riešenie úlohy je možné navrhovať ako plošné, alebo jednotlivo pre vybrané lokality. V prípade, ak majú byť posúdené aj komunikačné trasy medzi SO a vlastnou lokalitou JE EBO bude nevyhnutné voľiť plošný prístup riešenia, alebo oba prístupy kombinovať.

vůje

Obrázok 2.1-1 - Schematická geologická mapa polygónu JE EBO



2 ZÁKLADNÉ VÝCHODISKOVÉ ÚDAJE O ÚZEMÍ

2.1 VYMEDZENIE ÚZEMIA

Rozsah hodnoteného územia je špecifikovaný dokumentom [2]. Územie tvorí polygón s plochou cca 480 km², ktorý je približne ohraničený miestami Lošonec - Horná Krupá - Piešťany- Hlohovec - Šúrovce - Borová - Lošonec. Polygón obsahuje všetky body kritickej infraštruktúry vrátane ich komunikačného napojenia do areálu JE EBO (okrem výrazne odľahlého bodu rozvodne Bošáca).

2.2 SYSTEMATICKÉ ZARADENIE

2.2.1 Geomorfologické vymedzenie územia

Prevažná časť riešenej plochy je príslušná geomorfologickému celku Podunajská pahorkatina (oblasť Podunajská nížina), zo západu zasahuje do územia okraj celku Malé Karpaty (podcelok Pezinské Karpaty, časti Smolenická vrchovina a Lošonská kotlina) a na východe územia okraj celku Považský Inovec (podcelok Inovecké predhorie), pričom oba uvedené celky sú príslušné Fatransko-Tatranská oblasti. Geomorfologický celok Podunajská pahorkatina sa v danom území ďalej člení na podcelok Trnavská pahorkatina (západná a stredná časť územia, pričom obsahuje časti Podmalokarpatská pahorkatina a Trnavská tabuľa) a vo východnej časti podcelok Dolnovážska niva (časť Dudvážska mokrad'); podcelok Nitrianska pahorkatina (časť Zálužianska pahorkatina) zasahuje do územia v malom úseku južne od Hlohovca.

2.2.2 Regionálne geologické zaradenie

Podstatná časť hodnoteného územia leží v čiastkovej blatnianskej depresii ako severného výbežku trnavsko - dubníckej panvy, ktorá je súčasťou dunajskej panvy. Na okrajoch do územia zasahujú jednotky príslušné jadrovým pohoriam: na západe okraj Malých Karpát (Pezinské Karpaty) a na východe okraj Považského Inovca. Z hľadiska ďalšieho hodnotenia budú prakticky všetky lokality ako aj ich komunikačné prepojenia súčasťou panvovej výplne blatnianskej depresie.

2.3 ZÁKLADNÉ ÚDAJE O GEOLOGICKEJ STAVBE

Z hľadiska predpokladanej požiadavky na rajonizáciu územia sú pre ďalšie hodnotenie rozhodujúce charakteristiky sedimentov kvartéru a neogénu, resp. v okrajových oblastiach tiež predterciérne horniny jadrových pohorí (pravdepodobne nebudú súčasťou hodnotenia). Základnú orientáciu v riešenej ploche poskytuje zjednodušená povrchová geologická mapa, vid' obrázok 2.1-1, ktorá zobrazuje priestorovú distribúciu základných genetických typov kvartérnych sedimentov, neogénnych sedimentov (vcelku) a predterciérnych jednotiek (vcelku). Prakticky všetky objekty, ktoré budú predmetom hodnotenia vrátane komunikačných trás sa nachádzajú v prostredí panvovej sedimentárnej výplne, t. j. ich základové pôdy budú tvoriť prevažne kvartérne, len v malej časti neogénne sedimenty. Sumárna charakteristika geologickej stavby vlastnej lokality JE EBO tvorí samostatnú časť dokumentácie. V nasledovnom texte sú uvedené základné

charakteristiky horninových súborov, ktorých vlastnosti budú pre ďalšie hodnotenie podstatné. Číselné označenie zodpovedá príslušnému označeniu v mape na obrázku 2.1-1.

V rámci tohto obrázku sú uvedené aj vybrané dôležité objekty infraštruktúry (vodne nádrže, čerpacie stanice, železničné stanice, rozvodňa VN), ktoré sú podrobnejšie špecifikované v dokumente [2].

2.3.1 Kvartérne sedimenty

Kvartérne sedimenty sú v danom území dominantným typom sedimentov, pokrývajú v povrchovom zázname cca 94 % plochy riešeného územia. Vytvárajú základové pôdy takmer všetkých SO a komunikačných trás, ktoré majú byť predmetom hodnotenia. Územie je možné generálne rozdeliť na dve oblasti: západne od línie Borovce - Veľké Kostoľany - Bučany - Zavar prevládajú eolické sedimenty, východne od uvedenej línie po okraj Považského Inovca sa nachádza rozsiahle alúvium Váhu s fluvialnými akumuláciami.

Pri návrhu rajonizácie budú vlastnosti sedimentov kvartéru určujúce najmä v prípade ich väčších hrúbok, ktoré narastajú okrem území v blízkosti vodných tokov a úpäť svahov tiež v centrálnej časti územia s rozsiahlymi sprašovými pokryvmi. V podstatnej časti hodnoteného územia dosahujú hrúbky kvartérnych akumulácií okolo 20 ÷ 30 m. Kvartérne sedimenty boli pre účely tohto návrhu rozdelené z genetického hľadiska na fluvialné sedimenty, eolické a eolicko-deluvialné sedimenty (na rôznych typoch podkladu) a proluviálne sedimenty. Uvedené hľadisko umožňuje prvotnú orientáciu v predpokladoch výskytu jednotlivých zemín nových typov v zmysle STN 72 1001 "Klasifikácia zemín a skalných hornín" [8]. Zvlášť je potrebné posudzovať antropogénne sedimenty (označenie v mape na obrázku 2.1-1 č. 1), ktoré môžu tvoriť kritickú skupinu prostredí z hľadiska lokálnych efektov. Ich výskyt v základových pôdach je však potrebné posudzovať individuálne pre každý SO.

2.3.2 Fluvialné sedimenty (2, 3)

Pokrývajú približne 38 % riešenej plochy. Fluvialné sedimenty vznikali činnosťou vodných tokov v najmladších etapách geologického vývoja (stredný pleistocén až holocén). Priestorovo sú viazané na údolné nivy - alúviá vodných tokov a ich terasy. Šírka alúvií a celková hrúbka fluvialnej akumulácie závisí na lokálnej morfológii a veľkosti vodného toku. V území dominuje alúvium Váhu, ktoré v profile Sokoloviec dosahuje šírku až 8 km. Významnejšími sú ešte alúviá Trnávky a Parnej, ktoré spolu s terasami dosahujú šírku až nad 1,5 km. Alúviá lokálnych tokov spravidla nepresahujú šírku 200 m, okrem alúvia Blavy, ktoré južne od Jaslovských Bohuníc dosahuje nad 500 m. Fluvialné sedimenty vytvárajú plošne aj objemovo významné kolektory podzemných vôd. Fluvialné sedimenty na povrchu boli pre účely mapovej schematizácie na obrázku 2.1-1 rozdelené na mladšie (vrchnopleistocénne až recentné) nivy (označenie v mape na obrázku 2.1-1 č. 2) a staršie terasové akumulácie, pri ktorých nie je vylúčený aj pliocénny vek (ozn. 3). Nivné sedimenty z hľadiska plochy vysoko prevažujú.

