Mapování zatopených štěrkopískových ložisek s ohledem na kontinuální řízení procesu těžby v podmínkách štěrkopískovny Náklo

***Miroslav Vítek*[1] *a Josef Novák*[2]**

Mapping of the flooded gravel-sand deposits with respect to a continual exploitation process under conditions of the gravel sand mine Náklo

With growing prices expended for exploiting 1 ton of building raw materials grows also the need and effort of firm managements for natural resources to get the maximum exploitation and also the possibility to influence the exploitation process and to make the best account of mining equipments. With these requirements also grow the demands laid to mine surveying on mines and quarries. In exploitation in flooded gravel-sand deposits can be successfully used the GPS technology and the sonar for operational deciding about next exploitation process.

***Key words**: Global positioning system (GPS), sonar, digital model of terrain (DMT), gravel sand, exploitation, basic mine map, geological prospecting, work effectiveness, economics.*

Úvod

Se vzrůstající cenou vynaloženou na těžbu 1 tuny stavebních surovin roste potřeba i snaha managementu těžařských firem o co nejvyšší vytěžitelnost, možnost ovlivnění postupu těžby a využití těžebního zařízení. S těmito požadavky stoupají i nároky kladené na důlně měřické práce na dolech a lomech. V návaznosti na tyto potřeby, bych ve svém příspěvku rád upozornil na možnost využití technologie GPS a sonarů pro operativní rozhodování o dalším postupu těžby v ložisku. Mé poznatky se opírají o řadu provozních měření, provedených na vodou zatopené štěrkopískovně Náklo.

Popis lokality

Geologické údaje o ložisku

Výhradní ložisko štěrkopísku Náklo – Příkazy leží v Olomouckém kraji na katastrálních územích Náklo, Mezice, Uničovice a Lhota nad Moravou. Nachází se ve střední části Hornomoravského úvalu, náleží soustavě Vněkarpatské sníženiny a je součástí tzv. Lutínské brázdy. Hornomoravský úval má tvar příkopové propadliny, vzniklé během alpskokarpatského orogenu. Ložisko leží v údolní nivě řeky Moravy, jejíž činností vzniklo. Reprezentují ho staropleistocenní fluviální štěrkopísky v depresích, fluviální štěrkopísky hlavní terasy a fluviální štěrkopísky údolní terasy kvartérního stáří.

Z morfologického hlediska se jedná o ploše uložené ložisko zabírající rozsáhlou nivu řeky Moravy.

Hornické údaje o ložisku

Na štěrkopískovně Náklo se těží ve dvou řezech a těžba probíhá dvěma způsoby. Těžba v prvním řezu pomocí korečkového rypadla do hloubky 10 až 14 m. Dotěžování (těžba v druhém řezu) až na bázi ložiska pomocí plovoucího drapákového rypadla. Hloubka báze ložiska se v dané lokalitě pohybuje okolo 25 m. Doprava suroviny na ložisku je řešena soustavou skluzů a pásových dopravníků, které tuto surovinu předávají na samosypné čluny. K dopravě těchto člunů do přístavu slouží tlačné remorkéry. Zde dochází k vysypání nerostu. Z takto vzniklé podvodní skládky v přístavišti je štěrkopísek odebírán elevátorem a soustavou pásů je transportován na úpravnu.

Návrh řešení

Řešení vychází z požadavků praxe na co nejefektivnější využití dobývacího prostoru. Tato činnost není dána pouze dikcí platného horního zákona, ale především ekonomickými tlaky konkurenčního boje v oblasti těžby a zpracování stavebních surovin.

Na štěrkovně Náklo docházelo v minulosti k těžbě nahodilým způsobem bez možnosti korektního ověření postupu těžby. Tím zde byly na dně vytvářeny systematicky ostrovy nevytěžených surovin. Tento

[1] *Ing. Miroslav Vítek,* GB-geodezie spol. s r. o, Tř. Tomáše Bati 1565, 760 96 Zlín, tel.: 420 607 991 514, vitek_m@centrum.cz

[2] *prof. Ing. Josef Novák, CSc*., Institut geodézie a důlního měřictví, VŠB-TU Ostrava, Tř. 17.listopadu 15, 708 33 Ostrava-Poruba, tel.: 420 597 323 149

(Recenzovaná a revidovaná verzia dodaná 3. 5. 2007)

stav vzhledem k finančním prostředkům vynaloženým na otvírku ložiska (vykoupení pozemků, platba úhrad z plochy dobývacího prostoru, atd.) je v současných podmínkách tržní ekonomiky nežádoucí.

