

URČENIE OBJEMU INERTNÉHO ODPADU A NÁVRH PROJEKTU TERÉNNYCH ÚPRAV SKLÁDKY

Z dôvodu nutnosti obmedzenia nárastu produkcie odpadov dnešnou spoločnosťou je v súčasnej dobe veľkým trendom zisťovanie množstva nahromadeného inertného odpadu na skládkach. Určenie objemu odpadu je možné realizovať rôznymi metódami. Vychádzajúc z veľkosti skládky, z charakteru ohraničujúcich plôch, z daných podkladov, z meraných podkladov a z grafických podkladov, resp. ich vhodnej kombinácie. Za účelom čo najpresnejšieho určenia objemu inertného odpadu je v súčasnej dobe možné využiť najmodernejšie meracie techniky. Pre potreby ďalšieho uskladňovania inertného odpadu je potrebný návrh projektu terénnych úprav skládky ako prebiehajúci proces rekultivácie. Terénne úpravy je potrebné navrhnuť tak, aby spĺňali kritéria projekcie, nízkej ekonomickej náročnosti, garantovanej únosnosti pri čo najmenšej spotrebe materiálu a finančných prostriedkov účelne, bezpečne, hospodárne a esteticky.

Kľúčové slova: určenie objemu, GNSS, laserové skenovanie, projekt terénnych úprav.

Determine of the inert waste volume and landscaping proposal landfill

Due to the need of limiting the increase of waste today's society is currently a big trend detecting the amount of inert waste for landfill. Determine of the volume of waste is possible put into practice by various methods, based on the dimensions of objects, of origin limited surfaces, measured or graphic documents, respectively their appropriate combination. In order to determine as accurately as possible the volume of inert waste is currently possible to use the latest measurement technology. For the purposes of further internal storage of waste is needed landscaping design project as an ongoing process of landfill reclamation. Landscaping should be designed to meet the criteria of design, low economic difficulty, guaranteed load with the smallest possible consumption of material and financial resources, efficiently, safely, economically and aesthetically.

Keywords: determine the volume, GNSS, laser scanning, landscaping project.

1. Úvod

Lom je pracovný priestor a prevádzkareň na ťažbu úžitkových nerastov plytko uložených pod úrovňou zemského povrchu. Miesta, kde sa ťažil kameň sa pôvodne označovali ako lomy. V dnešnej dobe sa lomy delia podľa druhu dobývaného materiálu na: a) uhoľné, b) rudné, c) kameňolomy [1]. Po vyťažení nerastnej suroviny je možné tento vyťažený priestor využiť na uskladnenie inertného odpadu produkovaného ľudskou činnosťou. V rámci rekultivácií vyťažených častí lomov sa

¹ Ing. Pavel Černota, Ph.D., VŠB – TU Ostrava, Faculty of Mining and Geology, Institute of Geodesy and Mining Surveying, 17. listopadu 15/2172, 70833 Ostrava-Poruba, Czech Republic, pavel.cernota@vsb.cz

² Ing. Slavomír Labant, PhD., Prof. Ing. Gabriel Weiss, PhD., Ing. Peter Harman, Institute of Geodesy, Cartography and Geographic Information Systems, BERG Faculty, Technical University of Košice, Letná 9, 042 00 Košice, Slovak Republic, slavomir.labant@tuke.sk, gabriel.weiss@tuke.sk, peter.harman@tuke.sk

poskytujú za poplatky priestory na trvalé uskladnenie inertného stavebného odpadu ako sú tehly, obklady, dlaždice, betón, alebo ich zmesi (stavebná suť). Vo vyťaženej časti lomu je možné uskladniť aj výkopovú zeminu alebo iné druhy nekontaminovaných zemín, všetko v súlade s povolením príslušného obvodného úradu - odboru životného prostredia [2].