Telesá fluvialných sedimentov je možné principiálne rozdeliť na štrky korytovej (resp. v časti územia terasovej) akumulácie a povrchovú časť tvorenú povodňovými hlinami. V korytovej fácií väčších tokov sú zastúpené predovšetkým štrky obsahujúce lepšie vytriedený materiál, ktoré v zmysle dokumentu [8] STN 72 1001 zodpovedajú spravidla klasifikačným triedam štrk zle zrnéný (G2/GP) alebo štrk s prímiesou

jemnozrnej zeminy (G3/G-F). V štrkoch sú často prítomné telesá pieskov rôznych variet. V smere k horným častiam menších tokov obvykle pribúdajú zahlinené štrky s vyšším podielom jemnej frakcie, klasifikované obvykle ako štrk siltovitý (G4/GM). Zahlinené štrky môžu tvoriť aj vrstvy vo vytriedených štrkoch a ich prítomnosť je častá v terasách. Konsolidácia zemín je spravidla nižšia, štrky v korytách a ich blízkosti bývajú stredne uľahnuté lokálne až kypré, staršie štrky najmä v terasách sú spravidla lepšie konsolidované (stredne uľahnuté až uľahnuté).

Povrchové povodňové hliny tvoria najmladšiu akumuláciu pokrývajúcu údolnú nivu v celej šírke, väčšinou kontinuálne prekrývajú sedimenty koryta. Povodňové (nivné) hliny sú spravidla reprezentované ílmi a siltmi v širokom spektre plasticity: klasifikačné triedy silty a íly s nízkou až vysokou plasticitou (F5/ML-MI, F6/CL-CI, F7/MH a F8/CH), prípadne prechodnými typmi siltov a ílov piesčitých (triedy F3/MS a F4/CS). Zeminy sú typické slabou konsolidáciou, ich konzistencia býva značne premenlivá v závislosti na aktuálnej saturácii vodou. Spodnú časť na kontakte so štrkami môžu vytvárať vrstvy jemných pieskov, často v kyprom stave. Podľa uvedených charakteristík môže horizont fluviálnych sedimentov obsahovať značnú časť prostredí problematických z hľadiska seizmického ohrozenia. Špecifickým procesom, ktorý môže byť indukovaný seizmickým zaťažením v danom type sedimentov je stekutenie zemín.

2.3.3 Eolické a eolicko-deluviálne sedimenty (4, 5, 6)

Tvoria významný fenomén pahorkatinnej časti územia a najvýraznejšie sa zúčastňujú na zahladzovaní foriem (disekcie) iniciálneho reliéfu, vzniknutých primárne štruktúrno-tektonickými procesmi v interakcii s exogénnymi procesmi. Eolické a eolicko-deluviálne sedimenty sú plošne najrozšírenejšou skupinou, v mapovom zobrazení zaberajú cca 56 % plochy. Vytvárajú rozsiahle pokryvy najmä v strednej a západnej časti územia (Podmalokarpatská pahorkatina a Trnavská tabuľa), ktoré sú rozčlenené morfológicky výraznými líniovými údoliami pravostranných prítokov Váhu.

Vznikali činnosťou vetra v glaciálnych obdobiach pleistocénu a následným čiastočným presunom po svahoch, t. j. obsahujú spraše a sprašové hliny (redepozity spraší), ojedinele aj viate piesky. Redeponované spraše sú prechodné sedimenty medzi sprašami a ich delúviami, ako produkt mladých holocénných až recentných svahových procesov. Typické sú najmä pre dnovú výplň úvalín založených v sprašiach, kde v dôsledku svahových procesov došlo vo vhodných podmienkach k soliflukcii až splachu spraší a ostatných sedimentov, ktoré sa nachádzajú v danom území a k ich vzájomnému miešaniu.

Rajón eolických a eolicko-deluviálnych sedimentov je v mapovom zobrazení rozdelený na podrajón spraší a sprašových hĺn, ktoré sú prítomné najmä v západnej časti územia (označenie v mape č. 4, cca 23 % plochy polygónu JE EBO), ďalej podrajón spraší a sprašových hĺn na proluviálnych sedimentoch (č. 5, cca 19 %) a podrajón spraší a sprašových hĺn na fluviálnych sedimentoch (č. 6, cca 14 %). Uvedené členenie môže mať význam pri hodnotení rýchlostných parametrov v profile základových pôd vybraných stavebných objektov, resp. tiež pri posudzovaní možného výskytu lokálnych efektov zemetrasení.

Spraše aj sprašové hliny sú najčastejšie klasifikované v zmysle dokumentu [8] STN 72 1001 ako íly s nízkou a strednou plasticitou (F6/CL-CI) prevažne tuhej až pevnej konzistencie. Telesá spraší často obsahujú pochované fosilné pôdy. Špecifikom eolických sedimentov (najmä najmladších spraší) je potenciál presadavosti, t. j. proces náhlej redukcie objemu zeminy vplyvom jej prevlhčenia alebo zaťaženia. V rámci regiónu sú vyčlenené dve skupiny presadavých zemín. Veľmi presadavými zeminami sú eolické sedimenty v

litofácii spraší a piesčitých spraší. V okolí lokality JE EBO boli presadavé zeminy zistené v okolí Žlkoviec. Presadavé zeminy sa vyskytujú najmä v širokom pásme, ktoré prebieha pri západnom okraji územia. Uvedená charakteristika môže byť významným rizikom pri zakladaní pozemných stavieb.

2.3.4 Proluviálne a deluviálne sedimenty (7)

Na povrch vystupujú len v menšej časti územia na okrajoch Malých Karpát, a v oblasti medzi Bolerázom a Dolnou Krupou. Proluviálne a deluviálne sedimenty pokrývajú len cca 2 % skúmaného územia, avšak tvoria značnú časť podložia spraší a sprašových hĺn. Obsahujú pomerne široké spektrum sedimentov, ktorých genéza je viazaná na svahovitý reliéf. Akumulované sú spravidla v spodných častiach a na úpätiach svahov, v prípade prolúvií najmä na vyústeniach dolín, kde vytvárajú typické výnosové kužele (vejáre). Zloženie sedimentov reflektuje podložie v oblasti znosu, ktoré je erodované najčastejšie pôsobením toku vody a klimatických podmienok. Uvedené procesy prebiehali v mladšom pleistocéne až holocéne, v niektorých prípadoch sú považované až za subrecentné. Z hľadiska zrnitosti zloženia sedimentu je podstatným faktorom dĺžka a dynamika transportu. V delúviách je spravidla dominantnou jemná, prípadne piesčitá frakcia; proluviálne sedimenty obsahujú prevažujúcu frakciu úlomkov rôznej veľkosti a miery opracovania. Sedimenty sú v niektorých prípadoch popisované ako sute s prívlastkom podľa prevládajúcej frakcie (hlinito-kamenité, kamenito-piesčité sute a pod.). Svahové sedimenty sú v danom území často prekryté sprašami. Z inžiniersko-geologického pohľadu ide o skupinu reprezentovanú veľmi širokým spektrom typov zemín od štrkov a pieskov s rôznou mierou zahlinenia až po silty a íly piesčité. Telesá sú často výrazne stratifikované, pričom dochádza k striedaniu granulometricky značne odlišných litofácií. Vnútorňa stavba telies odzrkadľuje jednotlivé klimaticky podmienené epizódy vzniku sedimentov.

2.3.5 Neogénne sedimenty (8)

Neogénne sedimenty (vcelku): blatnianska depresia je neogénnou morfoštruktúrou s najdynamickejším obdobím vývoja v bádene. Podstatnými etapami vývoja panvy sú spodný až stredný miocén, vrchný miocén až dák a obdobie ruman-pleistocén. Sedimenty neogénu sú prítomné na celom území blatnianskej priehlbiny avšak vzhľadom ku vysokej zakrytosti terénu kvartérnymi uloženinami vystupujú na povrch (až na malé výnimky v niektorých elevačných úsekoch severozápadnej časti polygónu JE EBO) len v okrajových častiach priehlbiny, na styku s pohoriami Malé Karpaty a Považský Inovec. Na povrchu pokrývajú len cca 1 % polygónu JE EBO.

