

Inžinierskogeologické podmienky výstavby jadroveenergetického zariadenia Južné Slovensko — Mužla

MIROSLAV HRAŠNA

Katedra inžinierskej geológie PF UK, Zadunajská 15, 851 01 Bratislava

Doručené 2. 4. 1986

Инженерогеологические условия строительства атомноэлектрической установки Мужла (Южная Словакия)

В противоположность остальным постройкам, для атомноэлектрических построек, кроме этапа инженерогеологической разведки предусмотренной указом № 45 СГУ с 1976 года, необходимо подготовить и инженерогеологический очерк, с целью выбора территорий на локализацию атомноэнергетического комплекса, это значит такие территориальные участки, которые с точки зрения инженерогеологической пригодны для построек атомноэнергетических сооружений. (Выбор сделан на 6—10 объектах). В сокращённой форме в работе предложен инженерогеологический очерк для локализации атомноэнергетических сооружений на территории Южной Словакии в районе деревни Мужла.

Engineering geological conditions of the Mužla nuclear power plant construction (Southern Slovakia)

In contrast to requirements needed for current construction of nuclear power plants, beside the stages of engineering geological investigation prescribed by the Rule No 45 of Slovak Bureau of Geology from 1976, firstly engineering geological study is needed with the aim to point out areal units (6 — 10 localities) suitable for such construction from engineering geological considerations. The paper presents short version of such engineering geological study elaborated for the purpose of localization of a nuclear power plant in Southern Slovakia near Mužla village.

Pri riešení výskumnej témy štátneho plánu RVT Hodnotenie a výber stavenísk jadrových elektrární sa vypracovali aj inžinierskogeologické štúdie pre jadrové elektrárne a teplárne plánované na východnom, západnom a južnom Slovensku (Košická kotlina, okolie Bratislavy, Rimav-

ská kotlina a okolie Mužle). Sú súčasťou geologicko-seizmotektonických štúdií zostavených pre tento účel v rámci hlavnej úlohy 2. etapy Regionálneho geologického výskumu SSR, koordinovanej GÚDŠ Bratislava. Opis inžinierskogeologických podmienok výstavby uvedených jadroveener-

getických zariadení [JEZ] okrem okolia Mužle uverejní časopis Západné Karpaty, séria hydrogeológia a inžinierska geológia [Hrašna — Matula, v tlači].

Podkladom pre vypracovanie inžinierskogeologickej štúdie na výber staveniska JEZ Mužla bola priložená inžinierskogeologická mapa a práce uvedené v zozname literatúry, najmä však geologické, tektonické, seizmologické, geomorfologické a geodetické štúdie obsiahnuté v realizačnom výstupe vyššie uvedenej hlavnej úlohy (Vaškovský et al., 1985).

Inžinierskogeologickú mapu sme zostavili metódou typologického rajónovania (Matula — Hrašna, 1976). Rajóny sme v nej vyčlenili podľa inžinierskogeologického charakteru horninových komplexov určitej genézy, litologického obsahu i stratigrafickej príslušnosti a s nimi úzko spojených morfológických i hydrogeologických pomerov. V prípade vystupovania niekoľkých horninových komplexov nad sebou sa všetky uvádzajú v názve i v symbole rajónov, pričom sa zohľadňuje aj ich mocnosť, napr.: L — rajón polygenetických spraší (mocnosť viac než 10 m), LF' — rajón polygenetických spraší na terasových sedimentoch (povrch terasy v hĺbke do 5 m), L/F' — detto, povrch terasy v hĺbke 5 — 10 m. Vzhľadom na účel a mierku mapy sme v nej nezobrazili povrchové komplexy hornín, ktorých mocnosť nepresahuje 2 m. Mapa bola zostavená na základe Prehľadnej inžinierskogeologickej mapy Slovenska 1 : 200 000 — list Bratislava — Nitra (Hrašna et al., 1981) a Geologickej mapy juhovýchodnej časti Podunajskej nížiny 1 : 50 000 (Vaškovský — Halouzka, 1976).

Z hydrogeologických faktorov mapa bodovo uvádza hĺbku hladiny podzemnej vody (predpokladaný maximálny stav v gradácii: <2 m, 2 — 5 m, 5 — 10 m a > 10 m), významné zdroje podzemnej vody (zachytené i nezachytené) a plánované širšie

ochranné pásma prognózných zdrojov vody (Bujalka et al., 1971).

