

Kamenolom Horní dvorce – Žula, vlastnosti, využití, výzkum

Martin ŠTREJBAR¹, Milan MIKOLÁŠ², Petra GERNOVÁ³

¹ *Ing., Institut hornického inženýrství a bezpečnosti,
Fakulta hornicko-geologická,
VŠB-TU Ostrava, 17. listopadu 15, 708 33 Ostrava - Poruba, Česká Republika
e-mail: martin.strejbar@vsb.cz*

² *doc. Ing., Ph.D., Institut hornického inženýrství a bezpečnosti,
Fakulta hornicko-geologická,
VŠB-TU Ostrava, 17. listopadu 15, 708 33 Ostrava - Poruba, Česká Republika
e-mail: milan.mikolas@vsb.cz*

³ *Ing., Institut hornického inženýrství a bezpečnosti,
Fakulta hornicko-geologická,
VŠB-TU Ostrava, 17. listopadu 15, 708 33 Ostrava - Poruba, Česká Republika
e-mail: petra.gernova.st@vsb.cz*

Abstrakt

V tomto příspěvku autoři seznamují čtenáře s provozem kamenolomu Horní Dvorce, který těží žulu mrákotínského typu. Článek dále shrnuje vlastnosti a využití těžené suroviny. Čtenář je též seznámen s parametry výzkumu, který na tomto kamenolomu v současné době probíhá. Jedná se o výzkum mechanických vlastností žul mrákotínského typu při použití různých druhů trhavin k produkci výrobků hrubé a ušlechtilé kamenické výroby.

Klíčová slova:

mrákotínská žula, Lom Horní Dvorce, mechanické vlastnosti, vlastnosti, využití, výzkum.

1 Úvod

V úvodu jsou shrnuty základní informace a geografické poměry kamenolomu Horní Dvorce. Kamenolom Horní Dvorce, jež provozuje firma Lom Horní Dvorce, s.r.o. již od roku 1993 [6], se nachází v severozápadní části katastrálního území obce Horní Dvorce v Jihočeském kraji, bývalém okrese Jindřichův Hradec. Lokalita kamenolomu se nachází cca 400 m severozápadně od obce Horní Dvorce ve vrcholové části Kalcova kopce (viz. obr. 1) s vrcholovou kótou 663,7 m n.m. Hlavním horninovým typem je zde drobně až středně zrnitý dvojslídý granit mrákotínského typu. Hornina se nachází pod pokryvem, který je zde zastoupen písčito-jílovitými hlínami, hlinitými písky a hlinito-kamenitými sutěmi. Žula je těžena blokovým způsobem a to výhradně pro potřeby hrubé a ušlechtilé kamenické výroby s využitím přirozené blokové odlučnosti horniny.



obr. 1: Kalcův kopec

2 Geologie ložiska

Prostorově a geneticky je ložisko Horní Dvorce součástí velkého masivu granitoidních hornin, který se nazývá centrální pluton. Ložisko je lokalizováno na západním okraji tohoto plutonu a je tvořeno dvojslídou žulou, která je převážně středně až hrubozrnná. Textura horniny je všesměrná, struktura porfyrická. V okolí obce Horní Dvorce se výrazně mění zrnitost horniny, která se nápadně snižuje a mizí vyrostlice. Vyskytují se zde dvě základní facie - šedohnědá až žlutavá žula a šedá žula s nádechem do modra. Žlutavé až hnědavé zabarvení je způsobeno vlivem hypergenních činitelů. Tato facie směrem do hloubky mizí a přechází v hypergenními činiteli nepostiženou šedou žulu s nádechem do modra. Obě tyto facie jsou drobně až střednězrnné.

Na ložisku se nachází jak prvky tzv. velké tektoniky, tak i drobnětektonické prvky. Drobnětektonické prvky jsou zastoupeny třemi, místy i čtyřmi systémy puklin. Jedná se zejména o klasické pukliny typu Q - L - S, které na sebe v případě lokality Horní Dvorce nejsou zcela kolmé.

Prostorová orientace puklin [8] :

- I. systém 100 - 140° / 80 - 90°, až protiklonné 220 - 240°
- II. systém 110 - 120° / 40 - 70°
- III. systém 130 - 140° / 25 - 35°

Poznámka: Jedná se o orientace spádových přímek ploch.