Za účelom určenia množstva inertného odpadu uloženého na skládke je potrebné vykonať polohové a výškové zameranie povrchu sklady. Na tento účel je možné použiť globálne navigačné satelitné systémy (GNSS), ktoré poskytujú údaje o priestorovej polohe každého zameriavaného bodu terénu [3, 4, 13]. Na zameranie neprístupných bodov (napr. skalná stena kameňolomu) je možné použiť metódu terestrického laserového skenovania (TLS), ktorú už umožňujú aj niektoré univerzálne meracie stanice (UMS) [5, 6, 14]. UMS umožňujú na základe známych súradníc stanoviska a orientačného bodu, známej výšky prístroja a odrazového hranola (cieľa) okamžitý výpočet priestorových súradníc (X, Y, H) podrobných bodov. Kód umožňuje v grafickom programe rozčlenenie jednotlivých prvkov na základe vopred definovaných atribútov.

2. Polohové a výškové zameranie povrchového lomu

Cieľom polohového merania je vyhotoviť polohopisnú mapu územia. Pri tomto meraní sa určuje poloha, tvar a veľkosť zobrazovaných predmetov. Povrchové dobývacie priestory nerastov často zaberajú veľké územné celky, na ktorých je potrebné určiť polohu a nadmorskú výšku dodatočného počtu pomocných geodetických bodov, tvoriacich geodetickú sieť pre meranie. Rozmiestnenie bodov geodetickej siete sa vykonáva podľa máp stredných mierok a rekognoskácie v teréne tak, aby sa ich stabilita neporušila prevádzkou lomu. Počet bodov geodetickej siete závisí od veľkosti lomu, jeho tvaru, povrchu terénu, spôsobu podrobného merania a vyhotovenia mapovej dokumentácie [7].

Projektovanie a výstavba objektov v teréne si vyžaduje, aby mapový podklad obsahoval okrem polohopisu aj výškopis, ktorý je častejšie dôležitejší ako polohopis. Na určenie výškových pomerov využívame výsledky výškového merania pri ktorom sa určujú výškové rozdiely Δh medzi bodmi zemského povrchu, resp. objektu. Výškou rozumieme zvislú vzdialenosť bodu od jeho priemetu na hladinovú plochu. Absolútna výška bodu je zvislá vzdialenosť bodu od nulovej hladinovej plochy. Označujeme ju tiež ako nadmorská výška. Prevýšenie (výškový rozdiel, relatívna výška bodu) je vzdialenosť od hladinovej plochy prechádzajúcej ľubovoľnou výškou. Výškový systém pre naše územie je BaIt po vyrovnaní (Bpv). Na každej mape, projekte a pod. musí byť vyznačený výškový systém, v ktorom sú vyhotovené.

Priamym meraním v teréne sa získavajú údaje potrebné na zobrazenie daného objektu. UMS umožňujú internú alebo externú registráciu primárnych (nameraných) a sekundárnych (získaných výpočtom) údajov. S rozvojom výpočtovej aj meracej techniky sa vytvoril priestor pre rýchle a automatizované spracovanie veľkého množstva údajov, ktoré je možné meniť, zvýrazniť a zobraziť podľa vopred definovaných vlastností. Pri použití kódového zberu údajov v teréne a využití grafických CAD systémov vzniká základná kostra výkresu automatizovane. Výsledkom merania v teréne pomocou UMS je súbor bodov s meranými hodnotami vodorovného smeru, zenitového uhla, šikmej alebo vodorovnej dĺžky alebo iných vopred definovaných údajov. Vygenerovaný výkres nie je zvyčajne kompletný a bezchybný, no starostlivá kontrola zabezpečí odstránenie prípadných nedostatkov a chýb [8].

3. Určenie objemov pomocou CAD systémov

Oblasť modelovania povrchu zemného telesa či svahovania je súčasťou takmer všetkých infraštruktúrnych projektov, od navrhovania svahov pri líniových stavbách cez modelovanie krajiny a terénu, až po plánovanie banskej činnosti. Túto problematiku je možné riešiť v grafických prostrediach AutoCAD, MicroStation, a pod., ktoré obsahujú efektívne nástroje pre modelovanie povrchov zemného telesa. Ihneď pri návrhu zemného telesa dochádza k výpočtu objemu zemných prác. Príkazy a nástroje *modelovania zemného telesa* v aplikácii slúžia k navrhnutiu upraveného povrchu terénu.