Neogénne sedimenty môžu tvoriť súčasť posúdenia pokračovania profilu základových pôd v smere do podložia pri značnej časti vybraných stavebných objektov. V rámci polygónu JE EBO budú v podloží kvartérnych sedimentov vystupovať sedimenty sarmatu až pliocénu. Všeobecne možno konštatovať zmladzovanie neogénnych sedimentov tvoriacich priame podložie kvartérnych sedimentov od severozápadu smerom na juhovýchod. V oblasti predhoria Malých Karpát môžu do blízkosti povrchu terénu vystupovať sedimenty vrábeľského súvrstvia (sarmat), prípadne ivánskeho a beladického súvrstvia (panón). Na väčšine plochy polygónu JE EBO však budú prevažovať v podloží kvartérnych komplexov sedimenty volkovského (panón) a kolárovskeho súvrstvia (pliocén, resp. až pleistocén), ktoré sú superpozične najvyšším členom neogénneho sedimentárneho sledu. Pre ďalšie hodnotenie teda bude podstatná etapa sedimentácie od vrchného miocénu po dák.

Sedimenty jazerného prostredia v blatnianskej depresii predstavuje ivánske súvrstvie (panón A až F; 11,6 ÷ 8,9 Ma), postupný prechod do plytkého jazerného a močiarného prostredia bol zaznamenaný

uložením beladického súvrstvia (panón F?) s významným obsahom uhoľných vrstiev. Z hľadiska zatriedenia podľa dokumentu [8] STN 72 1001 ide prevažne o íly a silty rôznej plasticity, menej piesky. Okrajovo môžu v polygóne JE EBO vystupovať ešte strednobádenské dolianske vrstvy špačinského súvrstvia (okraj Malých Karpát pri Horných Orešanoch).

V období panónu G až dáku ($8,9 \div 4,1$ Ma) došlo k splytčeniu sedimentačného prostredia, nástup deltovej sedimentácie a aluviálnej pláne, v ktorých boli deponované sedimenty volkovského súvrstvia. Súvrstvie nasadá v severnej časti územia výrazným kontrastným rozhraním štrkových sedimentov na podložné jazerné íly a je tu tvorené takmer v celej hrúbke hruboklastickým materiálom. Južne klesá obsah štrkových sedimentov, prevažujú nívne riečne fácie tvorené jemnozrnnými sedimentami. Smerom na severozápad k predhoriu Malých Karpát báza súvrstvia stúpa pod kvartérne sedimenty a súvrstvie vykliňuje. V smere k pohoriu takto vystupujú k báze kvartéru uvedené staršie členy neogénne sledu. Nasledovala depozícia štrkov a pieskov kolárovskeho súvrstvia ($4,1 \div 2,6$ Ma), ktoré tvorí priame podložie sedimentov kvartéru na značnej ploche polygónu JE EBO. Teleso štrkov a pieskov kolárovskeho súvrstvia je v terasovej pozícii voči mladším, pleistocénnym štrkom a pieskom uloženým približne v oblasti geomorfologickej jednotky Dolnovážska niva. Sedimenty kolárovskeho súvrstvia vystupujú v prostredí sprašovej pahorkatiny na povrch terénu v ojedinelých výskytoch na terénnych eleváciách v severozápadnej časti polygónu JE EBO (kóta Šarkan pri Boleráze, východne od Hornej Krupej a pod.). V smere k údolnej nive Váhu prechádzajú do prikorytovej fácie riečnych štrkov. Z hľadiska zatriedenia podľa dokumentu [8] STN 72 1001 ide prevažne o štrky a piesky s premenlivým podielom jemnej frakcie.

2.3.6 Predterciérne podložie (9)

Predterciérne podložie (vcelku): celok obsahuje kryštalinický fundament a mezozoické horniny, ktoré vystupujú v okrajových častiach jadrových pohorí, pričom pokrývajú asi 3 % povrchu hodnoteného územia. Z hľadiska ďalšieho posudzovania majú okrajový význam, nakoľko tvoria len minimálnu časť predpokladaných základových pôd v oblasti Horných Orešian (karbonáty strednej jury).

2.4 TEKTONICKÉ PORUŠENIE

Analýza tektonického porušenia s orientáciou na hodnotenie neotektonického vývoja bude nevyhnutnou súčasťou riešenia úlohy. Maximálny vplyv tektoniky na vnútornú stavbu výplne blatnianskej depresie je dokumentovaný v strednom až vrchnom bádene. V uvedenom období bola pre vývoj čiastkovej panvy charakteristická rýchla subsidencia, spojená s nárastom hrúbok sedimentov až do $2\,000 \div 3\,000$ m. Medzi významné zlomy aktívne v tomto období v oblasti Trnavskej pahorkatiny zaraďujeme malokarpatský zlom (malokarpatské zlomové pásmo), ktorý ohraničuje hrast' Malých Karpát. Zlom vznikol v bádene, avšak neskôr bol zvýraznený a obnovený v panóne s doznievaním aktivity počas pliocénu. Celková vertikálna amplitúda zlomového pásma dosahuje podľa údajov hlbokých vrtov cca $1\,000 \div 2\,000$ m. Považský zlom (považský zlomový systém) prebieha západnou stranou Považského Inovca a morfológicky ovplyvňuje údolie Váhu. Zlom ďalej pokračuje do centra blatnianskej priehlbiny smerom na Trnavu a Senec. Pozdĺž tohto systému okraj Považského Inovca stupňovite poklesáva.

V období sarmatu nastalo spomalenie subsidencie, čo dokladá aj hrúbka sedimentov dosahujúca iba $100 \div 400$ m. Obdobie vrchného miocénu (panón - pont) je v Dunajskej panve typické posunom depocentier vnútrohorských depresí k juhu. Dunajská panva bola v tomto období vyplňaná deltovými a jazernými

sedimentmi transportovanými riekami z alpsko - karpatského orogénu. Počas pliocénu bola sedimentácia ovplyvnená v extenznom režime postriftového štádia vývoja panvy systémom severozápad - juhovýchodných zlomov.

Recentné tektonické porušenie je v polygóne JE EBO dokumentované napr. v regionálnej geologickej mape Trnavskej pahorkatiny. Podľa zobrazenia v mape ide o zlomy s možnou funkciou pred obdobím rissu. Nové geologické práce vylúčili tektonické porušenie kvartérnych sedimentov. Zároveň neboli v danom území zistené žiadne indície pre prítomnosť potenciálne aktívnych zlomov (capable faults, kap. 8 bezpečnostného návodu MAAE № SSG-9) [9].

2.5 SEIZMICKÉ OHROZENIE

Text uvádza základné vstupné charakteristiky územia pre hodnotenie seizmického ohrozenia súvisiace s geologickou stavbou. Analýza seizmického ohrozenia, prípadne hodnotenie seizmického rizika pre vybrané stavebné objekty musí obsahovať samostatnú seizmologickú a inžiniersku časť úlohy.

2.5.1 Zdrojové zóny seizmického ohrozenia

Východiskovými správami pre lokalitu JE EBO sú „Pravdepodobnostný výpočet seizmického ohrozenia pre lokalitu Atómových elektrární Bohunice“ [3] a „Stanovenie charakteristík zemetrasenia revíznej úrovne (RLE) pre lokalitu Atómových elektrární Bohunice“ [4]. Jedným z hlavných výsledkov analýzy bola hodnota horizontálneho špičkového zrýchlenia pre lokalitu: $PGA = 0,344$ g. Analýza bola realizovaná podľa, v danom čase aktuálnych odporúčaní MAAE, ide predovšetkým o bezpečnostný návod № 50-SG-D1 [5].

Pre prvotnú orientáciu a návrh riešenia aktuálnej úlohy je možné použiť členenie územia Slovenska na zdrojové zóny seizmického ohrozenia, ktoré bolo vypracované pre účely Národnej prílohy EC-8 (STN EN 1998-1/NA Zmena 2) [7]. Dokument obsahuje mapu s rozložením hodnôt referenčného špičkového seizmického zrýchlenia a_{gR} pre návratovú periódu 475 rokov. Uvedené zónovanie tvorilo podklad pre spracovanie mapy hodnôt a_{gR} . Súčasťou dokumentu je tiež Tabuľka NB.6.1 Hodnoty referenčného špičkového seizmického zrýchlenia a_{gR} pre obce nad 5 000 obyvateľov.

