

Jarmila MÜLLEROVÁ¹, Karel MÜLLER², Arnošt GRMELA³

**GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY VYBRANÝCH LOKALIT
KARVINSKA**

**GEOLOGICAL AND HYDROGEOLOGICAL SITUATION IN SELECTED PARTS
OF KARVINA REGION**

Abstract

Geological and hydrogeological situation in selected parts of Karvina region is described in this paper. This study is target on parameters that influenced value of seismic loading of region. Possible situation in future is described using modeling. Suitable places for seismological studies are specified.

Key words: geological and hydrogeological situation, seismic loading, Karvina region

Úvod

Výsledky seizmologického výzkumu pro posouzení vlivu indukované seizmicity na povrchové objekty jsou závislé na dobré znalosti geologického prostředí tj. jeho litologicko-strukturním charakteru, hydrogeologických poměrech, fyzikálně-mechanických parametrech a znalosti geodynamických procesů, které v tomto prostředí probíhají nebo probíhaly. Jen na základě těchto věrohodných informací, lze sestavovat reálné matematické modely interakce „otřes-prostředí-objekt-odezva“.

Zájmovým územím pro studium seizmických účinků a výběr vhodných lokalit seizmických stanic je východní část karvinské dílčí pánve OKR mezi Doubravou, Karvinou a Lázněmi Darkov, která je stále ještě pod vlivem aktivní hlubinné těžby uhlí v OKR. Proto je zde třeba počítat s možností projevů indukované seizmicity na povrchové i podpovrchové objekty.

Geologická a hydrogeologická situace v zájmovém území

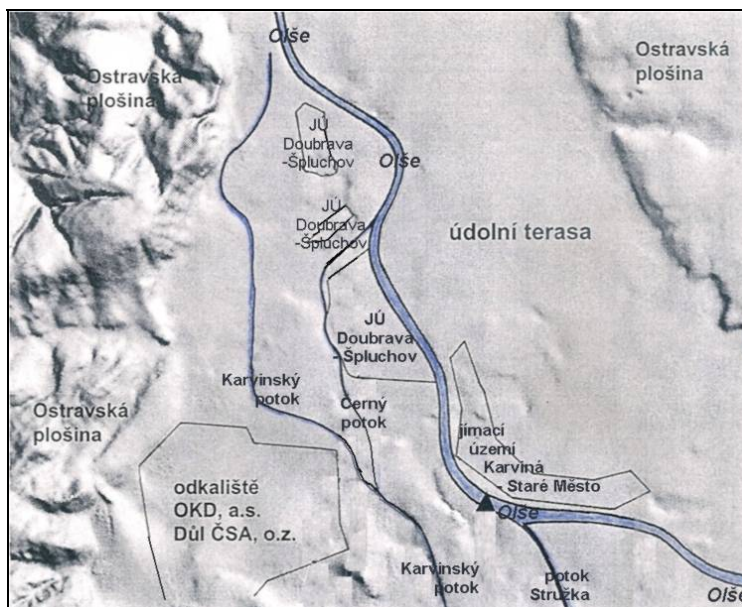
V návaznosti na předchozí výzkumné práce (Kaláb et al., 2001, 2006, 2008, Doležalová et al., 2004) byla zvolena část dobývacích prostorů Karviná - Doly a Darkov, ležící na vyšší a údolní terase na levém břehu řeky Olše (Obr.1). Nadmořská výška terénu se pohybuje v rozmezí +214 až 226 m n.m. Jeho přirozenou hranici na východě tvoří koryto řeky, na severozápadě výrazný terénní stupeň Ostravské plošiny s výškou + 243 až 282 m n. m.

Na modelaci přirozeného povrchu se podílela akumulární a následně erozní činnost řeky. Dnešní reliéf je výsledkem antropogenní činnosti, která je vázána především na intenzivní dobývání uhlí, projevující se poklesy terénu, odvaly, navážkami a odkališti, které omezují toto zájmové území na západě a jihozápadě. Současná těžba uhlí probíhá v hloubkách 750 m (Důl Darkov) až 900 m pod terénem (Důl ČSA).

¹ Doc., Ing., CSc., dříve VŠB-Technická univerzita Ostrava, fakulta hornicko-geologická

² Prof. Ing., DrSc., Ústav geoniky AVČR, v.v.i., Ostrava – Poruba, Muller@ugn.cas.cz

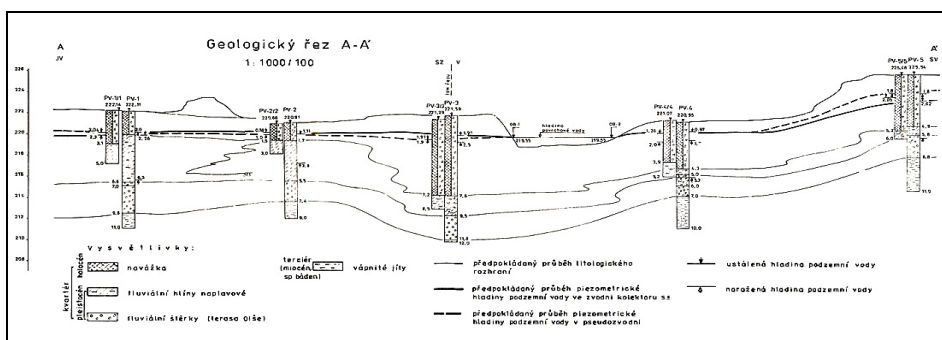
³ Doc. Ing., CSc., VŠB-Technická univerzita Ostrava, fakulta hornicko-geologická 708 33 Ostrava – Poruba, arnost.grmela@vsb.cz, též: ATH-Univerzita Bielsko-Biała, WNMiS, Inst OIŚ 43-309 Bielsko-Biała, Poland.