Četnost ploch nespojitostí prvních dvou systémů je silně proměnlivá i na poměrně malých vzdálenostech. Tato četnost kolísá v rozmezí 0,5 - 4,0 m. V některých částech lomu se setkáváme s výrazným vzrůstem četnosti jednoho směru trhlin - tzv. drcených pásem. Hornina v těchto pásmech je prakticky nepoužitelná pro jakýkoliv typ kamenické výroby. Plochy nespojitostí třetího a případně i čtvrtého systému jsou nevýrazné a jejich četnost je podstatně nižší, než četnost prvních dvou systémů.

Prvky tzv. velké tektoniky jsou zastoupeny klasickými tektonickými poruchami. V oblasti lomu ani v jeho blízkém okolí, se nenachází žádná významná tektonická linie regionálního významu. Nejvýznamnější tektonickou linií je porucha, ležící západně od stávajícího lomu, v jeho bezprostřední blízkosti. Tato porucha má nadložiskový význam a její směr je v generelu SSV – JJZ. Jinak se na ložisku vyskytují poruchy pouze regionálního významu.

3 Hydrogeologie ložiska

Hydrologie ložiska Horní Dvorce [7] je velmi jednoduchá. Při vedení dobývacích prací nebyly dosud zastíženy žádné podzemní prameny. Povrchové vody, mající původ ve srážkové činnosti, se prakticky zcela vsakují do podloží. Pouze při extrémní srážkové činnosti se na dně lomu dočasně vytvoří relativně malá vodní plocha. Proto jsou důlní vody čerpány pouze výjimečně.

Průlinově propustné horniny zvětralinového pláště moldanubického plutonu společně s porušeným povrchem krystalinických hornin vytvářejí zónu, kde se formují mělké podzemní vody. Koeficient filtrace se v těchto horninách pohybuje v řádu 10^{-6} m.s^{-1} .

Podzemní voda leží konformně s terénem a pohybuje se ve směru spádnice po úbočích kopců k jejich úpatí. Aby bylo možné zjistit směr proudění podzemní vody ve vrcholové části Kalcova kopce, a tím i oblast teoretického ohrožení činností v lomu situovaného v k.ú. Horní Dvorce, byla firmou GEOTest Brno, a.s. provedena analýza, která umožnila rozčlenit terén v okolí lomu do dílčích povodí. Tím byla vymezena oblast, ve které mohou být teoreticky

ohroženy podzemní vody činností lomu. Dle posudku firmy GEOtest Brno, a.s., je jedinou oblastí, která může být takto ohrožena, prostor mezi lomem a západním okrajem obce Horní Dvorce. Zde se nacházejí dva vodní zdroje (studny), oba slouží k zásobování obce Horní Dvorce pitnou vodou.

4 Zásoby na ložisku (rok 2009)

V tabulce č. 1 jsou uvedeny současné objemy zásob na ložisku.

tabulka č. 1: Současný stav bilančních a nebilančních zásob ložiska

Zásoby bilanční celkem	197 737 m ³
- zásoby bilanční volné	97 544 m ³
- zásoby bilanční vázané	100 193 m ³
- dočasně vázané	100 193 m ³
- trvale vázané	0 m ³
Zásoby nebilanční celkem	87 946 m ³
- zásoby nebilanční volné	54 546 m ³
- zásoby nebilanční vázané	33 400 m ³
- dočasně vázané	0 m ³
- trvale vázané	33 400 m ³

tabulka č. 2: Současný stav volných a vázaných zásob ložiska celkem

Zásoby volné celkem	152 090 m ³
Zásoby vázané celkem	133 593 m ³
- dočasně vázané zásoby	100 193 m ³
- trvale vázané zásoby	33 400 m ³

5 další průzkum ložiska a jeho životnost

Otevřenost zásob je pro exploataci dostatečná. V současné době se na ložisku neplánuje další vyhledávací, podrobný ani geologický průzkum. Bude prováděn pouze tzv. průzkum těžební a dle jeho výsledků bude upravován postup porubní fronty. Životnost ložiska je za stávajících podmínek odhadována přibližně na 20 let, tzn. přibližně do roku 2029.