Podkladom pre rozčlenenie územia Slovenska na zdrojové zóny seizmického ohrozenia bol seizmotektonický model širšieho územia Slovenska vrátane nového katalógu zemetrasení pre územie Slovenska a jeho blízke okolie. Vyčlenené zdrojové zóny sú chápané ako bloky zemskej kôry, v ktorých je predpoklad výskytu zemetrasení so vzájomne podobnými charakteristikami a seizmotektonickým režimom. Model následne tvoril vstup pre analýzu seizmického ohrozenia územia Slovenska, ktorej výsledkom je vyššie citovaná mapa seizmického ohrozenia Slovenska v hodnotách špičkového zrýchlenia (PGA) na skalnom podloží pre návratovú periódu 475 rokov, t. j. v zmysle návodu č. SSG-9 [9] ide o úroveň SL-1. Výrez uvedenej mapy v mierke 1 : 500 000 pre širšie okolie riešeného územia je znázornený na obrázku 2.5-1 (distribúcia hodnôt a_{gR} a najbližšie hranice zdrojových zón).

Podstatná časť hodnoteného územia s bodmi kritickej infraštruktúry pre lokalitu JE EBO je súčasťou zdrojovej zóny SK1 (Dobrá Voda) ako súčasti seizmogeologickej domény Alcapa, časť Západné Karpaty. Dobrovodská zdrojová zóna bola vyčlenená na základe dokumentovanej seizmickej aktivity, ktorá môže byť

asociovaná so smerne posuvným režimom zlomov prechádzajúcich v smere od dobrovodskej depresie k západnému vymedzeniu Považského Inovca, vrátane konzervatívnej obálky. Z tektonického pohľadu ide o územie značne komplikované, v stavbe sa uplatňujú jednotky tatrika, fatrika, hronika, ďalej je prítomná línia bradlového pásma, sedimenty vrchnej kriedy, paleogénu a v smere do panvových častí tiež neogénna sedimentárna výplň. Špecifickou črtou v hlbinej geologickej stavbe zóny je predpokladaný kontakt jednotiek Západných Karpát s Českým masívom.

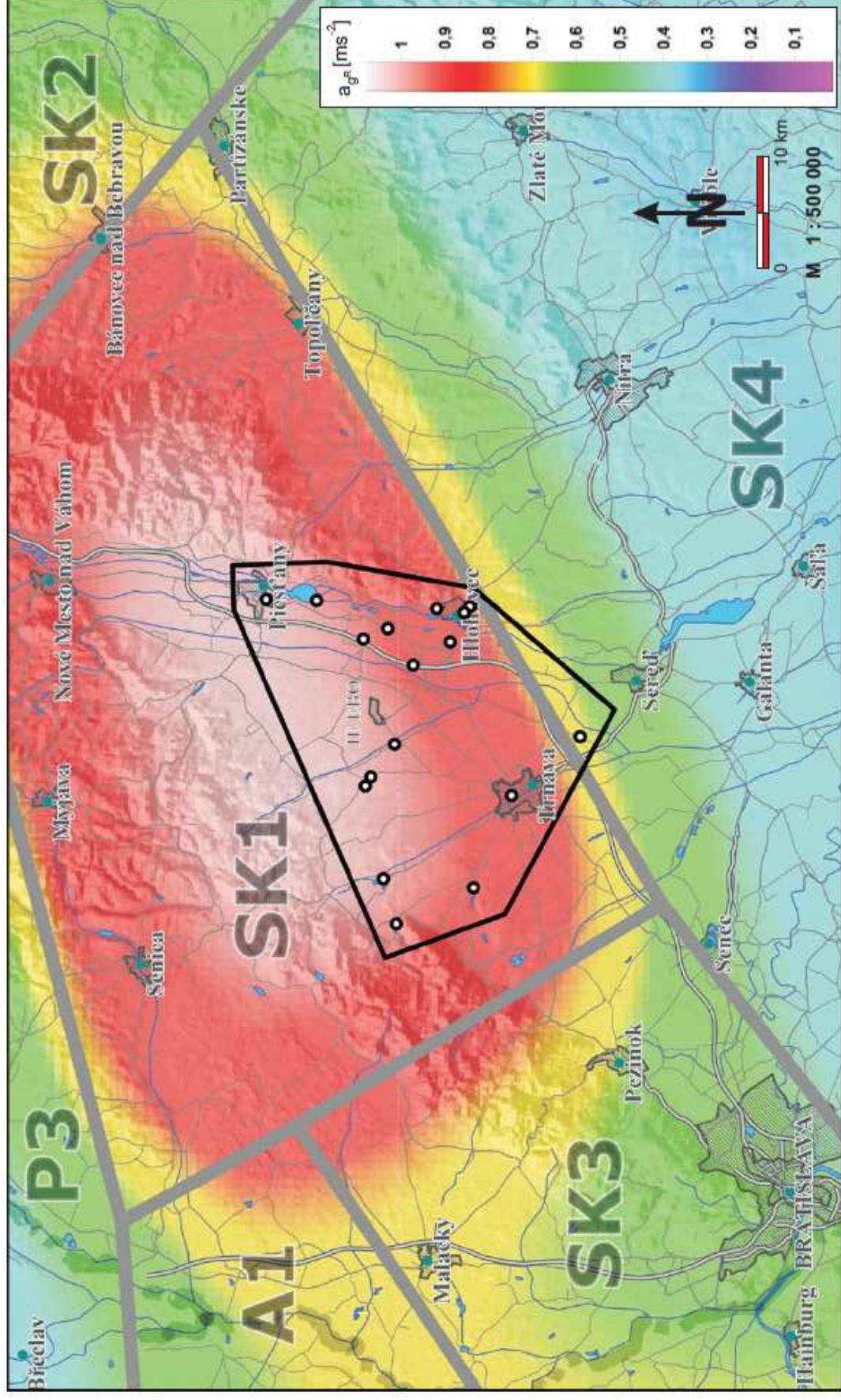
Situácia v Dobrovodskej zdrojovej zóne je komplikovaná prítomnosťou telesa karbonátov, ktoré dosahuje na pomery Západných Karpát anomálne rozmery a podľa interpretácie údajov reflexnej seizmiky zasahuje až do seizmogénnych hĺbok. Uvedený segment, budovaný najmä dolomitmi umožňuje svojim porušením v troch hlavných orientáciách vznik pohybov rôznych smerov a režimov, čomu zodpovedajú aj fokálne mechanizmy získané interpretáciou zemetrasení v zóne. V smere na východ v rámci zóny (oblasť Považského Inovca) dokumentovaná seizmická aktivita výrazne klesá, čo zjavne súvisí s odlišnou reológiou v rigidnom telese karbonátov, kde pri strižnom namáhaní prevažuje krehká deformácia a odlišným typom pretvárania v granitoidoch, kde sa uplatňuje aj plastický proces pretvorenia spojený často so vznikom rozsiahlych mylonitizovaných pásiem.

V Dobrovodskej zdrojovej zóne je dokumentovaná najvyššia seizmická aktivita na území Slovenska, katalógom je registrovaných 271 zemetrasení s momentovým magnitúdom M_w od 2,0 až do hodnoty 5,7. Hĺbky hypocentier sa pohybujú v širokom spektre až do 16 ÷ 18 km s mediánovou hodnotou 11 km. Za charakteristické hĺbky možno považovať interval 4 ÷ 12 km, pričom významnejšie javy sú kumulované najmä v predpokladanej bazálnej časti karbonátového telesa. Z hľadiska seizmického ohrozenia Slovenska ide spolu so zónou H2 (Komárno) o najvýznamnejšiu zónu s najvyššou úrovňou seizmickej aktivity. Najsilnejším dokumentovaným javom je zemetrasenie z r. 1906 s momentovým magnitúdom $M_w = 5,7$, ktorého epicentrum bolo lokalizované do okolia Dobrej Vody (hĺbka hypocentra cca 9 km).