Obr.1 Stínový model terénu oblasti Doubrava – Špluchov a Karviná – Staré Město (Žáček, 1996).

Vzhledem k výzkumnému záměru je popis geologického prostředí omezen na subhorizontálně uložená sedimentární souvrství kvartéru, neogénu a svrchního karbonu a vymezení výrazných rozhraní, která mohou ovlivnit průběh a charakter seizmických vln.

Kvartér je zastoupen pleistocenními fluvialními sedimenty, které jsou ve vyšší terase ve formě 2-3 m mocné polohy písčitéch štěrků, překrytých 1-2 m mocnou vrstvou sprašových hlín. V údolní terase jsou nad 3-7 m mocnou vrstvou štěrku a štěrkopísků holocenní jílovito-prachové povodňové hlíny o průměrné mocnosti 2 m (Obr. 2, Obr. 3).



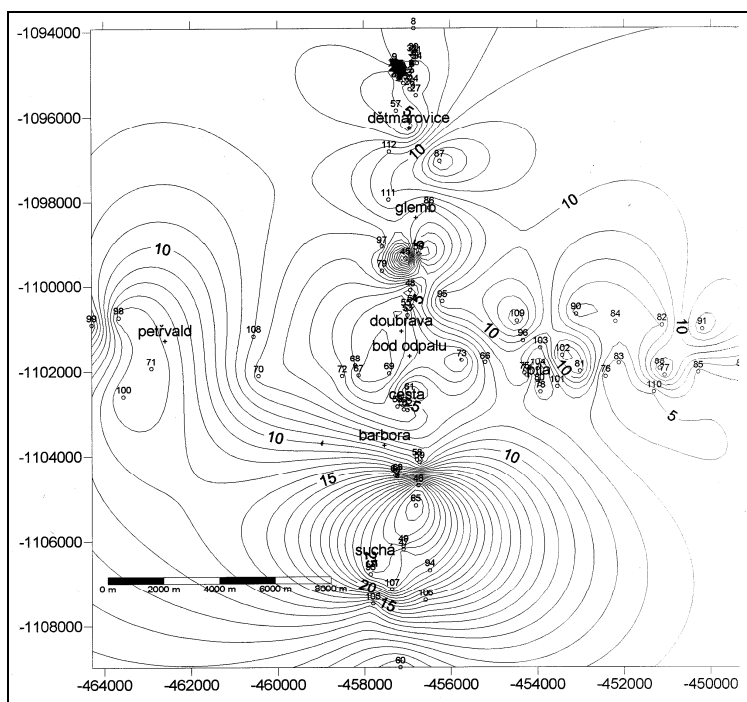
Obr.2 Charakteristický geologický profil kvartérem v zájmovém území (území Dolu ČSA).(převzato ze Sedláčková, 1993)

Šterky a šterkopísky teras tvoří významný zvodněný kolektor s volnou hladinou v hloubce cca 1,2- 2,7 m pod povrchem. Protože koryto řeky Olše je zaříznuto až do kolektoru, dochází k přímé hydraulické spojitosti mezi zvodní a řekou (Grmela et al., 1994, Malucha et al., 2004).

Neogén tvoří transgresivní pokryv uhlonosného karbonu. Je reprezentován nezvrásněným spodnobadenským souvrstvím vápnitých jííl s čočkami, laminami a tenkými vrstvami (cm) prachových písků až pískovců. V daném území se mocnost souvrství pohybuje, podle členitosti povrchu karbonu, mezi 100-500 m.

Vyšší akumulace zvodněných, vzájemně hydraulicky izolovaných písčitých poloh a čoček se vyskytuje v „hlavním písčitém horizontu“ o mocnosti 10-50 m v hloubce cca ± 50 m p.m. Podíl psamitické složky dosahuje až 20%. Jedinou regionálně sledovanou souvislou vrstvou o mocnosti 0,5 – 4 m v něm tvoří tzv. darkovský pískový obzor. Hlubší, „spodní písčité horizont“ ve výškové úrovni cca - 400 až - 450 m p.m. má písčité vložky velmi tenké, většinou neprůběžné. Oba horizonty, včetně podločních bazálních klastik jsou zdrojem jodobromových vod, čerpaných pro lázeňské účely.

Přes rozsáhlý a dlouhodobý vrtný průzkum, probíhající v celé oblasti OKR od 50tých let, jsou informace o pelitické facií spodního badenu sporadické. Průzkum, účelově zaměřený především na ověření ložiskových poměrů (vrty NP), byl proveden přes miocén až k horizontu bazálních klastik většinou bezjádrovým vrtním s omezeným využitím karotážních měření.



Obr. 3 Izolinie mocnosti kvartéru (Kaláb et al., 2006)

Litologicky a hydrogeologicky výrazným horizontem jsou bazální klastika spodního badenu tzv. detrit (vrstvy dembowiecké), relativně ostře oddělena od nadloží

pelitické facie. Tvoří je šterkopísky, hrubo zrné šterky a suťové brekcie, uložené ve výmolech paleoreliéfu karbonu. Tyto deprese vznikly selektivní erozí v místech výrazných tektonických poruch v karbonském masívu (Obr.4, Obr. 5). V oblasti dobývacích prostorů Karviná-Doly a Darkov se vyskytují dílčí výmoly - doubravský a darkovský, které vybíhají z hlavního dětmarovického výmolu.