6 Technologie těžby

Přípravné práce jsou prováděny bezprostředně před vedením vlastních dobývacích prací [9]. V podstatě se jedná o tvorbu volných ploch horninového masívu tak, aby bylo možno realizovat těžbu suroviny pro potřeby klasické hrubé kamenické výroby. Rozpojování se provádí za použití trhavin s posuvným účinkem [2], hlavně černého trhacího prachu. Tvorba volných ploch, t.j. vlastní přípravné práce pro exploataci, je na ložisku realizována prostřednictvím tzv. „prostřelování ulice“ pomocí skalních trhavin. Při vedení exploatačních

prací je v maximální míře využívána tektonická stavba horninového masívu, a to tak, aby umělá tvorba dalších stupňů volnosti byla minimální.

Dobývání je prováděno ve třech etážích, jejichž výška nepřesahuje 10 m (viz. obr. 2).



obr. 2: Těžební prostor lomu

V rámci každé etáže jsou, na základě tektonické stavby horninového masívu, vymezeny dílčí bloky, které jsou postupně dobývány shora dolů [1] podle přirozené blokovitosti a odlučnosti. Postup stěn etáží a postup dobývacích prací v rámci etáží je v generelu od jihu k severu. Tento generelní směr však v jednotlivých případech není přísně dodržován, neboť detailní směr postupu je limitován lokální tektonickou stavbou horninového masívu.

Vlastní dobývací práce jsou prováděny především pomocí trhacích prací malého rozsahu [4] za použití trhavin s posuvným účinkem. Používán je především Vesuvit TN s použitím elektrického roznětu elektrickým palníkem.

7 výrobní sortiment a jeho uplatnění

Stávající výrobní sortiment [10] je tvořen výrobky hrubé kamenické výroby. Surovinou je žula „mrákotínského typu“ v barvě šedé, žlutavé a žlutošedé (melírové). Výrobní program je rozdělen do několika skupin. Jedná se především o silniční stavební program, hrubou kamenickou výrobu pro stavby technického typu, hrubou kamenickou výrobu pro ostatní stavby a těžbu žulových bloků, určených k dalšímu zpracování.

7.1 Silniční stavební program

Silniční stavební program je tvořen dlažebními kostkami těchto druhů a velikostí:

- dlažební kostka velká 15/17 cm (viz. obr. 3, 5)
- dlažební kostka drobná 8/10 cm (viz. obr. 3, 4, 5)

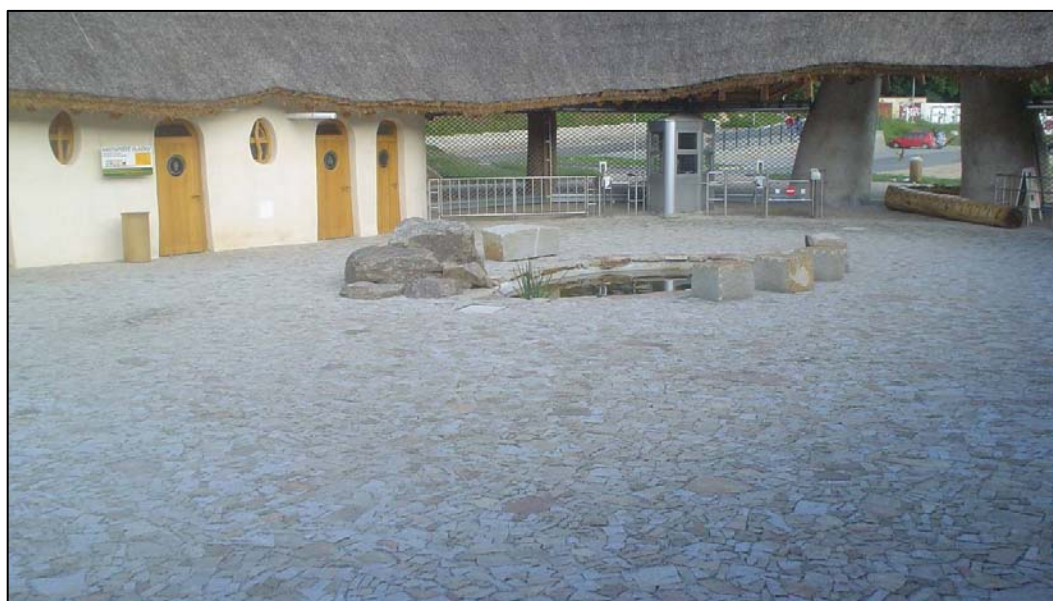
- dlažební kostka mozaiková 4/6 cm (viz. obr. 3)
- dlažební kostka atypická (viz. obr. 6)