Juhovýchodný výbežok polygónu JE EBO je súčasťou zdrojovej zóny SK4 (Dunajská panva) ako súčasť seizmogeologickej domény Alcapa, časť Západné Karpaty. Zdrojová zóna SK4 je vymedzená ako oblasť dunajskej panvy približne po tok Dunaja na juhozápade a severnú hranicu komárňanskej zdrojovej zóny (H2) na juhu. V zóne Dunajskej panvy je seizmická aktivita nízka, pričom je porovnateľná so zónami stabilnej Európskej platformy.

vŕje

Obrázok 2.5-1 - Distribúcia hodnôt a_{gR} a najbliŕšie hranice zdrojovŕch zón v ŕiršom území polygónu JE EBO



2.5.2 Lokálne podmienky v podloží

Ako bolo konštatované v úvode, EC-8 „Navrhovanie konštrukcii na seizmickú odolnosť“ [7] bola pre charakteristiku podmienok v podloží zavedená veličina $v_{s,30}$ ako priemerná rýchlosť šírenia šmykových (pričných) vln S v horných 30 m pri šmykovej pomernej deformácii 10^{-5} alebo menšej. Hodnotu $v_{s,30}$ je v zmysle čl. 3.1 Podmienky v podloží EC-8 možné určiť podľa vzťahu:

$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{v_i}}$$

kde h_i a v_i označujú hrúbku [m] a rýchlosť šírenia šmykových vln i -tej vrstvy pri počte vrstiev n v horných 30 m ($i = 1 \rightarrow n$).

Rýchlosť šmykových vln je použitá ako kritérium pre kategorizáciu SO jadrových zariadení podľa bezpečnostného návodu MAAE № NS-G-3.6. Čl. 3.4. [6] stanovuje pre účely analýzy seizmickej odozvy tri typy stavenísk, ktoré sú uvedené v nasledovnej tabuľke.

Tabuľka 2.5-1 - Rýchlosť šmykových vln v_s pre kategorizáciu SO JZ podľa bezpečnostného návodu MAAE № NS-G-3.6

Typ staveniska	Rýchlosť šmykových vln
Staveniská typu 1	$v_s > 1\,100 \text{ m.s}^{-1}$
Staveniská typu 2	$1\,100 \text{ m.s}^{-1} > v_s > 300 \text{ m.s}^{-1}$
Staveniská typu 3	$v_s < 300 \text{ m.s}^{-1}$

kde v_s predstavuje najpresnejší odhad (stanovenie) rýchlosti šmykových vln v pôvodnom horninovom prostredí (t. j. pred začiatkom akýchkoľvek prác na stavenisku) tesne pod úrovňou základovej škáry za predpokladu veľmi malých deformácií.

Kategorizácia stavenísk platí za predpokladu, že rýchlosť priečných vln s hĺbkou významne neklesá; v opačnom prípade by mali byť realizované špeciálne (podrobné) analýzy v súlade s osvedčenými postupmi. Pre staveniská typu 2 a 3 sú odporúčaniami MAAE stanovené podrobnejšie podmienky hodnotenia.

Špecifickým prístupom ku priamemu stanoveniu približných hodnôt (proxy) $v_{s,30}$ je použitie topografických údajov s vysokým rozlíšením.

Prístup ku výpočtu vo vymedzenom území umožňuje stránka Geologickej služby USA (USGS) a príslušný výrez v mierke 1 : 150 000 je uvedený na obrázku 2.5-2. Nakoľko vypočítané hodnoty vychádzajú len z korelácie viazanej na topografický gradient, resp. energiu reliéfu sú hodnoty v mape značne konzervatívne, avšak poukazujú na potenciálne problémy vyplývajúce z prítomnosti vrstvy nespevnených sedimentov v základových pôdach prevažnej časti vybraných stavebných objektov. Iným špecifickým prístupom sú empirické vzťahy viazané napr. na typ sedimentu, jeho vek a hĺbku uloženia. Vo všeobecnosti ale ide o prístupy, ktoré je možné použiť pre prvotnú indikáciu problematických území a v rámci riešenia bude nevyhnutné vykonať fyzické merania v teréne.

3 RÁMCOVÝ NÁVRH RIEŠENIA ÚLOHY

Návrh riešenia úlohy by mal v geologicko-geofyzikálnej časti obsahovať nasledovné tri základné nadväzujúce kroky:

- a) archívna časť (výber, sumarizácia a reinterpretácia dostupných archívnych údajov),
- b) terénna časť (realizácia doplňujúcich prieskumných prác) a
- c) syntéza získaných údajov.

Výstupom úlohy by mala byť charakteristika základových pôd obsahujúca sadu geotechnických a seizmologických parametrov pre jednotlivé lokality (resp. pre celý skúmaný polygón JE EBO) v rozsahu nevyhnutnom pre inžinierske posúdenie vybraných SO. Z hľadiska súčasného stavu poznatkov je možné bližšie definovať rámec archívnej časti úlohy, ktorej výsledky budú tvoriť podklad pre návrh terénnej časti. Uvedený postup platí najmä pre geologické a časť geofyzikálnych údajov.

Úlohu je možné riešiť s rôznou mierou podrobnosti, avšak vo všeobecnosti je možné konštatovať, že väčšie neurčitosti vo vstupných parametroch riešenia budú spôsobovať väčší konzervativizmus výsledkov. Navrhovaný postup riešenia umožňuje vykonať výber priorít riešenia, t. j. postupne vykonávať fyzické terénne merania v lokalitách podľa ich potenciálnej rizikovosti.

3.1 ARCHÍVNA ČASŤ ÚLOHY

3.1.1 Databáza archívnych údajov

Prvým krokom riešenia je sumarizácia existujúcich údajov vo vybraných lokalitách. Ide najmä o bodové údaje (profily vrtov, geotechnické a geofyzikálne údaje a pod.) a mapové údaje (geologické mapy, špecifické odvodené mapy, geofyzikálne merania a pod.). Výstupom čiastkovej úlohy bude dokumentačná mapa a databáza, obsahom ktorej bude najmä identifikácia prieskumného diela (vrt, penetračná sonda a pod. s určením polohy v súradnicovom systéme S-JTSK a výšky Bpv), profil a zistené vlastnosti základových pôd (overené rozhrania vrstiev, identifikácia zeminy alebo horniny podľa dokumentu [8] STN 72 1001, indexové a mechanicko-pretvárne charakteristiky zeminy). Do databázy by mali byť zaradené len údaje s jednoznačným polohopisným a výškopisným určením bodov a metodicky vierohodným a spoľahlivým (resp. overiteľným) stanovením geotechnických charakteristík.

Špecifickým typom archívnych údajov bude dokumentácia geofyzikálnych prác, pokiaľ boli v riešenom území vykonávané. Ide najmä o údaje profilových meraní reflexnej seizmiky z etapy vyhľadávacích prieskumov na ropu a zemný plyn. Ďalej by mali byť k dispozícii údaje karotážnych meraní z hlbokých vrtov a merania rýchlostných parametrov vykonávané na vzorkách hornín. Uvedené údaje budú ale pokrývať najmä hlbšiu časť geologického profilu, nakoľko merania boli orientované najmä na predpokladané ložiskové obzory v miocénnej sedimentárnej výplni. Na základe uvedených údajov bude možné získať rýchlostné parametre pre charakteristické súbory hornín, resp. úroveň „skalného“ podložia, ktoré spĺňa kritérium rýchlosti šmykových vĺn $v_s > 800 \text{ m.s}^{-1}$. Merania v malých hĺbkach boli vykonávané na ojedinelých bodoch v lokalite JE EBO a na lokalite PPC Malženice. V okolí lokality JE EBO boli ešte vykonávané aj profilové

seizmické merania s malým hĺbkovým zásahom, ktorých výsledky umožňujú prvotnú charakteristiku vrstiev nad „skalným“ podložím.