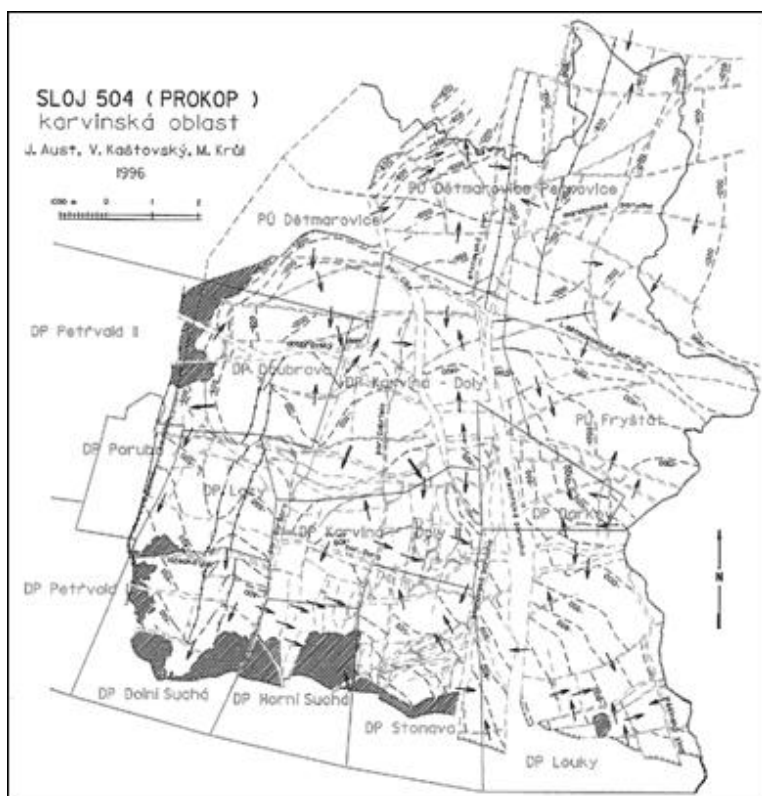
Bazální klastika jsou kolektorem fosilních mořských vod s napjatou hladinou (Obr. 6). Z hydrogeologického hlediska představují, spolu s karbonským zvětralinovým pláštěm, největší ohrožení bezpečnosti důlní činnosti. Podrobně je tato problematika uvedena v monografii Dvorský et al. 2006.

Podloží konsolidovaný karbonský masív je tvořen cyklickými uhlonosnými sedimenty karbonské molasy (slepence, pískovce, prachovce a jílovce), v cyklotémách s vývojem uhelných slojí. Spodní –ostravské souvrství- v paralickém vývoji dosahuje v karvinské dílčí pánvi mocnosti cca 1000m. Svrchní- karvinské souvrství- vyvinuté pouze v karvinské pánvi, má limnický vývoj kontinentální uhlonosné molasy s vyšším podílem písčité složky i mocnějšími uhelnými slojemi. Jeho maximální mocnost je cca 1200m. Podrobně je geologická charakteristika uvedena v publikaci Dopita et al.,1997.

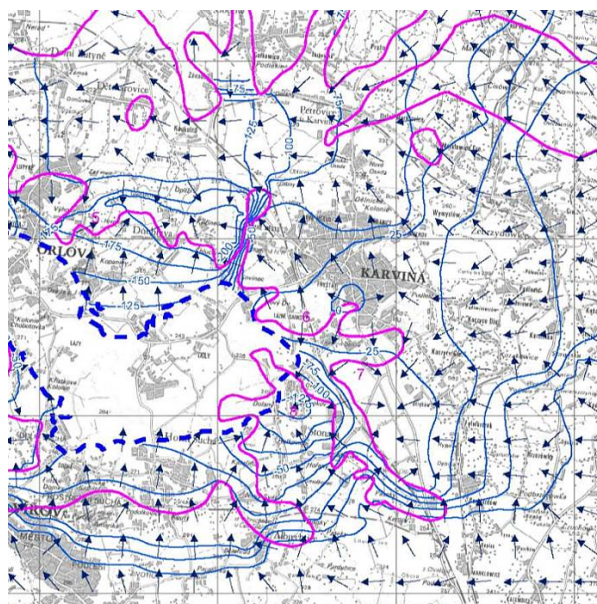


Obr.4 Hlavní výmoly na paleoreliéfu karbonu v české části hornoslezské pánve (Dvorský et al., 2006)

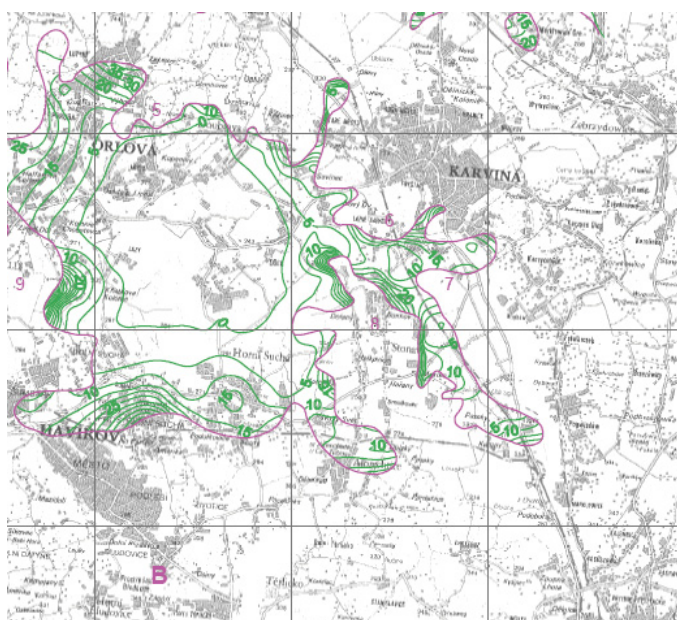
Karbon v podloží spodnobádenské výplně vněkarpatské pánve má charakter rozvolněného, silně rozpukaného zvětralinového pláště, který v bezprostředním podloží detritu, vytváří s ním jeden zvodněný systém. Jedná se o hydraulický systém s napjatou hladinou, dnes silně ovlivněný antropogenní činností. Důlními pracemi, vrty a řízeným i neřízeným odvodňováním bylo dosaženo stavu, kdy původní piezometrická úroveň (vrstevní tlaky cca 8 MPa) je již podstatně snížena (až o 3,5 MPa), jsou vyčerpávány statické zásoby (cca $3 \cdot 10^9 \text{ m}^3$) a je vyvoláno proudění detritových vod v kolektoru. Mocnost pláště se pohybuje v daném území v m až prvních desítkách m (obr. 9).