Na dané štěrkopískovně realizuji v současnosti již třetím rokem provozní důlně měřické práce. Tato jsou prováděna pomocí sonarů a technologie GPS. V začátcích byla tato měření používána pouze pro vyhodnocování realizované těžby. Postupem času začala tato data být využívána i pro plánování budoucí těžby. Především touto problematikou se budu v dalších částech příspěvku zabývat. Mé postupy a závěry jsou zpracovány pro plovoucí drapákové rypadlo, ale lze je s drobnými úpravami využít obecně i pro těžbu na zatopených lomech.

Celý problém byl rozdělen do následujících kroků, které budou dále podrobněji popsány:

1. Geologický průzkum
2. Mapování původního dna vytěžené štěrkopískovny
3. Porovnání digitálních modelů terénu (DMT)
4. Těžba
5. Vyhodnocení těžby
6. Posun drapáku

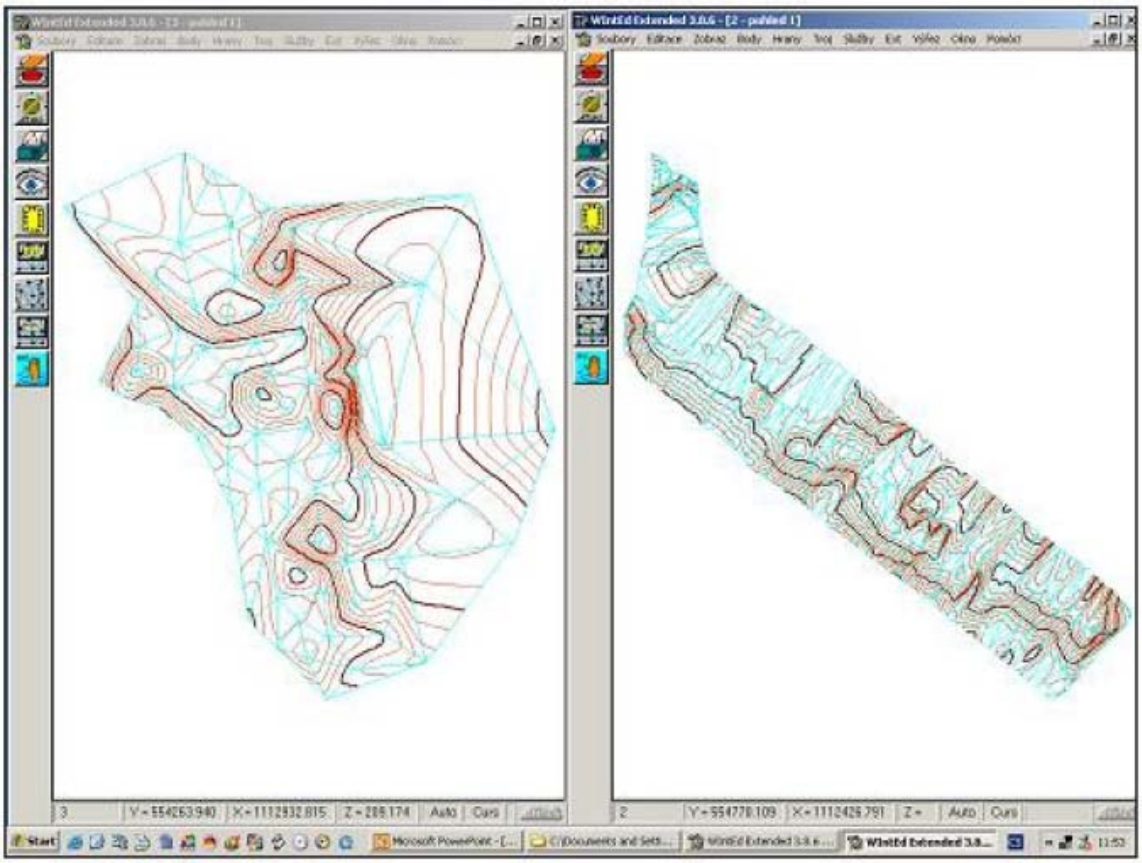
Geologický průzkum

V tomto kroku byly zpracovány výsledky geologických průzkumů, které byly na daném ložisku provedeny ve dvou etapách v letech 1961 až 1962 (fa Geologický průzkum n.p. Brno) a 1988 až 1989 (fa Unigeo s.p. Ostrava). Převedením výsledků obou průzkumů z analogové do digitální formy bylo možno vytvořit plochy digitálního modelu terénu (DMT) odpovídající nadložní a podložní ploše ložiska (obr. 1).

Takto připravené plochy sloužily jako vstupní hodnoty pro další zpracování. V daném případě je možno pominout nadložní plochu ložiska, která díky předcházející těžbě korečkovým rypadlem již není aktuální.

Mapování původního dna vytěžené štěrkopískovny

Pro stanovení průběhu dna bylo provedeno na zvolené vzorové části lomu prvotní měření (PM). Toto měření mělo za úkol nejen zhodnotit dosavadní průběh těžby, ale i vytipovat nedotěžené části ložiska, jak bude ukázáno později. Měření bylo prováděno pomocí sonaru s automatickým záznamem hloubky a technologie GPS pro určení polohy zaměřeného bodu.



Obr. 1. DMT podložní plochy ložiska.
Fig. 1. DMT underlaying places of the mineral deposits.

Obr. 2. DMT části vytěženého dna.
Fig. 2. DMT tails of the abbadoned bottom.