Zdrojom údajov pre databázovú časť úlohy bude najmä archív Geofondu Bratislava. Vzhľadom na povahu vybraných SO existuje reálny predpoklad, že pre tieto objekty bude v archíve dostupná inžiniersko-geologická dokumentácia z obdobia ich predprojektovej prípravy. V danej súvislosti je potrebné upozorniť na viaceré metodické odlišnosti v stanovovaní najmä mechanicko-pretvárných charakteristík zemín v rôznych obdobiach realizácie prieskumných prác. Získané archívne údaje bude nevyhnutné spracovať do vnútorne konzistentnej databázy, t. j. na jednotnú, vzájomne porovnateľnú úroveň. Štatistické spracovanie geotechnických charakteristík bude následne jedným zo vstupných podkladov pre návrh základnej rajonizácie územia - polygónu JE EBO.

3.1.1.1 Účelová geologická mapa

Na základe sumarizácie a reinterpretácie archívnych údajov by mala byť pre daný polygón skonštruovaná účelová geologická mapa, ktorá by mala zohľadňovať typové geologické profily a výberové súbory charakteristík základových pôd. V prvom priblížení je možné prijať kategorizáciu základových pôd podľa vyššie citovaného prístupu v EC-8 [7].

Pre tento účel je možné využiť mapy genetických typov a hrúbok kvartérnych sedimentov s doplnením o archívne vrtné údaje. Príklad riešenia v prvom priblížení zobrazuje mapa na obrázku 3.2-1.

3.1.1.2 Špecifická mapa rajonizácie

Mapa základnej rajonizácie by mala byť výsledkom archívnej časti úlohy a mala by tvoriť vstup pre seizmickú (mikro)rajonizáciu územia. Mapou by mala byť skúmaná plocha diferencovaná na rajóny s kvázihomogénnou vnútornou stavbou (do určitej miery je možné rajóny považovať za inžiniersko-geologické). Mapa môže byť okrem rajonizácie indikovať rizikové lokality z hľadiska špecifických vlastností základových pôd (objemové zmeny, kolaps štruktúry a pod.), prípadne riziká vyplývajúce z lokálnych efektov zemetrasení atď. Mapa môže obsahovať aj predpokladané intenzitné stupne pre vybrané seizmické udalosti.

3.2 TERÉNY PRIESKUM

Terénna časť úlohy by mala byť zameraná na dve základné skupiny výkonov a) doplnenie údajov o profile základových pôd b) doplnenie údajov o rýchlostných parametroch základových pôd. V oboch prípadoch by mali byť získané údaje minimálne po úroveň „skalného“ podložia, spĺňajúceho požiadavku na rýchlosť šmykových vĺn $v_s > 800 \text{ m.s}^{-1}$. Terénny prieskum by mal byť sústredený na lokality vybraných stavebných objektov, resp. komunikačné prepojenia, pre ktoré nebudú k dispozícii relevantné archívne údaje s dostatočnou spoľahlivosťou.

3.2.1 Doplnenie údajov o základových pôdach

V prípade absencie spoľahlivých údajov o základových pôdach v lokalitách vybraných SO by mali byť vykonané prieskumné práce povahy doplnkového inžiniersko-geologického prieskumu. Fyzický prieskum lokalít by mal obsahovať vrtné práce, poľné skúšky a merania a súbor pôdomechanických skúšok. Vrtne

práce by mali byť vykonávané technológiou jadrového vŕtania a to ako v prípade súdržných zemín (íly, silty, niektoré variety pieskov), tak aj v nesúdržných zeminách (piesky a štrky). Vrtmi by mal byť spoľahlivo overený geologický profil základových pôd po hĺbku „skalného“ podložia. Pri použití predpokladov podľa dokumentu EC-8 [7] by mala byť dosiahnutá hĺbka minimálne 30 m, pre ktorú by následne bola stanovená priemerná rýchlosť šírenia šmykových vĺn ($v_{s,30}$). Vrtmi by zároveň mali byť získané reprezentatívne vzorky zemín pre pôdomechanické skúšky, t. j. odber neporušených vzoriek zo súdržných zemín a odber dostatočného objemu vzorky z nesúdržných zemín so spoľahlivým určením hĺbky odberu. V súdržných zeminách je predpoklad ťažby vhodnou jadrovnicou, v nesúdržných zeminách šapou alebo klapkovou jadrovnicou (nemali by byť ťažené kalovaním).

Z uvedeného vyplýva aj minimálny požadovaný priemer vŕtania, ktorý by na počve vrtu (v poslednej overovanej vrstve) nemal byť menší ako 195 mm. Tejto požiadavke by mal byť podriadený aj výber vhodnej vrtnej súpravy a vrtného náradia. Technológia vŕtania by zároveň mala zohľadňovať požiadavku nepoškodenia vzoriek súdržných zemín rotačným namáhaním. Akékoľvek sekundárne poškodenie zemín môže mať za následok ich kvalitatívne zmeny, ktoré sa môžu prejaviť značnými odchýlkami, najmä pri stanovovaní mechanicko-pretvárnych charakteristík zemín. Pri určovaní tzv. charakteristických hodnôt v zmysle dokumentu EC-7 [10] môžu byť takto vstupné súbory poškodené odľahlými hodnotami, alebo vysokým súčiniteľom variácie, čo môže vo výsledku prinášať veľmi konzervatívne riešenie. Pri vŕtaní v poloskalných alebo skalných horninách je potrebné voliť technológiu vŕtania individuálne (jadrové vŕtanie alebo použitie ponorného kladiva).

Výber metodík pôdomechanických skúšok by mal byť orientovaný jednak na stanovenie fyzikálno-popisných (indexových) charakteristík zemín, jednak na stanovenie ich mechanicko-pretvárnych charakteristík. Získaný súbor geotechnických charakteristík by mal byť podkladom pre odvodenie dynamických charakteristík základových pôd (najmä dynamický šmykový modul).

Údaje získané vrtmi by mali byť doplnené o poľné skúšky a merania. Najvhodnejšou metodikou je statická penetračná sondáž (CPT), ktorej výsledky umožňujú nepriame určenie rýchlostných charakteristík. Pri ich konfrontácii s priamym seizmickým meraním je možné parametrické odvodenie opravných koeficientov s miestnou platnosťou (pre daný typový rajón). Obmedzením pre statickú penetráciu môže byť tlačná kapacita dostupných súprav, vo všeobecnosti je možné predpokladať nasadenie CPT najmä v rajónoch mladopleistocénnych alúvií. V ostatných rajónoch bude pravdepodobne vhodnejšie nasadenie dynamickej penetračnej sondáže (DPS, ako alternatíva CPT), ktorá umožňuje prekonanie aj uľahnutejších vrstiev zemín. V oboch prípadoch by mal byť volený postup parametrickým meraním, t. j. meranie v blízkosti vrtu so spoľahlivo určeným profilom vrátane geotechnických charakteristík spolu so seizmickým meraním. Následne je možné overovanie vlastností základových pôd mimo detailne skúmané lokality menej náročnými penetračnými skúškami. Uvedeným postupom je možné hodnotiť napr. podložie v trasách komunikačných prepojení, VN vedení a transportných trás.

Celkový prehľad odporúčaných techník pre geotechnický prieskum uvádza napr. tabuľka 2. bezpečnostného návodu MAAE № NS-G-3.6 [6]. Odporúčané techniky pôdomechanických skúšok uvádza tab. 3. tohto návodu.

3.2.2 Seizmický prieskum

V rámci vyčlenených rajónov, resp. priamo v lokalitách vybraných SO by mali byť následne vykonané seizmické merania a stanovené vybrané charakteristiky seizmického pohybu, prípadne odhady makroseizmickej intenzity.