Obr. 5 Mapa tektonických struktur v karvinské dílčí pánvi OKR (in Dopita et al., 1997)



Obr.6 Simulovaná piezometrická úroveň detritové zvodně v zájmové oblasti – rok 2004 (Dvorský et al. 2006).



Obr.7 Mocnost zvětralínového pláště karbonu v zájmové oblasti (Dvorský et al. 2006).

Geotechnické parametry

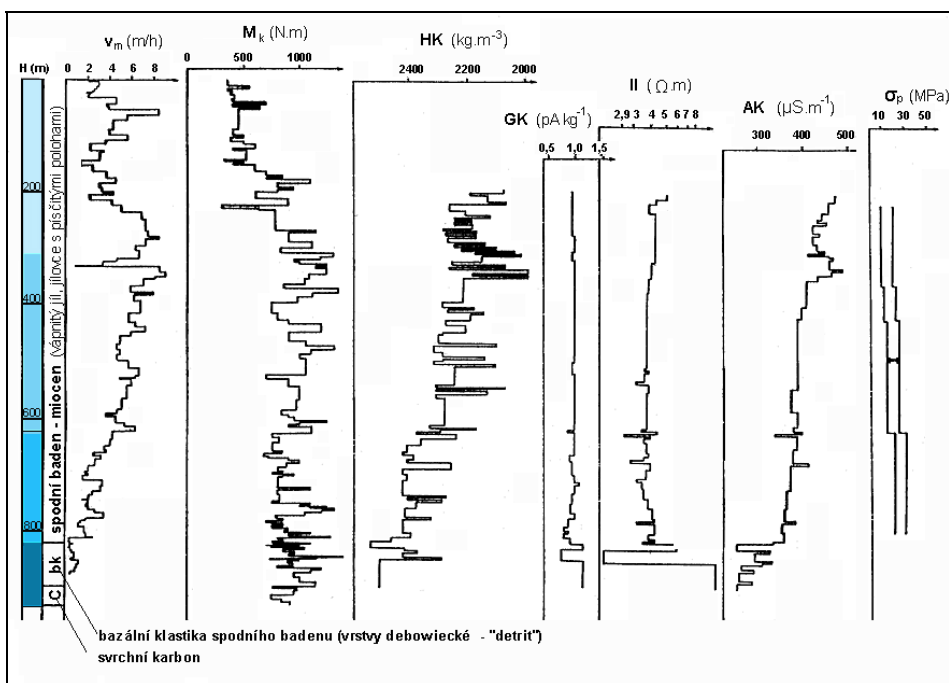
Na seizmické projevy na povrchu má nejen vliv zdrojová funkce seizmického jevu, dráha šíření seizmické energie, ale i efekt lokální geologické stavby, tzv. site effect (Kaláb et al., 2008). Aby bylo možné detailně analyzovat projev vibrací na povrchu, využívá se vedle metod detailního zpracování seizmických záznamů i metod matematického modelování. Modely horninového prostředí v zájmové lokalitě jsou tvořeny třemi částmi –kvartérem, terciérem a karbonem s různou mocností. Pro tyto modely je nezbytná znalost geotechnických parametrů a to objemové tíhy nebo objemové hmotnosti, modulu pružnosti, Poissonova čísla, soudržnosti a úhlu vnitřního tření. Tyto parametry lze odvodit buď z normových hodnot, lépe však z analýzy dosavadních měření na vrtných jádrech nebo z karotážních měření ve vrtech v zájmové oblasti.

Souborně jsou jednotlivé parametry uvedeny v tab. 1. V komentáři uvádíme zdroje údajů o jednotlivých parametrech.

Tab.1 Rozmezí geotechnických parametrů horninových útvarů v oblasti Karvinska

Parametr		Kvartér	Terciér	Karbon
obj. hmotnost ρ	kg.m^{-3}	1 800-2 150	2 000-2 400	2 300-2 600
Poissonovo číslo μ	-	0,30-0,35	0,30-0,35	0,20-0,30
modul pruž. E	MPa	3,4-24	50-400	9000-27000
soudržnost c	kPa	15-50	20-117	$n \cdot 10^{1-2}$
úhel vnitřního tření φ	[°]	11-30	20-27	25-40

Objemová hmotnost ρ - hodnoty pro kvartérní sedimenty se pohybují v mezích 1800 až 2150 kg.m⁻³ (Ryška, 1988, Haladej, 1981). Průběh v miocénu je nejlépe patrný na výsledcích cejchované gama-gama karotáže (hustotní) ve vrtu NP 915 (Müller et al., 1990, Müller, 2000). Výsledky korelují s výsledky mechanické karotáže, reprezentovanými rychlostí vrtání v_m . Z obr. 8 je patrné, že lze v miocénu vymezit tři části s odlišnou objemovou hmotností a to interval do hloubky cca 350 m s hodnotami 2000-2200 kg.m⁻³, dále interval od 350 do 630 m s hodnotami 2200-2300 kg.m⁻³ a spodní interval do 820 m s hodnotou nad 2400 kg.m⁻³. Hodnoty objemové hmotnosti pro karbonské horniny se pohybují v mezích 2300 až 2600 kg.m⁻³, i když byly zjištěny hodnoty pod i nad uvedené meze (Dopita et al., 1997, Ibrmajer, Suk et al., 1989).