Údaje o ložiskách stavebných nerastných surovín sme prevzali z práce Ľapáka (1974). Z rovnakého podkladu a z práce Miháliky et al. (1971) sme prevzali aj údaje o chránených územiach. Izo-seisty vyznačené v mape sú prevzaté z práce Broučka et al. (1978), lebo sú novšie a lepšie vystihujú rozloženie intenzity zemetrasení pozorovaných v danom území než izoseisty uvedené v ČSN 73 0036 (1973). Z početných zlomov porušujúcich geologické prostredie územia sú v mape vyznačené iba významnejšie, prestupujúce rôzne štruktúrne horizonty neogénnych hornín včítane všetkých zistených zlomov s predpokladanou aktivitou počas najmladšieho neogénu a kvartéru.

Inžinierskogeologické pomery a podmienky výstavby JEZ v oblasti Mužle opisujeme po jednotlivých rajónoch vyčlenených v inžinierskogeologickej mape. Výnimku tvoria rajóny deluviálnych sedimentov a eolických pieskov, ktoré vzhľadom na ich relatívne malú mocnosť a charakter uvažovaného diela opisujeme spoločne s príslušnými rajónmi horninových komplexov, ktoré pokrývajú. Pohybovú aktivitu územia, vzhľadom na jej dôležitosť pre situovanie staveniska JEZ, opisujeme samostatne.

Stručná geologická a geomorfologická charakteristika územia

Celé študované územie s výnimkou JV okraja patrí do geomorfologickej oblasti Podunajskej nížiny, prevažne do celku Podunajskej pahorkatiny. Na JV okraji územia zastupuje geomorfologický celok Burda Matransko-slanskú oblasť (Atlas SSR, 1980).

Centrálnu a západnú časť územia tvorí geomorfologický oddiel Hronskej pahorkatiny, v ktorom sú zastúpené neogénne,

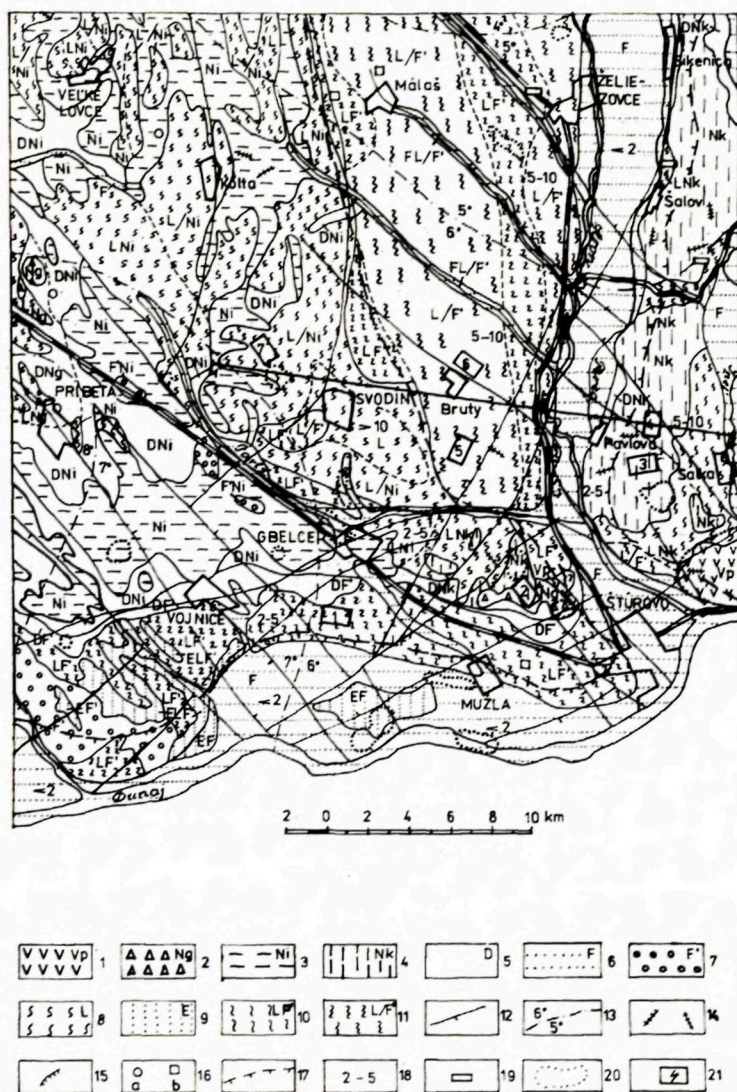


Fig. 1. Engineering geological map for the selection of Mužla nuclear power plant location. Engineering geological zones: 1 — pyroclastic rocks, 2 — gravel sediments, Neogene, 3 — argillaceous to silty sediments, Neogene, 4 — undivided Neogene sediments, 5 — deluvial sediments, 6 — fluvial sediments, 7 — fluvial terrace sediments, 8 — polygenetic loess, 9 — eolic sand, 10 — polygenetic loess over terrace sediments (terrace surface up to 5 m depth), 11 — polygenetic loess over terrace sediments (terrace surface in 5 — 10 m depth), 12 — main fault, 13 — isoseists of observed earthquakes ($^{\circ}$ MSK), 14 — erosion furrow, 15 — river bank scour, 16 — significant ground water source, a — untrapped, b — trapped, 17 — planned broader protection area of prognostic ground water source, 18 — ground water table depth in m, 19 — exploited industrial reserve of brick clay, 20 — protected area, 21 — alternative site of nuclear power plant construction