Merania by mali byť orientované na spoľahlivé overenie rýchlostného profilu v blízkosti povrchu zeme, najmenej po overenie „skalného“ podložia spĺňajúceho požiadavku na rýchlosť šmykových vln $v_s > 800 \text{ m.s}^{-1}$. Relevantnou metodikou je napr. povrchové refrakčné a reflexné seizmické profilovanie. Alternatívne je možné voliť tiež seizmické merania vo vrtoch, ktoré sú ale technologicky náročnejším variantom. Prehľad odporúčaných metodík geofyzikálneho prieskumu uvádza napr. tabuľka 1. citovaného bezpečnostného návodu MAAE № NS-G-3.6. [6]

Ďalej by mali byť vykonané merania seizmického šumu (napr. metódou H/V pomeru), ktorými sú zaznamenávané a následne analyzované seizmické pohyby pôdy tzv. pozadia (t. j. záznamy bez prítomnosti signálov zodpovedajúcich zemetraseniam). Meraniami môžu byť stanovené špecifické charakteristiky lokálnych geologických štruktúr, ktoré môžu podmieňovať kritické správanie základových pôd pri zemetrasení (lokálne efekty).

3.3 SYNTETICKÁ ČASŤ ÚLOHY

Na základe interpretácie údajov získaných archívnym výskumom a terénnym prieskumom a následnej syntézy by mala byť vytvorená účelová mapa seizmickej (mikro)rajonizácie vrátane vybraných sád vstupných údajov pre inžiniersku časť úlohy. Mapa bude spresnením úrovne seizmicity a kvantitatívnych parametrov vlnenia v území, ku ktorým dochádza v dôsledku zmien lokálnej geologickej stavby vrátane morfológie povrchu riešeného územia. Dokumentácia bude tvoriť vstup pre inžinierske posúdenie vybraných stavebných objektov z hľadiska ich seizmickej odolnosti. Rozsah požiadaviek na výstup seizmologickej časti úlohy bude nevyhnutné koordinovať so spracovateľom inžinierskej časti úlohy (najmä požadované typy výstupov).

Na realizáciu terénnej časti úlohy by mal byť vyhotovený projekt geologickej úlohy v zmysle Vyhl. MŽP SR č. 51/2008 Z.z. [11] ,ktorou sa vykonáva geologický zákon v platnom znení. Podľa §6 uvedenej vyhlášky by mali byť projektované práce v etape doplnkového inžiniersko-geologického prieskumu vrátane geofyzikálnej časti. Súčasťou projektu by malo byť zisťovanie stretov záujmov chránených osobitnými predpismi v zmysle §17 citovanej vyhlášky (podzemné inžinierske siete a ich ochranné pásma, vstupy na cudzie nehnuteľnosti a pod.). Navrhovanie a vykonávanie geologických prác by malo primerane zohľadňovať platné technické normy, najmä zostavu dokumentov EC-7 [10] a EC-8 [7] a súvisiacich noriem.

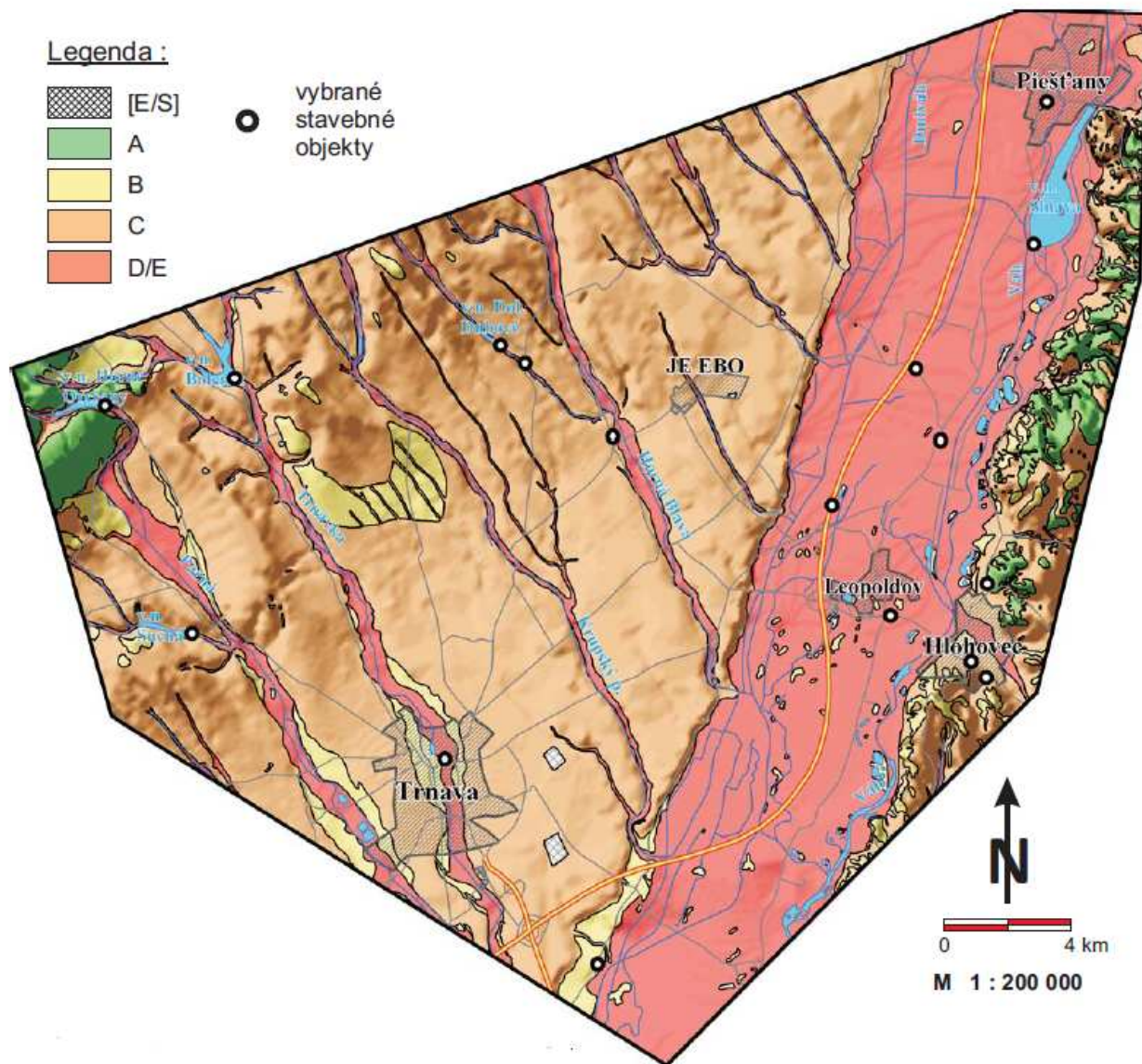
Uvedené geologické práce môže vykonávať v zmysle §4 Zákona č. 569/2007 [12] organizácia, ktorá má geologické oprávnenie na príslušné druhy geologických prác (inžiniersko-geologický a geofyzikálny prieskum). Zhotoviteľ by mal mať preukázateľné skúsenosti z riešenia geologických úloh zameraných na stanovenie podkladov pre hodnotenie seizmického ohrozenia jadrovej-energetických zariadení.

Pre celý postup hodnotenia bude nevyhnutné rozhodnúť, aké kritériá budú použité ako podstatné, napr. aplikácia postupov podľa EC-8 [7], alebo iné postupy, napr. odporúčania a bezpečnostné návody MAAE. V tomto bode bude potrebné zohľadniť skutočnosť, že v dobe projektovania a výstavby prakticky

všetkých stavebných objektov, ktoré by mali byť prehodnotené, bola používaná ČSN 73 0036 [30], ktorá bola v platnosti od 1. 10. 1975, prípadne normy predchádzajúce.