Obr. 8 Geotechnické parametry hornin ve vrtu NP 915 (Müller, 1990)

Poissonovo číslo μ - hodnoty pro kvartér a terciér jsou uváděny podle výsledků měření ultrazvukovou metodou a z výsledků měření ve vrtu Do IV (Grmela, Aldorf, 1999). V hloubkovém intervalu tohoto vrtu 61 – 100 m v písčitých jílech a v jílovitých písčích byla zjištěna hodnota $\mu = 0,35$. Tuto hodnotu lze předpokládat i pro sedimenty terciéru ve vrtu NP 915 neboť jílovitost podle křivek gama karotáže i odporové karotáže je poměrně stálá. Pro karbonské horniny je průměrná hodnota $\mu = 0,25$, avšak se zvyšující se jílovitostí stoupá k hodnotě 0,30 a klesá s obsahem uhelné hmoty k hodnotě 0,20. Největší kolísání Poissonova čísla se projevuje na kontaktu karbonu s terciérem (Martinec, Krajíček, 1989).

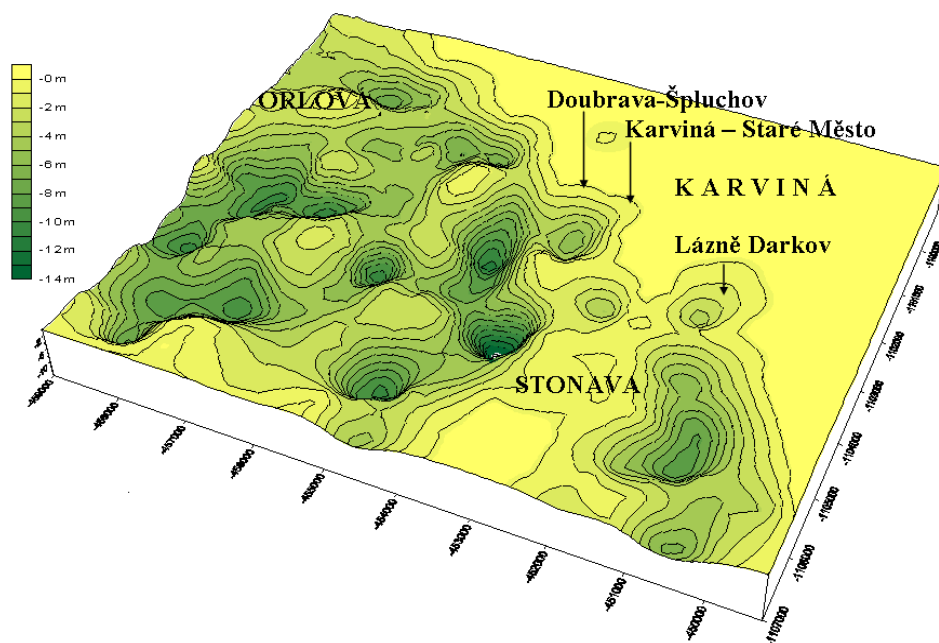
Modul pružnosti E – pro kvartérní sedimenty se pohybují v mezích 3,4 – 24 MPa (Ryška, 1988). Podle průběhu rychlostí vln z akustické karotáže vrtu NP 915 lze pro miocéní sedimenty předpokládat hodnoty E v mezích 50 až 400 MPa s postupným

nárůstem do hloubky. Pro karbonské horniny jsou moduly dostatečně dokumentovány v práci Dopita et al., 1997 a pohybují se v mezích 9 až 27 GPa.

Soudržnost c a úhel vnitřního tření ϕ - pro kvartérní a terciérní sedimenty jsou dokumentovány v pracích Ryšky, 1988, Haladeje, 1981, Grmely, Aldorfa, 1999 a Müllera, V., ed. et al. 1998. Soudržnost pro kvartér se pohybuje v mezích 15-50 kPa, pro terciérní sedimenty 20-117 kPa. Pro karbonské horniny hodnoty soudržnosti v dostupné literatuře chybí. Lze předpokládat, že bude dosahovat hodnot řádově 102 kPa. Úhel vnitřního tření se mění pro kvartérní sedimenty v mezích 110 až 300, pro miocéní sedimenty v mezích 200 – 270. Pro karbonské horniny lze úhel vnitřního tření uvažovat v mezích 25- 400.

Vlivy poddolování

Významným geodynamickým procesem, narušujícím stabilitu horninového masívu je dlouhodobá hlubinná těžba uhelných slojí a s ní spojené další antropogenní aktivity. Tato činnost se projevuje zejména zavalováním vydobytých prostor, tvorbou poklesových kotlin s projevy až na povrch terénu (Obr. 9), seizmickými jevy různé intenzity (např. při náhlém porušení nadložních pískovcových vrstev), vytvářením strukturních, hydrogeologických, stabilitních diskontinuit a mechanicky oslabených zón. Významným geodynamickým procesem, bezprostředně spojeným s projevy poddolování na povrchu, je vznik nových nebo oživení starých svahových deformací, zejména na svazích poklesových kotlin. Jen na listu 15-44 Karviná bylo registrováno do r. 2004 na poddolovaném území přes 20 aktivních svahových deformací (Müllerová, Idés, 2004).