Obr. 1. Inžinierskogeologická mapa pre výber staveniska JEZ Mužla. 1 — rajón pyroklastických hornín, 2 — rajón neogénnych štrkovitých sedimentov, 3 — rajón neogénnych štrkovitých sedimentov, 4 — rajón neogénnych sedimentov (vcelku), 5 — rajón deluviálnych sedimentov, 6 — rajón fluviálnych sedimentov, 7 — rajón fluviálnych terasových sedimentov, 8 — rajón polygenetických spraší, 9 — rajón eolických pieskov, 10 — rajón polygenetických spraší na terasových sedimentoch (povrch terasy v hĺbke do 5 m), 11 — rajón polygenetických spraší na terasových sedimentoch (povrch terasy v hĺbke 5 — 10 m), 12 — významné zlomy, 13 — izoseisty pozorovaných zemetrasení ($^{\circ}$ MSK), 14 — erózne ryhy, 15 — podmyvávanie brehov, 16 — významné zdroje podzemnej vody: a — nezachytené, b — zachytené, 17 — plánované širšie ochranné pásmo prognózných zdrojov vody, 18 — hĺbka (m) hladiny podzemnej vody, 19 — využívané priemyselné zásoby tehliarskych surovín, 20 — chránené územie, 21 — alternatívne staveniská JEZ

Z výsledkov opakovaných presných nivelačných meraní (Marčák in Vaškovec et al., 1985) vyplýva, že v súčasnosti najintenzívnejšie poklesáva územie doliny Hrona v úseku od Želiezoviec po Kamený Most (1,5 — 3,0 mm za rok) a územie doliny Dunaja od Modrian po Gbelce (2,0 — 2,5 mm za rok). V ostatných častiach územia dosahujú vertikálne pohyby intenzitu niekoľkých stotín až desiatín mm za rok. Relatívne najstabilnejšie je územie zobrazené pri JV okraji inžinierskogeologickej mapy.

Z vyššie uvedeného vidieť, že kvartérna i celková neotektonická intenzita pohybov sú približne rovnaké. Tejto intenzite zodpovedá v podstate aj intenzita súčasných vertikálnych pohybov podľa výsledkov presných nivelačných meraní. Na druhej strane výsledky týchto meraní i vyššie uvedená deformácia mindelskej terasy poukazujú na skutočnosť, že intenzita pohybov, ako aj ich charakter v kratších časových intervaloch, resp. pozdĺž jednotlivých zlomových línií sa môžu od celkových priemerných hodnôt odlišovať.

Seizmicitu územia, ako sme už uviedli, opisujeme v tomto príspevku podľa práce Broučka et al. (1978), ktorá obsahuje mapu pozorovanej makroseizmickej intenzity a katalóg zemetrasení. Izozeisty zobrazené v mape ohraničujú oblasti s rovnakou maximálnou intenzitou pozorovanou v príslušnom území v priebehu ostatných 400 — 500 rokov. (Zjednodušený variant tejto mapy obsahuje aj Atlas SSR z roku 1980.)

Keďže sídla, v ktorých sa v študovanej oblasti zemetrasenia zaznamenali, sú spravidla v základových pomeroch, ktoré zvyšujú úroveň seismicity, a zväčša i v blízkosti mladých zlomov, izozeisty sú zobrazené v mape na strane bezpečnosti. Navyiac v seizmickej oblasti s intenzitou 6 °MSK sa na území zobrazenom na inžinierskogeologickej ma-

pe zaznamenala maximálna intenzita iba do 5 °MSK (Gbelce, Mužla, Nána, Štúrovo, Salka, Kamenín, Biňa a i.) Z tohto hľadiska sú seizmické oblasti uvedené pre dané územie v ČSN 73 0036 nadhodnotené minimálne o 1 °MSK a možno ich považovať skôr za úroveň maximálneho výpočtového než projektového zemetrasenia.

Vzhľadom na energiu a vzdialenosť potenciálnych ohniskových oblastí od územia, ktoré sme študovali, najväčšie ohrozenie predstavuje komárňanská oblasť, kde v roku 1763 zaznamenali zemetrasenie epicentrickej intenzity 9 °MSK. Podľa Dvořáka (1956) medzná izoseista 8 °MSK tohto zemetrasenia prebieha približne po čiare Hurbanovo — Vojnice — Obid a izoseista 6 °MSK po čiare Dvory nad Žitavou — Svodín — Kamenín — Szob.