S ohľadom na optimalizáciu nákladov na riešenie úlohy je účelné navrhovať práce v etapách, pričom môže byť použité členenie v zmysle tohto návrhu (archívna etapa → terénna etapa → syntetická časť úlohy). Uvedené členenie umožňuje aj realistické rozpočtovanie potrebných výkonov, nakoľko bez ukončenia archívnej etapy nie je možné stanoviť účelný rozsah terénnych prác. Zároveň môže byť navrhnuté poradie priorít riešenia, t. j. postup od bezpečnostne najdôležitejších objektov smerom k objektom nižšej dôležitosti; resp. postup zohľadňujúci mieru seizmického ohrozenia jednotlivých stavebných objektov (rajónov). Poloha vybraných SO je vyznačená v schématickej geologickej mape na obrázku 2.1-1 s rozdelením na vodné nádrže a čerpacie stanice, ďalej železničná stanica Leopoldov a rozvodňa 110 kV Križovany (rozvodňa Bošáca sa nachádza mimo záber mapy). V ostatných mapách sú znázornené pre prehľadnosť iba bodmi bez rozlíšenia funkcie.

Obrázok 3.3-1 - Predpokladané kategórie základových pôd v zmysle Tab. 3.1 dokumentu EC-8 [7]
v polygóne JE EBO



LITERATÚRA

- [1] 472/2014 - Poseizmický scenár pre lokalitu JE EBO, revízia č. 0, apríl 2014, Trnava, VUJE.
- [2] 9700/2014 - Určenie stavebných objektov a transportných trás v lokalite JE EBO pre udržanie dlhodobého bezpečného stavu JZ po vzniku PIU - SU, revízia č. 0, september 2014, Trnava, VUJE.
- [3] Pravdepodobnostný výpočet seizmického ohrozenia pre lokalitu Atómových elektrární Bohunice“, GfÚ SAV, 1997, Bratislava.
- [4] Stanovenie charakteristík zemetrasenia revíznej úrovne (RLE) pre lokalitu Atómových elektrární Bohunice“, GfÚ SAV, 1998, Bratislava.
- [5] MAAE 50-SG-D1 - Safety functions and Component classification for BWR, PVR and PTR, IAEA.
- [6] MAAE NS-G-3.6 „Geotechnical Aspects of Site Evaluation and Foundations for Nuclear Power Plants“, IAEA, 2004.
- [7] Eurokód 8 (STN EN 1998-1) - Navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť
- [8] STN 72 1001 - Klasifikácia zemín a skalných hornín.
- [9] MAAE SSG-9 - Seismic Hazard in Site Evaluation for Nuclear Installation, IAEA.
- [10] Eurokód 7 (STN EN 1997-1) - Navrhovanie geotechnických stavieb.
- [11] Zbierka zákonov č. 51/2008 - Vyhláška životného prostredia Slovenskej republiky, január 2008.
- [12] Zbierka zákonov č. 569/207 - Zákon o geologických prácach (geologický zákon), október 2007.
- [13] Cipciar A.: Analýza údajov o zemetraseniach v seizmickej zdrojovej zóne Dobrá Voda. Rigorózna práca. Katedra geofyziky, MFF UK Bratislava, 2001.
- [14] Franek P., Kysel R., Moczo P., Kristek J.: Aktualizácia mapy seizmického ohrozenia pre územie Slovenska (správa). Geofyzikálny ústav SAV Bratislava, 2001.
- [15] Hók J., Bielik M., Kováč P., Šujan M.: Neotektonický charakter Slovenska. Mineralia Slovaca., 32/3/2000
- [16] Kováč M., Hók J., Šujan M., Šefara J.: Geologické zhodnotenie oblasti atómovej elektrárne Bohunice. Rádus 25 a 5 km. EQUIS spol. s r. o. Bratislava. 1996.
- [17] Labák P., Bystrická A., Moctó P., Rosenberg L.: Probabilistic seismic hazard computation for the Bohunice Nuclear Power plant site. Geofyzikálny ústav SAV Bratislava. 1997.
- [18] Mazúr E., Lukniš M.: Regionálne geomorfologické členenie Slovenska. Geografický ústav SAV Bratislava. 1986.
- [19] Maglay J., Pristaš J., Nagy A., Fordinál K., Havrila M., Buček S., Elečko M., Kováčik M., Hók J., Baráth I.: Geologická mapa Podunajskej nížiny - Trnavskej pahorkatiny, M 1 : 50 000. Št. Geol. Úst. D. Štúra Bratislava. 2006
- [20] Nicholson D., Tse C., Penny C.: The observation method in ground engineering - principles and applications. Report 185, CIRIA, London. 1999.
- [21] Schwarz J., Kováč M., Tupý P., Malík P., Benková K., Jasovská A., Hrnčárová M., Pitoňák P., Čurlík J., Šefčík P., Hricko J., Kandrik M., Hojnoš M., Lučivjanský L., Ilkanič A., Vasilko T., Oroszlány J.,

- Zlocha M., Antal B.: Súbor regionálnych máp geologických faktorov životného prostredia regiónu Trnavská pahorkatina v mierke 1 : 50 000. MŽP SR Bratislava & EnviGeo Banská Bystrica. 2004.
- [22] Stankoviansky M.: Morfoštruktúrne jednotky Trnavskej pahorkatiny v širšom zázemí Jaslovských Bohuníc a ich vývoj. Geografický Čas., 46. 1994
- [23] Šajgalík J. & Modlitba I.: Spräse Podunajskej nížiny a ich vlastnosti. Veda vydavateľstvo SAV, Bratislava. 1983
- [24] Šujan M. ml.: Litofaciálny charakter sedimentov pliocénu a kvartéru blatnianskej priehlbiny. Diplomová práca. Kat. geológie a pelontológie PvF UK Bratislava. 2012
- [25] Vass D., Began A., Gross P., Kahan Š., Krystek I., Köhler E., Lexa J., Nemčok J., Růžička M., Vaškovský I.: Regionálne geologické členenie Západných Karpát a severných výbežkov Panónskej panvy na území ČSSR, Mapa 1 : 500 000, Geologický ústav Dionýza Štúra Bratislava. 1988.
- [26] Hrnčiarová T.: Atlas krajiny Slovenskej republiky. 1. vyd. MŽP SR Bratislava & SAŽP Banská Bystrica. 2002
- [27] Earthquakes and Associated Topics in Relation to Nuclear Power Plant Siting. A Safety Guide - Safety Series №. 50-SG-S1, IAEA, 1991.
- [28] Káčer Š., Antalík M., Lexa J., Zvara I., Fritzman R., Vlachovič J., Bystrická G., Brodianska M., Potfaj M., Madarás J., Nagy A., Maglay J., Ivanička J., Gross P., Rakús M., Vozárová A., Buček St., Boorová D., Šimon L., Mello J., Polák M., Bezák V., Hók J., Teťák Fr., Konečný Vl., Kučera M., Žec B., Elečko M., Hraško L., Kováčik M. k Pristaš J.: Digitálna geologická mapa Slovenskej republiky v mierke 1 : 50 000 a 1 : 500 000. Štátny geologický ústav Dionýza Štúra. Bratislava. 2005.
- [29] Yeats R. S., Sieh K., Allen C. R.: The Geology of Earthquakes. Oxford Univ. Press, NY. 1997.
- [30] ČSN 73 0036 „Seismická zatížení staveb“

ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka 2.5-1 - Rýchlosť šmykových vín v_s pre kategorizáciu SO JZ podľa bezpečnostného návodu MAAE № NS-G-3.6.....	16
---	-----------

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok 2.1-1 - Schematická geologická mapa polygónu JE EBO	7
Obrázok 2.5-1 - Distribúcia hodnôt a_{gR} a najbližšie hranice zdrojových zón v širšom území polygónu JE EBO	15
Obrázok 2.5-2 - Hodnoty $v_{s,30}$ (proxy) v polygóne JE EBO	17
Obrázok 3.3-1 - Predpokladané kategórie základových pôd v zmysle Tab. 3.1 dokumentu EC-8 [7] v polygóne JE EBO	23