Obr.9 Poklesové kotliny východní části karvinské dílčí pánve za léta 1961-1991 (Grygar et al., 1995)

Hloubkový dosah rozvolnění masívu je limitován hloubkou a rozsahem těžby, ale především geomechanickým stavem masívu jako celku i stavem horninových těles. Poznání přírodních podmínek karbonských hornin a geologické stavby vedlo k formulaci bezpečnostních předpisů v důlní činnosti, kde pro dobývání pod nebezpečnými zvodněnými horizonty jsou stanoveny ochranné (min. mocnost 40 m) a orientační bezpečnostní celíky (min. mocnost 150 m), které zabraňují zvýšeným přítokům nebo průvalům vod do důlních děl.

Vliv dobývání prezentujeme na příkladu kvartérní hydrogeologické struktury v dobývacím prostoru Karviná-Doly. Podle prognózních výpočtů poklesů pro období 2005-2010 na základě rozložení těžebních polí, charakteristiky slojí, hloubky, způsobu i časového harmonogramu dobývání na Dole ČSA, o.z. by poklesy v oblasti západně od jímacího území Doubrava – Špluchov vytvořily poklesovou kotlinu s hloubkou cca 9-10 m (Grmela, 2003, 2004) - Obr. 10. Poznamenáváme, že prezentované poklesové kotliny jsou modelovými situacemi, vycházejícími z určitých spekulativních prognóz rozložení těžebních aktivit (tj. z plánů otírky-přípravy a dobývání v roce 2004).

Lokality navržené pro seizmologický výzkum

Pro výběr lokalit byla vzata v úvahu následující hlediska:

- dostupnost a vhodnost místa pro vybudování a zabezpečení stanic a měření,
- dostatečná znalost geologické stavby, hydrogeologických poměrů, horninového prostředí a jeho základních geotechnických charakteristik.

Po zvážení výše uvedených požadavků byly navrženy lokality:

- Doubrava-Špluchov,
- Lázně-Darkov (areál lázní),

kteří z regionálního geologicko-hydrogeologického pohledu jsou situovány ve stejné struktuře. Litologická rozhraní, která mohou ovlivnit charakter seismického projevu:

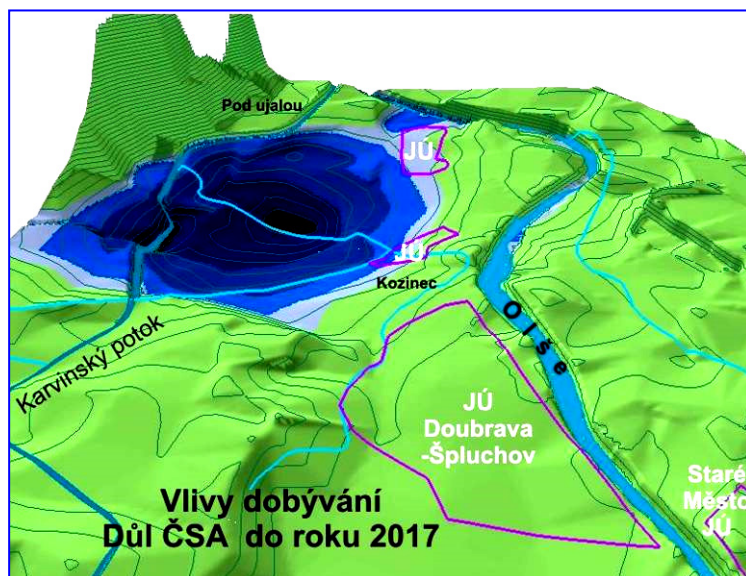
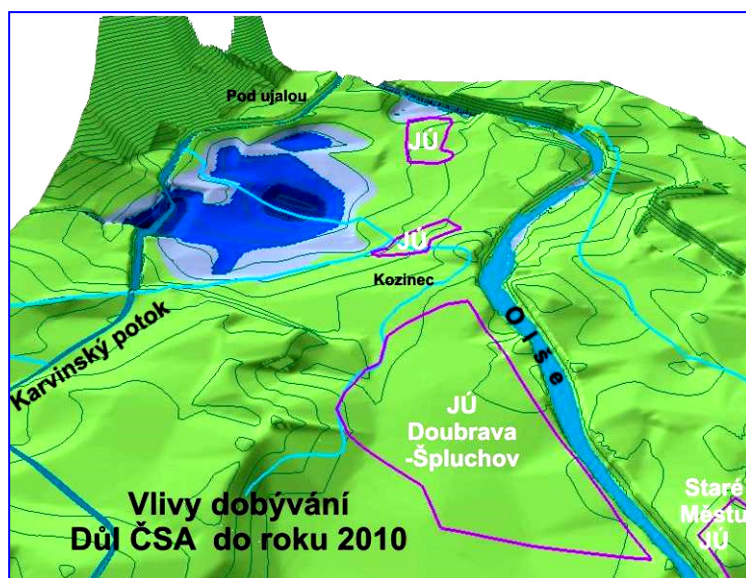
- kvartér (šterky) - neogén (vápnité jíly) v hloubce do cca 10m,
- hlavní písčité horizont v hloubce cca +50m p.m.,
- spodní písčité horizont v hloubce cca – 400 až 450 m p.m.,
- od hloubky -430 m p.m. nabývá pelitická facie pravděpodobně charakter skalních hornin (podle analýzy vrtu NP 915 - viz Obr. 8),
- bazální klastika + zvětralinový plášť karbonu v hloubce cca -500až-600m p.m. (podle konfigurace paleoreliéfu),
- konsolidované horniny karbonského souvrství.

Rozdíl mezi lokalitami je v tom, že Doubrava Špluchov je pod přímým vlivem poddolování a postupně bude zasažen poklesovou kotlinou, zatím co areál lázní Darkov je zabezpečen ochranným pilířem.