Přesnost technologie GPS byla s ohledem na její cenu a podmínky v dané štěrkopískovně volena jako submetrová. Na sledované lokalitě jsou ideální observační podmínky, samotná velikost drapáku a jeho pohyb v důsledku větru a podvodních proudů nevyžadují použití přesnější a tedy i dražší aparatury.

U těchto aparatur GPS je pak přesnost v určení výšky přijímače pro dané účely nedostatečná. Proto byla výška hladiny před samotným měřením určena nivelací. Pro dlouhodobá měření bude na dané lokalitě zřízen a zaměřen vodočet.

Pro měření hloubky dna byl použit sonar firmy Garmin (obr. 3), který umožňuje automatický záznam hloubky. Současně také k dané hloubce uloží údaj o poloze z aparatury GPS. Přesnost v určení hloubky je uváděna výrobcem na 10 centimetrů (pro dané účely dostatečná). Kontrola přesnosti hloubkových měření byla v našich podmínkách prováděna pomocí zařízení pro měření hloubky umístěného na drapákovém rypadle. Rozdíl těchto hodnot se během měření pohyboval do 30 cm. Toto mohlo být pravděpodobně způsobeno vnějšími vlivy např. pohybem hladiny, klesáním a stoupáním drapáku během těžby (zatížení nerostem), nánosy kalů na dně.

Pro ověření parametrů udávaných výrobcem a kontrolu přesnosti obou přístrojů budou v budoucnu prováděna následná měření.

Výstupní údaje o poloze a výšce jednotlivých bodů byly následně převedeny pomocí transformace ze systému WGS-84 do JTSK. Pro převod byl použit program EtrfKro 1 s globální transformací, která je svou přesností pro daná měření dostačující. Tyto souřadnice byly pak pro lepší přehlednost zobrazeny do základní důlní mapy (obr. 6).

Obr. 3. Sonar GPS 178C Sounder.
Fig. 3. Sonar GPS 178C Sounder.

Na základě dat z prvotního měření byl vytvořen v programu Atlas digitální model terénu vytěženého dna, jak je patrné na obr. 2.

Pro obecná řešení lze říci, že pokud na dané lokalitě nebylo těženo nebo se těží v jednom řezu na plnou hloubku, tak tento krok odpadá. Není zde nutné provádět kontrolní zaměření dna.