obr. 3, 4, 5, 6: Ukázky silničního stavebního programu

Dalšími výrobky silničního stavebního programu jsou lámané silniční krajníky KS 3, používané ke zpevnění krajů vozovek a nástupišť. Tento sortiment nachází své uplatnění zejména při rekonstrukcích, dláždění ploch náměstí a ostatních veřejných prostranství, při stavbě a budování pozemních komunikací.

Jako doplněk k silničnímu stavebnímu programu jsou v nabídce firmy i odseky od kostek. Jedná se víceméně o odpad, vznikající při štípání dlažby, ale i přesto je možné z těchto odseků vytvořit plochu s nižšími požadavky na její maximální zatížení. Jedná se nejčastěji o vjezdy do zahrad či garáží rodinných domků, a to dokonce s velmi působivým efektem. Příkladem takovéto plochy může být zádlažba vstupního areálu Zoologické zahrady v Jihlavě (viz. obr. 7).



obr. 7: Vstupní areál Zoologické zahrady v Jihlavě

7.2 *Hrubá kamenická výroba pro stavby technického typu*

Tato část prodejního artiklu firmy Lom Horní Dvorce, s.r.o. zahrnuje především lomový kámen soklový, lomový kámen netříděný, lomový kámen tříděný (používá se jako štětový základový kámen), lomový kámen záhozový (o velikostech od několika cm až po 200 kg a více), lomový kámen rigolový (lámaný kámen o velikosti 15 - 40 cm, jedna lící plocha je

lomová - rovná), lomový kámen pro kyklopské zdivo (má nepravidelný tvar a jednu lomově rovnou lící stranu, která má tvar 4-6ti úhelníku), žulové šlapáky (viz. obr. 8, 9, 10, 11).

Kromě uvedených druhů lomového kamene se pro stavby technického typu dodávají lámané krajníky, velká dlažební kostka, haklíky apod. Jejich rozměr bývá obvykle atypický a závisí na přání zákazníka.

Tyto výrobky nacházejí své uplatnění jako materiál ke zpevnění břehů a hrází, jako soklové zdivo, opěrné a obkládací zdivo svahů, při zpevnění zemních svahů (příkopy, koryta, rygoly), obkladový materiál pro vodní, železniční a silniční stavby, apod.



obr. 8, 9, 10, 11: Ukázky hrubé kamenické výroby pro stavby technického typu

7.3 Hrubá kamenická výroba pro ostatní stavby

Jedná se zejména o masivní stavební prvky a prvky zahradní architektury, jako jsou např. schodišťové stupně, prahy, žulové zahradní šlapáky (i velkých rozměrů), haklíky, měřičské značky apod (viz. obr. 12, 13, 14).



obr. 12, 13, 14, 15: Ukázky hrubé kamenické výroby pro ostatní stavby, žulové bloky

7.4 Žulové bloky pro další zpracování

Žulové bloky (viz. obr. 15) jsou těženy, co se velikosti týče, dle možností nakládacích a přepravních zařízení kamenolomu. Velikost těchto kamenných bloků je též výrazně limitována druhotně-tektonickou stavbou masivu. Kubatura žulových bloků se nejčastěji pohybuje v rozmezí 1,8 - 2,8 m³. Bloky jsou tříděny dle barvy (žlutá, modrá, melírová) a prodávány zákazníkům z řady firem, které je zpracovávají na výrobky ušlechtilé kamenické výroby, jako jsou řezané dlažební desky s lící stranou řezanou, bosírovanou, tryskanou, broušenou nebo leštěnou, různotvaré řezané obklady stěn exteriérů i interiérů budov, dále pak fontány, chrliče, květináče, lavičky, ozdobné, užitkové a upomínkové předměty, pomníky, rámy, desky apod.



obr. 16: Prostor pro zpracování suroviny a nakládku produktů

8 Specifikace výzkumu mechanických vlastností žul mrákotínského typu

V kamenolomu Horní Dvorce probíhá v současnosti výzkum mechanických vlastností žul mrákotínského typu při použití různých druhů trhavin k produkci výrobků hrubé a ušlechtilé kamenické výroby [5], který první z autorů článku provádí v rámci své dizertační práce a interního grantu VŠB-TU Ostrava.