Lokalita Doubrava-Špluchov

Leží v katastru obce Doubrava, v jímacím území kvartérních podzemních vod Doubrava-Špluchov, v levobřežní údolní nivě řeky Olše.

Pro stanovení geologické stavby byly vybrány vrty řady NP z povrchu, uvedené v následující tabulce (tab. 2). Pro geologickou a hydrogeologickou charakteristiku kvartéru vrty byly vybrány pozorovací vrty KO , KPV (Malucha,1998) a hydrogeologické vrty IV a PS (Žáček,1996).



Obr. 10 Prognóza vlivu dobývání širší oblasti Dolu ČSA do roku 2010 (nahore) a do roku 2017 (dole) (Grmela, 2004)

Tab. 2 Vrtý pro stanovení geologické stavby v lokalitě Doubrava-Špluchov

vrt č.	rok	kvartér	miocén	detrit	zvětralínový plášť	karbon	hladina
Z souřadnice	hloubka vrtu						
NP 397	1961						①
224,7	1150	6	621	695	710		
NP 425	1958	7					
234,0	623	11	523				
NP 426	1958						
223,4	600	10	311	3 26			
NP 674	1963						
221,9	1138	14	341				
NP 690	1978						294,7
223,4	1399		725	753	784		
NP 911	1989				700		
227,2	730		630	695			
NP 915	1989						
272,0	900		830	8 70			

Vysvětlivky :

- ① naražené hladiny ve vrtu NP 397 v hloubkách :
- 2,6 m, 160 m, 480 m, 515m, 610 m, 635 m, 651 m.

hlína
štěrk
jíl
štěrkopísek
horniny karbonu

Lázně Darkov leží v katastru obce Darkov, na levém břehu řeky Olše, v dobývacím prostoru Dolu Darkov. Proti vlivům poddolování jsou chráněny ochranným pilířem stanoveným OBÚ v Ostravě. Pro stanovení geologické stavby byly vybrány vrtý řady NP z povrchu, uvedené v následující tabulce (tab. 3). Pro geologickou a hydrogeologickou charakteristiku kvartéru byly použity vrtý J1-J13 (Ryška,1988).

Tab. 3 Vrtý pro stanovení geologické stavby v lokalitě Lázně Darkov

vrt č.	rok	kvartér	miocén	detrit	zvětralínový plášť	karbon	hladnina
Z souřadnice	hloubka vrtu						
NP 379	1960	5	752	755	799		486
257,4	1360						752
NP 394	1962	11	628	640			①
241,3	1203						
NP 395	1961	7	825	874	882		②
279,4	1401						
NP472	1960	13	426				
227,7	1213						
NP 680	1975	5	542	579			390
231,2	1010						
NP 681	1965	15	444				253
236,3	1296						
NP 698	1963	2					61,5
231,1	403	6	260	293	307		
NP 699	1963	2					279,4
231,9	410	6	279	285	292		
D 2	1978	15	351				
233,4	533						

Vysvětlivky :

Poznámka:① naražené hladiny ve vrtu NP 394 v hloubkách:
- 7,3 m, 125 m, 260 m, 360m, 445 m,
628 m,

② naražené hladiny ve vrtu NP 395 v hloubkách:
- 150-198 m, 285 m, 435 m, 528m720-760 m, 810-874 m.

hlína
štěrk
jíl
štěrkopísek
horniny karbonu

Informace o jímacích vrtech jodobromových vod pro Lázně Darkov uvádí Hufová,Vašíčková, 2001.

Předložená publikace je součástí řešeného grantového úkolu projektu GAČR 105/07/0878 „Studium seizmických účinků v okolí seizmické stanice v závislosti na místních geologických podmínkách“.

Literatura

- [1] Doležalová, H., Holečko, J., Kaláb ,Z. a Knejzlík, J. (2004): Analýza vlivu důlně indukované seismicity na povrch na Karvinsku. Transaction- Sborník vědeckých prací Vysoké školy báňské-Technické univerzity Ostrava, řada stavební, roč.IV,č.2/2004, 85-93
- [2] Dopita, M. et al. (1997): Geologie české části hornoslezské pánve.Min.živ.prostř., Praha.
- [3] Dvorský, J., Malucha, P., Grmela, A. a Rapantová, N. (2006): Ostravsko-karvinský detrit, spodnobádenská bazální klastika české části hornoslezské pánve. Monografie, Montanex, ISBN 80-7225-231-3, 150 stran + přílohy.
- [4] Grmela, A. (1998): Znalecké posouzení jímacích objektů na prameništi Karviná-Staré Město a Doubrava - Špluchov vůči vlivům poddolování. Znalecký posudek č.j. ZP 39/98 pro OKD, a.s. IMGE, odštěpný závod, Smetanovo náměstí č. 2, 702 00 Ostrava. Ss. 1-31 + přílohy. Ostrava 20. 7. 1998