Najbližšie k východnej časti územia je seizmická oblasť Borzsony s epicentrálnou intenzitou 7 °MSK, ktorá sa v doline Ipľa na našom území prejavuje seizmickou intenzitou do 5°, na maďarskej strane až 6 °MSK.

Podľa priebehu izoseist možno predpokladať, že seizmická energia z komárňanskej oblasti sa pri povrchu šíri najmä pozdĺž zlomov smeru SV — JZ (novozámocký a komárňanské zlomy), resp. podľa hlbšie založeného SJ smeru prechádzajúceho Komárnom. Mimo priebehu tohto zlomu dochádza pri prechode seizmickej energie z panónskeho do podunajského bloku k jej čiastočnému útlmu na hurbanovskom a v rámci podunajského bloku na dobrovodscom zlome. Určitý útlm seizmickej energie zrejme nastáva aj pri jej prechode do relatívne stabilnejšej východnej, vyššie položenej kryhy paleogénnych sedimentov obmedzenej na západe hronským, resp. kravianskym zlomovým systémom.

Podľa rozloženia lokalít, kde sa pozorovali zemetrasenia, a maximálnej zazna-

menanej intenzity možno predpokladať aj šírenie seizmickej energie smerom z juhu na sever dolinou Hrona. Pri ostatných zlomoch je vzťah k šíreniu seizmickej energie menej výrazný.

Inžinierskogeologické pomery a podmienky výstavby vo vyčlenených rajónoch

Z rajónov predkvartérnych hornín relatívne najvhodnejšie inžinierskogeologické podmienky pre výstavbu JEZ poskytuje *rajón neogénnych sedimentov vcelku (Nk)*. Zaberá prevažnú časť územia Ipeľskej pahorkatiny a časť Belianskych kopcov (pri JV okraji Hronskej pahorkatiny).

Horninové prostredie rajónu tvoria najmä íly, slieň a piesky (miestami až pieskovce), ktoré sa striedajú v nepravidelných polohách s mocnosťou niekoľkých centimetrov až metrov. Menšie zastúpenie majú lumachelové a litotamniové vápence a štrky, prípadne až zlepenice. Konzistencia ílov a slieňov je prevažne pevná — tvrdá (v hĺbke do 5 m miestami iba tuhá), nesúdržné sedimenty sú spravidla uľahnuté, miestami až stmelené.

Reliéf územia má pahorkovitý ráz s prevládajúcimi stredne strmými svahmi (do 6 — 10°). Vo vrcholových častiach sa zachovali miestami zvyšky plochého predkvartérneho reliéfu so sklonom povrchu do 3 — 5°.

S výnimkou depresných častí územia sa podzemná voda nachádza v hĺbke nad 5 — 10 m. Má spravidla neagresívny charakter, miestami sa vyskytuje síranová agresivita. Významnejšie artézske horizonty sa vzhľadom na geologický a morfológický charakter územia vyskytujú iba vo väčších hĺbkach (nad 100 — 150 m).

Regionálna seizmická intenzita dosahuje na území rajónu 6 °MSK, v severnej časti Ipeľskej pahorkatiny iba 5 °MSK. V blízkosti mladých zlomov, najmä smeru

SZ — JV, ktorých aktivita sa predpokladá aj počas kvartéru, však treba predpokladať o 1 °MSK vyššiu lokálnu seizmicitu.

V rajóne sme vytypovali dve alternatívne staveniská JEZ (č. 3 a 4) situované vo vrcholových častiach s malým sklonom povrchu v území Ipeľskej pahorkatiny a jedno stavenisko (č. 2) v obdobných morfológických pomeroch v území Belianskych kopcov.

Pretože sa alternatívne stavenisko č. 2 nachádza bližšie ku komárňanskej epicentrickej oblasti (s najväčšou intenzitou 8 — 9 °MSK), ako aj k hlboko založenému veporskému a dobrovorskému zlomu (pokračujúcemu od Dobrej Vody na JV až k Novým Zámkom a Štúrovu), sú alternatívne staveniská č. 3 a 4 z hľadiska seizmotektonických pomerov situované relatívne vhodnejšie. Aj tu však bude potrebné podrobnejšie preskúmať funkciu zlomov smeru SZ — JV prebiehajúcich v blízkosti stavenísk, a to ako z hľadiska seizmicity, tak z hľadiska ich vplyvu na porušenosť horninových masívov a s tým súvisiacu problematiku výberu celistvého geologického bloku pre výstavbu hlavných objektov JEZ (Hrašna, 1985).