8.1 Použité trhaviny a typy konstrukcí náloží

K výzkumu byly použity především trhaviny s posuvným účinkem [3] - černé trhací prachy, konkrétně Vesuvit TN, Vesuvit THH a Černý prach z delaborace, dále pak pro srovnání trhavina s tříštivým účinkem, zastoupená Perunitem 28E, též rozpojení horniny pouze pomocí pérových klínů bez použití jakékoliv trhaviny. Konstrukce náloží je volena jako dělená, resp. nedělená a nedělená s cca 50% předimenzováním a s cca 100% předimenzováním nálože pro zjištění míry vlivu zkušeností a správného odhadu potřebného množství trhaviny střelmistrem.

8.2 Trhací práce, odběr vzorků a dílčích vzorků

Trhací práce byly prováděny střelmistrem v prostoru lomu, stav bloku rozpojované horniny byl náležitě fotograficky dokumentován před (viz. obr. 5) a po provedení trhacích prací. Dva vzorky (o rozměru cca 25 x 18 x 20 cm) z každého rozpojeného nadměrného kusu (bloku) byly následně odebrány lamačem a dopraveny do zkušební laboratoře výzkumného centra hornin na VŠB-TU Ostrava. Jeden vzorek přímo od plochy odlomu a druhý ve vzdálenosti 20 cm od této plochy. Tímto bude sledován vliv trhaviny na horninu ve vztahu ke vzdálenosti od nálože. Ve zkušební laboratoři výzkumného centra hornin (dále jen ZLVCH)

VŠB-TU Ostrava bylo z každého vzorku odebráno šest dílčích vzorků o tvaru a velikosti dle příslušné normy. Tyto jsou nyní zkoušeny ke stanovení mechanických vlastností horniny, a to pevnostní a přetvárné vlastnosti.

Celkový počet zkoumaných bloků je 15, jeden rozpojen pomocí pérových klínů, zbylých 14 pomocí trhacích prací. Z rozpojených bloků tak již bylo odebráno 30 vzorků, z nichž bylo posléze odebráno a nyní posuzováno celkem 180 dílčích vzorků určených ke zkoušení na zkušebním zařízení ZLVCH.



obr. 5: Bloky horniny připravené k rozpojení

8.3 Zkoušky mechanických vlastností horniny

Mechanické vlastnosti hornin je možné zjišťovat při třech režimech zatěžování, a to dynamicky, kvazistaticky, dlouhodobě.

Při výzkumu mechanických vlastností žul mrákotínského typu, ve vztahu k použitým druhům trhavin a konstrukcím náloží, je použit nejčastější způsob laboratorního měření, tedy způsob kvazistatického zatěžování vzorku. Při kvazistatickém zatěžování vzorku dochází k zatěžování s určitým časovým přírůstkem napětí nebo přetvoření. Ve zkušební laboratoři výzkumného centra hornin VŠB-TU Ostrava jsou zkoušeny pevnostní a přetvárné vlastnosti horninových vzorků na zkušebním zařízení typu MTS 816 Rock test system.

8.4 Pevnostní vlastnosti horniny

Pevnostní vlastnosti hornin lze zjišťovat při namáhání tlakem, tahem, ohybem a tečným namáháním. Ke zjištění tahových nebo tlakových pevností se používá různých druhů zkoušek. Pro účely výzkumu pevnostních vlastností mrákotínských žul jsou vzorky zkoušeny na stanovení tlakové pevnosti zkouškou v prostém (jednoosém) tlaku na pravidelných zkušebních tělískách tlakovým lisem.

8.5 Přetvárné vlastnosti horniny

Tato charakteristika je u hornin zjišťována převážně při tlakovém namáhání. Přetváření horniny zjišťujeme v příčném i podélném směru. Provádět lze sledování přetvárné charakteristiky horniny před mezí pevnosti a za mezí pevnosti, díky které lze zjistit energetickou náročnost horniny při jejím rozrušování. V případě výzkumu mechanických vlastností žul mrákotínského typu jsou zjišťovány přetvárné vlastnosti horniny pouze sledováním přetváření horniny do meze pevnosti. Pro každý zkoušený vzorek je stanovován modul přetvárnosti a modul pružnosti. Dopočítáno pak bude Poissonovo číslo udávající závislost mezi podélným a příčným přetvořením.