Porovnání digitálních modelů terénu (DMT)

Při tomto kroku bylo provedeno spojení obou DMT do jednoho projektu (obr. 4, 5). Na základě prolnutí těchto modelů došlo k vyhodnocování informací o dosavadním průběhu těžby a na dané lokalitě byly vytipovány oblasti budoucí těžby. To jsou takové části ložiska, ve kterých průběh DMT získaný z PM měření se nachází nad DMT spodní hrany ložiska vypočteného z geologického průzkumu (modrá barva). Pro objektivní stanovení produktivity těžby mohou být také určeny části ložiska, v nichž došlo k přetěžení. V obrázcích 4 a 5 jsou vyznačeny červeně.

Tedy místa, kde se DMT z PM nachází pod DMT z geologického průzkumu. Při tomto posuzování je nutno brát ohled na to, že těžba v daném místě mohla být částečně odůvodněná, vzhledem k nepřesnostem určení průběhu vymodelované plochy vycházející z geologického průzkumu. Při něm se vycházelo z geologických vrtů, které pro daný účel svou hustotou nedostatečně pokryly sledovanou oblast. Tím tedy došlo ke snížení přesnosti určované plochy.

Po vytipování jednotlivých částí ložiska budoucí těžby přistupujeme k rozhodovacímu kroku. Zde vycházíme z několika základních informací získaných během předchozích měření:

1. z průniku obou DMT vypočteme mocnost ložiska v daném místě,
2. stanovíme předpokládanou (teoretickou) hloubku budoucí těžby,
3. určíme hodnotu sypného úhlu v závislosti na těženém nerostu (u sledované lokality je to hodnota 45° a je stanovena v plánu otvírky, přípravy a dobývání).

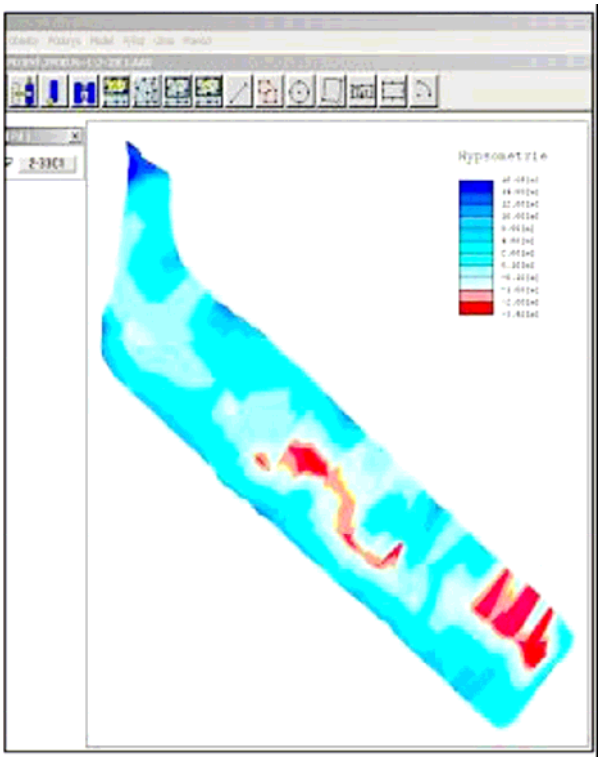
Pro zjednodušení následných výpočtů vycházejme z předpokladu, že vytěžená oblast na jednom místě vytváří tvar kužele.

Z těchto vstupních hodnot je možno odvodit předpokládané (teoretické) parametry budoucí těžby a jejího dalšího postupu. Mezi základní lze zařadit:

- výpočet předpokládaných objemů vytěžených na daném místě,
- přibližný čas těžby než dojde k dalšímu přesunu (možnost lepšího plánování těžby),
- velikost kroku následného posunu,
- množství nevytěženého nerostu.

V současnosti se pracuje na vytvoření počítačového programu, který by umožnil provádět výpočty některých výše zmíněných údajů. Použití tohoto programu by mělo umožnit vedoucím pracovníkům plánovat průběh těžby v návaznosti na další technologie zpracování těženého nerostu a s ohledem na velikost poptávky, a to, při minimálních nákladech vynaložených na těžbu.