Menej vhodné inžinierskogeologické podmienky pre výstavbu JEZ poskytuje *rajón neogénnych ílovito-prachovitých sedimentov (Ni)*, kde základovú pôdu tvorí stredne až vysoko plastická súdržná zemina tuhej až pevnej konzistencie, pokrytá deluviálnou hlinou obdobného charakteru mocnosti 0,5 — 2,0 m, resp. v rajóne DNi — 2 — 5 m.

Reliéf územia má obdobný charakter ako v rajóne Nk; zvyšky predkvartérneho reliéfu vo vrcholných častiach rajónu sa však zachovali iba vo forme plošín menšieho rozsahu a členitosť i sklonitosť reliéfu je značne vyššia: predmetná časť Hronskej pahorkatiny je prestúpená

množstvom vodnatých, polosuchých i suchých údolí a úvalín rôznych smerov, pričom prevláda smer SZ — JV, podmienený pliocénou a kvartérnou aktivizáciou pohybov pozdĺž zlomov tohto smeru (Vass in Vaškovský et al., 1982). Väčší sklon reliéfu majú práve svahy tektonicky podmienených dolín.

Podzemná voda sa v rajóne vyskytuje iba vo vložkách piesčitých a štrkovitých sedimentov, ktoré sa nachádzajú najmä v hlbších častiach horninového prostredia (nad 30 — 50 m).

V prevažnej časti územia je regionálna seizmická intenzita 6 °MSK, v JZ časti územia Hronskej pahorkatiny 7 — 8 °MSK. Z exogénnych geodynamických javov sa miestami vyskytuje výmola erózia. Na strmších svahoch dolín môžu pri inžinierskych zásahoch vznikáť i zosuny.

Vzhľadom na tektonické a geomorfologické pomery, seizmicitu územia, ako aj na pomernú hustotu osídlenia a výskyt kvalitnej poľnohospodárskej pôdy sme v tomto rajóne nenavrhli žiadne alternatívne stavenisko pre výstavbu JEZ.

Rajón neogénnych štrkovitých sedimentov (Ng) sa nachádza v Belianskych kopcoch a pri západnom okraji záujmového územia (v okolí Pribety).

Základovú pôdu tvoria prevažne uľahnuté štrky a piesky, ojedinele sa vyskytujú aj litotamniové vápence alebo polohy ílov. Reliéf územia i hydrogeologické pomery sú obdobné ako v rajóne Nk, resp. Ni.

Napriek celkove vhodným základovým pomerom sme v rajóne nesituovali žiadne alternatívne stavenisko JEZ. Dôvodom je pomerne vysoký stupeň regionálnej seizmicity v územných celkoch rajónu v okolí Pribety (7 — 8° MSK), resp. nevhodné morfológické pomery a výskyt mladých tektonických líní, ako aj výskyt štátnej prírodnej rezervácie Vŕšok v Belianskych kopcoch.

Rajón pyroklastických hornín (Vp) vytvára iba dva územné celky: pohorie Burda a nepatrnú časť územia pri východnom okraji Belianskych kopcov. V oboch celkoch sú pre výstavbu nepriaznivé morfológické pomery reprezentované strmými svahmi (prevažne nad 15°) a značnou členitosťou.

Oba celky sa nachádzajú v území s regionálnou intenzitou seizmicity 6 °MSK; asi 20 km východne od územného celku Burda sa však nachádza epicentrálna oblasť s pozorovanými zemetraseniami intenzity až 7 °MSK (Borzsony, MLR).

Územný celok Burda je jednou z našich najcennejších prírodných rezervácií so vzácnymi druhmi rastlín, živočíchov a ich spoločenstiev.

Preto, ako aj pre blízkosť územného celku Burda k štátnym hraniciam sme v tomto rajóne nevytypovali žiadne alternatívne stavenisko pre výstavbu JEZ.

Rajóny kvartérnych hornín okrem sedimentov deluviálnych a vcelku ojedinelých výskytov eolických pieskov vytvárajú aj fluviálne a polygenetické sprašové sedimenty, často vo vzájomnej kombinácii.

Väčšie územné celky rajónu fluviálnych sedimentov vytvárajú iba náplavy Dunaja a Hrona, prípadne Ipľa. Tvorí ich štrk s premenlivým obsahom piesčitej frakcie s mocnosťou do 10 až 12 m. Na povrchu ich prekrýva hlina a piesok mocnosti do 3 — 5 m.

V území Čenkovskej nivy sa na povrchu fluviálnych sedimentov miestami akumulovali eolické piesky (rajón EF). Ich mocnosť je spravidla 2 — 6 m. V týchto častiach územia je reliéf sčasti členitý, v ostatných častiach je plochý, so sklonom do 2°.