9 Výsledky dosud provedených zkoušek

Tabulka č. 3 uvádí na výzkumu mechanických vlastností horniny prvního autora článku nezávislé hodnoty dosud provedených zkoušek horniny, které provedla Zkušebna kamene a kameniva, s.r.o., Hořice.

tabulka č. 3: Výsledky dosud provedených zkoušek

Vlastnost	Zkušební metoda	Deklarovaná hodnota
Petrografický popis	ČSN EN 12407:2001	Biotitický granit
Objemová hmotnost	ČSN EN 1936:2000	min. 2650 kg/m ³
Pevnost v tlaku suchého vzorku	ČSN EN 1926:2000	min. 150 MPa
Pevnost v tlaku zmrazeného vzorku	ČSN EN 1926:2000	min. 130 MPa
Nasákavost vodou za atmosférického tlaku	ČSN EN 13755:2002	max. 0,5 % hm.

10 Závěr

V příspěvku autor popisuje lokalitu kamenolomu Horní Dvorce z pohledu geografického, geologického a hydrogeologického, dále pak popisuje technologii těžby a výrobní sortiment včetně jeho využití. Výzkum mechanických vlastností žul mrákotínského typu při použití různých druhů trhavin k produkci výrobků hrubé a ušlechtilé kamenické výroby je na kamenolomu nyní zatím ve stádiu provádění potřebných měření na zkušebním zařízení ZLVCH VŠB-TU Ostrava, tyto výsledky a jejich vyhodnocení budou publikovány následně v dalším příspěvku.

Vzorky jsou zkoušeny na pevnost v prostém (jednoosém) tlaku, zároveň jsou snímány hodnoty pro stanovení modulu přetvárnosti a modulu pružnosti. Dopočtena bude závislost mezi podélným a příčným přetvořením. Vzhledem k výše uvedeným počtům vzorků a dílčích vzorků je předpokládán počet výstupních a dopočtených hodnot cca 840. Dalšími výstupy budou přetvárné diagramy pro stanovení modulu přetvárnosti a modulu pružnosti pro každý dílčí vzorek a přetvárný diagram pro celkový vzorek, tvořený průměrem hodnot dílčích vzorků.

Výstupem bude porovnání naměřených a vypočtených hodnot a na jejich základě určení ideální trhaviny, jejího množství a ideální konstrukce nálože, za účelem dodržení požadované kvality těžných žulových bloků.

Seznam použité literatury :

[1] DOJČÁR, Ondrej.: Dobývanie a spracovanie kameňa. Bratislava : Alfa - vydavateľstvo technickej a ekonomickej literatúry Bratislava, 1984 - 216 s.

[2] DOJČÁR, Ondrej; HORKÝ, Jiří; KOŘÍNEK, Robert.: Trhací technika. Ostrava : Montanex, 1996 - 421 s. : il. ISBN 80-85780-69-0.

[3] HORKÝ, Jiří.: Trhací práce a rozpojování hornin : učební texty VŠB. 3. vyd. Ostrava : VŠB - TU Ostrava, 1987 - 219 s.

[4] KRYL, Václav; [et al.]. Povrchové dobývání ložisek. Ostrava : VŠB - TU Ostrava, 1997 - 266 s. : il. ISBN 80-7078-396-6.

[5] ŠTREJBAR, Martin.: Výzkum mechanických vlastností žul mrákotínského typu při použití různých druhů trhaviny k produkci výrobků hrubé a ušlechtilé kamenické výroby. Teze dizertační práce, Ostrava, 2009, 18 s.

[6] ŠTREJBAR, Martin.: Těžba žuly na kamenolomu Horní Dvorce. Bakalářská práce, Ostrava, 2005, 25 s.

[7] Hydrogeologický posudek, GEOTest Brno, a.s.. Brno, 1996.

[8] Plán využívání ložiska Horní Dvorce. Třešť, 1996.

[9] Technologické postupy a pokyny. Kamenná, 1993.

[10] URL: <<http://www.lomhornidvorce.wz.cz>>.