Obr. 4. 3D model průniku ploch.
Fig. 4. 3D model of the penetration surfaces.



Obr. 5. 2D model průniku ploch.
Fig. 5. 2D model of the penetration surfaces.

Těžba

V tomto kroku dochází k přechodu z teoretické roviny do praktického prostředí. Výše zmiňovaný sonar umožňuje načtení základní důlní mapy (ZDM) v upraveném formátu do své vnitřní paměti. Tím je usnadněna orientace na vodní ploše při jakýchkoli pohybech lodi nebo drapáku. Tato jeho funkce není omezena pouze na jednu mapu, a proto lze jeden sonar použít pro práci v několika lokalitách těžební společnosti.

Pomocí technologie GPS je navedeno drapákové rypadlo nad danou část ložiska (místo těžby), která byla stanovena v předchozím kroku. Obsluze drapáku je zadána požadovaná hloubka těžby. V průběhu těžby jsou následně prováděna měření sloužící k průběžné kontrole jednotlivých parametrů (dosažená hloubka, zachování polohy drapáku, sledování produktivity práce apod.). Tato měření nám tedy poskytují i vedlejší informace, které následně vedou ke zkvalitnění procesu těžby.

Při dosažení (přiblížení) požadované těžební hloubky je nutné sledovat kvalitu těženého nerostu a tedy konfrontovat teoretické výsledky stanovené z geologického průzkumu s reálnou situací v při těžbě. Na základě vyhodnocení těchto informací je nutno rozhodnout o dalším postupu.

Tedy, zda dojde k pokračování těžby na daném místě, nebo se uskuteční posun drapákového rypadla na místo nové těžby.

Geologický průzkum, vinou malé hustoty vrtů, nedává dokonalý obraz průběhu jednotlivých vrstev, proto je vždy nutné v konečné fázi těžby operativně rozhodovat o dalším postupu na základě objektivních informací.