Úroveň hladiny podzemnej vody je v závislosti na vodných stavoch v povrchových tokoch, zrážkach a prítokoch z priľahlých svahov premenlivá. Najčastejšie

sa nachádza v hĺbke do 1 — 2 m. V doline Dunaja je v podzemnej vode zvýšený obsah síranov, v doline Hrona sa vyskytuje najmä uhličitanová, miestami aj síranová agresivita.

Podzemná voda v oboch dolinách sa využíva na zásobovanie a obe doliny sú súčasťou plánovaného širšieho ochranného pásma prognózných zdrojov vody (Bujalka et al., 1971).

Vzhľadom na tektonické a základové pomery je pri stanovovaní lokálnej seizmicity potrebné zvýšiť regionálnu seizmickú intenzitu o 1 °MSK, teda s výnimkou severnej časti doliny Hrona na 7 — 8° MSK, čo je hraničná, resp. pre výstavbu JEZ až neprípustná úroveň projektovaného zemetrasenia [PZ].

Výstavbu JEZ v rajóne limituje aj pomerne husté osídlenie, výskyt kvalitnej poľnohospodárskej pôdy, navrhované a vyhlásené chránené územia a obťažné základové pomery (podzemná voda).

Rajón fluvialných terasových sedimentov sme vyčlenili v troch menších územných celkoch v strednej časti Hronskej pahorkatiny (stará dolina Žitavy) a v jednom väčšom územnom celku pri jej JZ okraji, kde ho tvorí risská terasa Dunaja. Na báze sú v nej zastúpené piesčitoštrkovité sedimenty mocnosti okolo 5 m. Tie prekrýva hlina (s polohami pieskov) s mocnosťou 5 — 8 m. V nadloží fluvialných sedimentov sa na terase miestami akumulovali eolické piesky (mladší würm — holocén) premenlivej mocnosti (rajón EF').

Hladina podzemnej vody sa v terase nachádza v hĺbke nad 5 m. S výnimkou územia, kde na povrchu sú naviate piesky, je reliéf terasy rovinný, so sklonom povrchu okolo 2°.

Možnosť situovania staveniska JEZ do územia rajónu v priestore rozšírenia terasy Dunaja je obmedzená obdobnými faktormi ako v predošlom rajóne fluvialných

sedimentov. Okrem toho sa toto územie nachádza v blízkosti Komárna a celé spadá do seizmickej oblasti s regionálnou seizmicitou 7 °MSK. Pri zohľadnení miestnych základových a tektonických pomeroch to znamená 8 °MSK pre úroveň PZ, čo je neprípustné.

Rajón polygenetických spraší je zastúpený najmä v strednej a západnej časti Hronskej pahorkatiny, sčasti tiež v území Belianskych kopcov a v Ipeľskej pahorkatine. V závislosti na mocnosti spraší a charaktere neogénneho podložja vytvára územné celky rôzneho typu (L, LNi, L/Ni, LNg, LNk).

Konzistencia spraší je prevažne pevná, sčasti tuhá. Povrchová poloha s mocnosťou do 3 — 5 m (würm) je spravidla presadavá, s hodnotou súčiniteľa presadavosti v rozmedzí 0,5 — 6 % (Šajgalík — Modlitba, 1983).

Súvislá hladina podzemnej vody sa v území rajónu spravidla nevyskytuje, alebo sa viaže na podložné horninové komplexy (najmä v rajóne LNg). Reliéf územia má obdobný charakter ako v rajóne Ni, resp. DNi. Z geodynamických javov je v rajóne zastúpená výmoľová erózia a sufózia spraší. Prevažujúca časť územia rajónu patrí do oblasti s regionálnou intenzitou seizmicity 6 °MSK, časť do územia s intenzitou 5 °MSK alebo 7 °MSK.

V rajóne sa nachádza navrhovaná štátna prírodná rezervácia Suchá hora (Svodín), navrhované chránené nálezisko Vodná nádrž a mokrade pri Svodíne, chránený park v Rúbani a niekoľko menších ložísk tehliarskej hliny.

Na území rajónu sme v mape vyznačili jedno alternatívne stavenisko (č. 7), kde základovú pôdu väčšiny objektov (po vytvorení príslušnej plochy staveniska) budú tvoriť podložné neogénne ílovito-prachovité sedimenty (opísané v rajóne Ni). Na stavenisku možno predpokladať lokálnu seizmicitu 6 — 7 °MSK. Pre výstavbu JEZ

na tejto lokalite je nepriaznivá aj značná členitosť územia a blízkosť navrhovanej štátnej prírodnej rezervácie Suchá hora.