- [5] Grmela, A. a Aldorf, J. (1999): Vlivy podzemních vod na destrukci jamy Doubrava IV v OKR. Sem. Enviromentalná geológia, Herlany, 1-5
- [6] Grmela, A. (2003) : Odborný hydrogeologický posudek na vlivy z předpokládaného dobývání ODK, a.s., Dolu ČSA v Karvině-Doly za období 2003-2015 na jímací objekty prameniště pitné vody Karviná-Staré Město a Doubrava-Špluchov. Posudek č. ZP82/03 pro OKD, a.s., člen koncernu KARBON INVEST, a.s., Důl ČSA, ul. Čs. armády 1, Karviná Doly. Ss. 1-69. Ostrava 31. 10. 2003.
- [7] Grmela, A. (2004): Odborný hydrogeologický posudek na vlivy z předpokládaného dobývání OKD, a.s., Dolu ČSA v Karvině-Doly za období 2005-2017 na jímací objekty prameniště pitné vody Karviná-Staré Město a Doubrava-Špluchov. Znalecký posudek čj. ZP č. 84/04 pro OKD, a.s., KARBON INVEST, a.s. Důl ČSA, Karviná-Doly. Ss. 1-65 + přílohy. Ostrava 10. 7. 2004.
- [8] Grmela, A. (2005): Odborný hydrogeologický posudek na vlivy z předpokládaného dobývání Dolu ČSA za období 2005-2017 na jímací objekty prameniště pitné vody Karviná-Staré Město a Doubrava-Špluchov. Vymezení podmínek jímání a monitoringu kvality podzemních vod. ZP 91/05 pro OKD, a. s., člen koncernu KARBON INVEST, a. s. Důl ČSA, 735 02 Karviná Doly. Ostrava 10. 5. 2005. Ss. 1-8.
- [9] Grmela, A., Bujok, P., Rapantová, N. a Zelinka, V. (1994): Monitoring kvality podzemních vod v oblasti jímacího území pitných vod Doubrava - Špluchov. Zpráva HS č. 1529/94. Pro OKR, a.s. Důl Čs. armáda, o.z. Karviná. Ss. 1-65 + 2 přílohy. Ostrava 30.12.1994
- [10] Grygar, R., Slob, S. a Koster, R.D. (1995): Strukturně-tektonické poměry karvinské dílčí pánve ve vztahu k vlivům poddolování na geomorfologii krajiny postižené hornickou činností - mapy ekologické zranitelnosti (závěrečná zpráva za léta 1993 a 1995), MS HS MŽP ČR Praha, 51s
- [11] Haladej, M. (1981): Stonava- Větrné systémy, záv. zpráva Geol. průzkum Ostrava MS
- [12] Huřová, E. et al. (1971): Hydrogeologický průzkum vymýtin OKR. Závěrečná zpráva. ČGÚ, Geologický průzkum, n.p. Ostrava, č.ú. 522 400 044, duben 1971, 349 s + příl.
- [13] Huřová, E. a Vašíčková, J. (2001): Exkurzní průvodce. XI. NHGK Ostrava, 16-21.9.2001 – vyd. VŠB-TU Ostrava.
- [14] Ibrmajer, J. a Suk, M. et al. (1989): Geofyzikální obraz ČSSR. ÚÚG, Academia, nakl. ČSAV, Praha.
- [15] Kaláb, Z. a Knejzlík, J. (2001): Zesílení amplitudy seismických vln v povrchových útvech karvinské části OKR. In: Sb. konf. Minerál Raw Materiále and Mining Aktivty of the 21st Century, VŠB- Technical university of Ostrava, Cech Rep., 157-164.
- [16] Kaláb, Z., Knejzlík, J., Holub, K., Doležalová, H., Holečko, J. a Ptáček, J. (2006): Vliv geologických faktorů na intenzitu účinků důlně indukovaných seizmických jevů na povrchové objekty v karvinské oblasti. Závěrečná výzkumná zpráva k řešení projektu GAČR 105/03/0078, Ústav geoniky AVČR Ostrava a OKD, DPB, a.s. v Paskově, 46+11.
- [17] Kaláb, Z., Knejzlík, J. a Hrušková, E. (2008): Vliv lokální geologie na rychlost kmitání na povrchu v karvinské oblasti. Uhlí, rudy, geologický průzkum, 1/2008, 26-31

- [18] Martinec, P. a Krajíček, J. (1989) : Vlastnosti hornin svrchního karbonu na kontaktu s pokryvnými útvary. VVUÚ Ostrava- Radvance, sam. publ. č. 43.
- [19] Malucha, P. (1998): Doubrava-Kozinec prognóza ohrožení terénu podzemní vodou. MS archivOKD-DPB a.s. Paskov
- [20] Malucha, P. et al. (2004): Kozinec 2004. Studie OKD, DPB Paskov, a. s. pro OKD, a. s. Důl Čs. armáda, o. z., ss. 1-36, prosinec 2004, Paskov.
- [21] Müller, K. et al. (1990): Metodika určování mechanických vlastností z vrtně technologických a karotážních dat. Záv. Zpráva, VŠB Ostrava, MS
- [22] Müller, K. (2000): Assessment of rock mechanical properties of superficial deposits in upper Silesian basin through a komplex of drill technological and logging date. Acta montana IRSM ASCR, ser.A,16, 125-129, Praha.
- [23] Müller, V. et al. (1998): Vysvětlivky k souboru geologických a ekologických účelových map přírodních zdrojů v měřítku 1:50 000. List 15 44 Karviná. ČGÚ Praha.
- [24] Müllerová, J. a Idés, D. (2004): Svahové deformace Ostravska . Documenta geonica 2004, ÚGN AV ČR Brno, 38- 51.
- [25] Ryška, J. (1988): Darkov- zvýšení hrází. Záv. zpráva Unigeo Ostrava. MS
- [26] Sedláčková, M. (1993): Monitorovací systém podzemních vod ostravské aglomerace - vzorová lokalita Doubrava-Špluchov, závěrečná zpráva. Vodní zdroje Opava. Archiv katedry geologického inženýrství VŠB Ostrava.
- [27] Žáček, J. (1996) : Základy hydraulického modelu proudění mělkých podzemních vod v kvartérních sedimentech oblasti jímacího území Doubrava-Špluchov. Diplomová práce VŠB-TU Ostrava, HGF, IGI, Ss. 1÷58+přílohy, květen 1996.