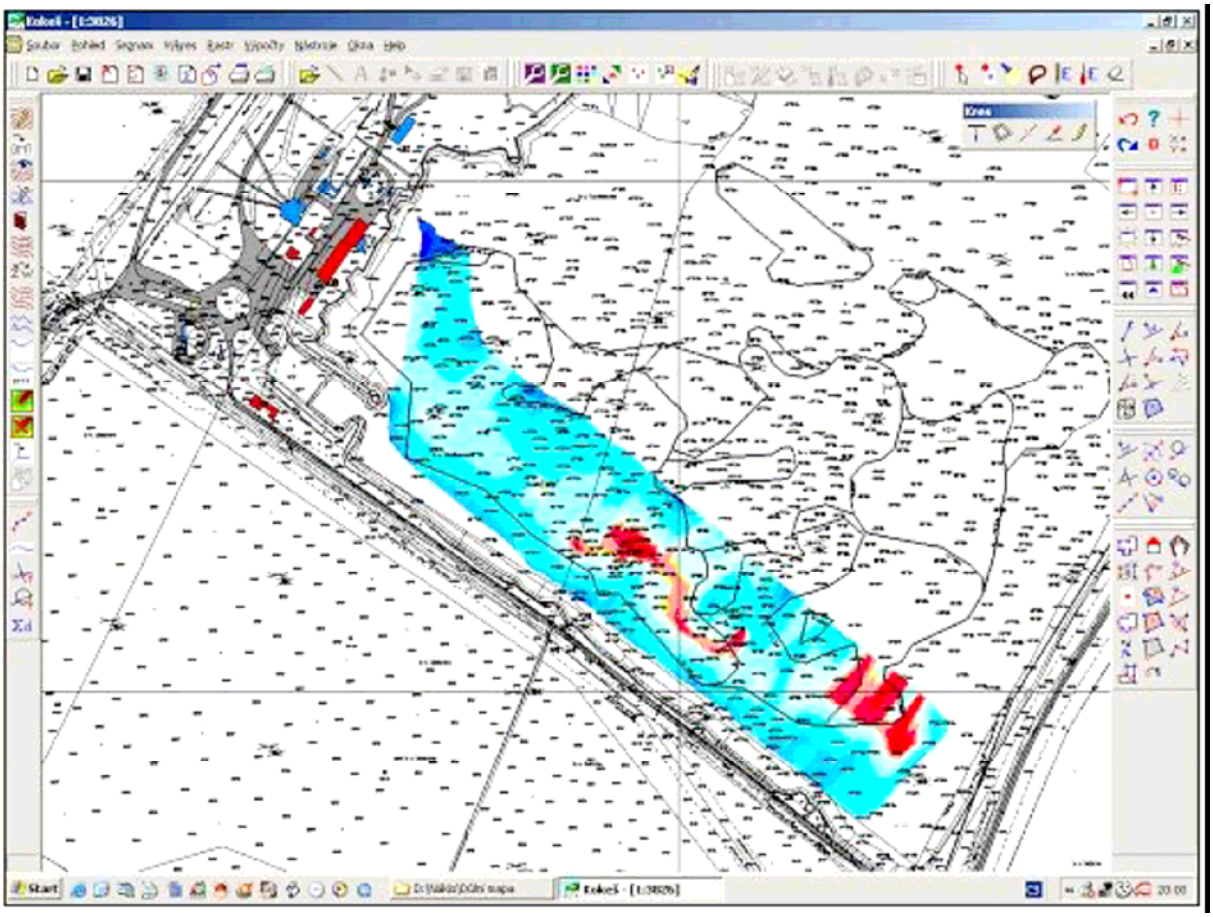
Vyhodnocení těžby

V této fázi dochází ke zhodnocení předpokladů stanovených v kroku č. 2 při porovnání se skutečně dosaženými hodnotami získanými v kroku č. 3. Na základě porovnání teoretických a praktických hodnot dochází ke korekcím vstupních údajů v teoretickém zpracování (změna těžební hloubky podle skutečných hodnot, změna mocnosti ložiska, atd.). Zapracováním těchto drobných úprav dostáváme výsledky nové polohy drapákového rypadla.

Posun drapáku

Po vytěžení na daném místě dochází k posunu na nové stanoviště. Posun je znovu uskutečněn pomocí sonaru a aparatury GPS. Při posunu vycházíme z toho, že ložisko je rozděleno do čtvercové sítě, s osami rovnoběžně jdoucími se souřadnicovým systémem. Posun je tedy potom realizován ve směru osy X (osy Y) o vypočtenou hodnotu kroku. Při jiné poloze sítě je nutno délkový posun přepočítat.

Posunem na nový bod těžby dochází k uzavření cyklu. Pro další postup se opakují kroky č. 2 až č. 5.



Obr. 6. Zobrazení měření v ZDM.
Fig. 6. Display of the measure in ZDM.

Zhodnocení a závěr

Předpoklady, uvedené v příspěvku vycházejí z podkladů získaných na základě geologických průzkumů. Z toho vyplývá, že čím větší hustota sítě vrtů, tím je vytvořený obraz průběhu ploch přesnější. Na základě toho je možno provést fundovanější odhad jednotlivých výpočtů a postupů.

Při využití popsaného postupu by mělo dojít ke komplexnějšímu vytěžení ložiska a optimalizaci postupu při co nejmenších nákladech vynaložených na těžbu. Vstupní investice spojené s nákupem měřické a výpočetní techniky, zakoupení programového vybavení by neměla při současných cenách překročit 150 000 Kč. Je nutno si uvědomit, že využití těchto přístrojů není omezeno na jednu lokalitu, ale je možné jimi měřit a zpracovávat všechny lomy vlastněné těžební organizací. S ohledem na tuto možnost a při částečném dosažení teoretických předpokladů se tato investice vůči předpokládanému efektu jeví jako zanedbatelná.

Literatura - References

Geologický průzkum lokality Náklo, *Geologický průzkum n.p. Brno, 1961, 1962*.
Geologický průzkum lokality Náklo, *Unigeo s.p. Ostrava, 1988, 1989*.