Rajóny polygenetických spraší na terasových sedimentoch (LF', L/F') vytvárajú južný (terasa Dunaja) a východný (Hronská tabuľa) okraj Hronskej pahorkatiny, kde sa fluviálne sedimenty Hrona nachádzajú v niekoľkých stupňoch nad sebou. Nepatrnú časť územia zaberá rajón L/F' aj v území Ipeľskej pahorkatiny.

Terasové akumulácie Hrona majú stratigrafický rozsah od günzu po ris (Vaškovský — Halouzka, 1976). Tvorí ich piesčité štrk mocnosti 3 — 6 m prekrytý hlinou, ktorej mocnosť stúpa so vzdialenosťou od údolnej nivy (4 — 20 m). Spraše v nadloží fluviálnych sedimentov dosahujú mocnosť do 5 — 10 m. Patria prevažne do mladšieho würmu, ide teda o značne presadavú zeminu.

Hladina podzemnej vody sa v opisovanom území nachádza v hĺbke nad 5 — 10 m. Trvalým zvodnením a dobrou priepustnosťou sa vyznačujú iba piesčito-štrkovité sedimenty terás. Miestami sa podzemná voda akumuluje aj na báze sprašového pokryvu.

Prevažná časť územia rajónov spadá do oblasti s regionálnou seizmickou intenzitou 6 °MSK, severná časť do oblasti s intenzitou 5 °MSK. V severnej časti územia sa však nachádza väčší počet zlomov smeru SZ — JV s preukázanou kvartérnou aktivitou. Z ostatných geodynamických javov sa v opisovanej časti územia uplatňuje sufózia spraší, výmoločná erózia a bočná erózia Hrona (Biňa).

Alternatívne staveniská JEZ č. 5 a 6 umiestnené v tejto časti územia sme situovali do priestoru rozšírenia mindelskej terasy, kde predpokladáme výskyt dostatočne veľkých celistvých geologických blokov a dostatočne únosné piesčito-štrkovité sedimenty v prijateľnej výškovej úrov-

ni (v hĺbke do 12 až 15 m).

Charakter terasovej akumulácie Dunaja, vystupujúcej pri južnom okraji Hronskej pahorkatiny, sme opisali v rajóne terasových sedimentov. V rajóne LF' sú fluviálne sedimenty terasy prekryté 2 — 5 m mocnou akumuláciou spraší mladowürmského veku. Miestami sa v nadloží spraší vyskytujú akumulácie mladowürmských holocénnych eolických pieskov (rajón ELF') prevažne s mocnosťou do 5 m, miestami až 7 — 8 m.

V rajóne LF', ale najmä v rajóne ELF' je reliéf územia na rozdiel od územia, kde fluviálne sedimenty terasy vystupujú na povrch (rajón F'), intenzívne členený akumuláčnými formami eolických sedimentov, ako aj ich eróznym pretváraním.

Stála akumulácia podzemnej vody sa vyskytuje iba v terasových sedimentoch. Prechodné zvodnenie (v období zvýšených zrážok) sa vytvára aj v eolických pieskoch.

Alternatívne stavenisko JEZ č. 1, umiestnené najbližšie k pôvodnej lokalite navrhutej SEP Bratislava (JZ od Mužle v priestore rajónu EF), má čiastočne vhodnejšie tektonické i základové pomery ako pôvodná lokalita. Vzhľadom na celkové seizmotektonické pomery, ako aj na ďalšie nepriaznivé faktory (uvedené v rajóne F') však výstavbu JEZ v tejto časti územia neodporúčame.

Záver

Z analýzy inžinierskogeologických pomeroch v jednotlivých rajónoch vyčlenených v inžinierskogeologickej mape vyplýva, že pre výstavbu JEZ v danom území má relatívne najvhodnejšie podmienky rajón neogénnych sedimentov vcelku (Nk) v území Ipeľskej pahorkatiny a rajóny polygenetických spraší na terasových se-

dimentoch (LF', L/F') v území Hronskej tabule. V týchto rajónoch je vhodná základová pôda i prijateľná intenzita predpokladaného projektového zemetrasenia (6 — 7 °MSK). Menej vhodný je rajón neogénnych ílovito-prachovitých sedimentov (Ni) a rajón polygenetických spraší na neogénnych sedimentoch (zvlášť pri väčšej mocnosti spraší), kde je menej kvalitná základová pôda a nepriaznivé sú zväčša i morfológické a seizmotektonické pomery. Oproti iným rajónom sú v nich však spravidla priaznivejšie hydrogeologické pomery. V ostatných rajónoch sú podmienky pre výstavbu JEZ takmer v celom území nevhodné.

Rozhodujúcimi geofaktormi výstavby JEZ v opisovanom území sú seizmické a tektonické pomery. Z hľadiska seizmicity sa v ňom ako relatívne najvhodnejšia javí časť Hronskej pahorkatiny severne od čiar Veľké Lovce — Svodín — Kamenín, prípadne severná časť Ipeľskej pahorkatiny.

Z hľadiska možnosti súčasných pohybov pozdĺž zlomov je prípadné stavenisko JEZ potrebné situovať na dostatočne veľkú tektonickú kryhu, v ktorej neprebíha žiadny zlom aktívny v neotektonickom období a ktorá počas kvartéru nevykazovala intenzívne relatívne pohyby voči okoliu, najmä nerovnomerné pohyby spôsobujúce značný úklon jej povrchu. Mala by súčasne ležať v čo najväčšej vzdialenosti od všetkých hlboko založených zlomov.

V prípade rozhodnutia vystať JEZ v danej oblasti bude potrebné seizmickú a tektonickú aktivitu územia sledovať aj inštrumentálne.

Z alternatívnych stavenísk vybraných v etape inžinierskogeologickej štúdie sa ako najvhodnejšie javia lokality č. 3 a 4, situované v území Ipeľskej pahorkatiny

(rajón Nk), resp. lokality č. 5 a 6, situované v území Hronskej tabule (rajón L/F'). Geologickú stavbu v týchto lokalitách dokumentuje obr. 2.

Literatúra

- Atlas Slovenskej socialistickej republiky. Bratislava, SAV, SÚGK, 1980.
- Brouček, I. et al. 1978: Macroseismic Intensities Observed in Czechoslovakia and Poland. *Publications of the Institute of Geophysics B-3 (122)*, Warszawa.
- Bujalka, P. et al. 1971: Mapa zásob podzemných vôd Slovenska a ich ochrana. *Vodovývoj Bratislava*.
- Dvořák, A. 1956: Mapa seizmických oblastí a hlavných zemetrasení pozorovaných v ČSR v období 1756 — 1956 (1 : 1 500 000). Praha, ÚSG.
- Hrašna, M. et al. 1981: Prehľadná inžinierskogeologická mapa Slovenska 1 : 200 000, list Bratislava — Nitra. *Manuskript — Katedra inž. geológie PF UK Bratislava*.
- Hrašna, M. et al. 1984: Metodika inžinierskogeologického prieskumu a hodnotenia stavenísk JEZ. *Manuskript — Katedra inž. geológie PF UK Bratislava*.
- Hrašna, M. 1985: Inžinierskogeologické hodnotenie a výber stavenísk jadrovenergetických zariadení. In: *Zbor. ref. z celošt. konf. Inžinierska geológia a energetická výstavba. Brno, ČSVTS, Dom techniky*.
- Matula, M. — Hrašna, M. 1976: Typologická rajonizácia v inžinierskej geológii. *Acta geol. geogr. Univ. Comen., Geol.*, 29.
- Mihálik, Š. et al. 1971: Chránené územia a prírodné výtvy Slovenska. *Príroda*.
- Šajgalík, J. — Modlitba, I. 1983: Spraše Podunajskej nížiny a ich vlastnosti. *Bratislava, Veda*.
- Tapák, M. et al. 1974: Mapa nerastných stavebných surovín Slovenska (1 : 200 000), Západoslovenský kraj. *Bratislava, SGU, Spišská Nová Ves, GP*.
- Vaškovský, I. — Halouzka, R. 1976: Geologická mapa Podunajskej nížiny (1 : 50 000) — JV časť. *Bratislava, GÚDŠ*.
- Vaškovský, I. et al. 1982: Vysvetlivky ku Geologickej mape JV časti Podunajskej nížiny 1 : 50 000. *Bratislava, GÚDŠ*.
- Vaškovský, I. et al. 1985: Geologicko-seizmotektonická štúdia JEZ Mužla. *Manuskript — GÚDŠ Bratislava*.

Engineering geological conditions of the Mužla nuclear power plant construction (Southern Slovakia)

Decisive geofactors for nuclear power plant construction in the area indicated by the engineering geological map seismic and tectonic conditions.

Setting out from seismic conditions, the most suitable area for nuclear power plant location in the territory appears in the unit lying northeasternly from the line Velké Lovce — Svodín — Štúrovo, where the operating basis earthquake does not exceed the probable intensity of 6 °MCS. Due to numerous occurrences of faults active during Neogene time or even in the Quaternary, it is necessary to locate the nuclear power plant site over

sufficiently large, solid geological block unit (Hrašna, 1895) in which no neotectonically active fault structure occurs and that did not display larger relative movements towards the environment during Quaternary time, namely any irregular movements leading to the inclination of its surface.

From the originally eight alternative construction sites selected in the stage of engineering geological study, the relatively most favourable conditions occur in sites No 3 and 4, localized in the area of Neogene sediments (Nk), or in sites No 5 and 6, localized in the area of fluvatile terrace sediments covered by loess (L/F').