Na určenie objemu nepravidelných telies sa používajú najčastejšie tri spôsoby, a to:

- Pomocou nadefinovaných povrchov,
 - princípom tohto spôsobu je nadefinovanie dvoch povrchov a nasledovným priradením bodov, z ktorých jeden plní funkciu základného povrchu (reálneho nameraného povrchu – horný povrch) a druhý plní funkciu urovnávacieho povrchu (nivelety – dolný povrch). Následne je potrebné zadať krok určenia objemu (menší krok = presnejšie, ale aj zdĺhavejšie softvérové určenie objemu).
- Pomocou rovnobežných zvislých priečných rezov,
 - tento spôsob výpočtu je omnoho náročnejší ako spôsob pomocou definovania povrchov. Pri tomto spôsobe výpočtu objemov (zemných prác) je objem stanovený na základe matematického rozdielu medzi povrchom terénu a vytvoreným povrchom koridoru. Pre určenie objemu výkopových príp. násypových zemných prác je potrebné mať vytvorený povrch koridoru, terén a stopy priečných rezov [9].
- Pomocou horizontálnych rovín (rezov) – vrstevníc,
 - nepravidelné teleso možno rozdeliť na vrstvy sústavou horizontálnych rovín pretínajúcich teleso vo vrstevniciach. Zameraný terén a reálne telesá sa graficky zobrazujú mapou, v ktorej výškové pomery pre technické účely možno zobrazovať vrstevnicami. Ekvidištanta vrstevníc, t.j. hrúbka vrstvy sa zvolí pri vyhotovovaní plánu. Objem jednej horizontálnej vrstvy sa vypočíta podľa: $V_i = \frac{P_i + P_{i+1}}{2} \cdot h$ a celkový objem telesa súčtom ich čiastkových objemov: $V_C = \sum_{i=1}^n V_i$ [10].

4. Presnosť určovania objemov

Na celkovú presnosť určovania objemov telies vplývajú chyby meračských a spracovateľských činností (chyby terénnych meraní, chyby zostavení grafických podkladov, planimetrovanie atď.), ako aj chyba z aproximácie. Táto chyba má najväčší podiel na celkovej nepresnosti určovaného objemu. Z toho vyplýva, že teleso skutočných rozmerov a tvaru sa nahradí geometrizovaným tvarom najviac odpovedajúcim skutočnému tvaru, čo nevyhnutne nastáva už tým, že na určenie objemu sa použije matematické vyjadrenie.

Presnosť určenia objemov softvérovým riešením najviac ovplyvňujú faktory [11]:

- počet geodeticky zameraných bodov na pôdorysnom obryse a na povrchu hromady, ktorými je rozsah a tvar hromady ako nepravidelného telesa determinovaný,
- neznalosť podložia hromady, t.j. výškový priebeh podložnej plochy, ktorá sa takto pri výpočtoch aproximuje rovinnou plochou,
- spôsob matematického vyjadrenia plochy povrchu hromady, členitosť, nepravidelnosť povrchovej plochy hromady,
- spôsob geometrizácie hromady – jej rozloženie na množinu určitých druhov elementárnych, geometrických telies, ako aj použitie určitých vzťahov na určenie ich objemov.

Objem hromady je určený tým presnejšie, čím [11]:

- presnejšie je zvolená metóda merania a meracie prístroje,
- väčší počet bodov vhodne rozložených z hľadiska morfológie hromady sa geodeticky zameria,
- geometrickejší je povrch hromady, a to bočné plochy ale najmä jej stropná plocha,
- adekvátnejším matematickým vzťahom je aproximovaná plocha hromady,
- je väčší počet elementárnych telies, na ktoré sa hromada v rámci geometrizácie rozloží.

5. Geodetické zameranie povrchového lomu Lancoška

Povrchový lom Lancoška (Obr. 1) sa zaraďuje medzi kameňolomy a nachádza sa na východnom Slovensku, v katastrálnom území obce Vinné (okres Michalovce). Jeho veľkosť je cca 250 x 140 m. Maximálna výška skalnej steny je cca 45 m. V lome Lancoška bola hlavnou ťaženou surovinou práve hornina sopečného pôvodu – andezit. Andezity patria medzi horniny, ktoré je možné použiť ako kamennú drvinu, alebo stavebný kameň. Vyrába sa z neho štrk, štet, dlažobné kocky a obrubníky. V súčasnosti tento lom slúži už ako skládka inertného odpadu [12].



Obr. 1 Povrchový lom Lancoška



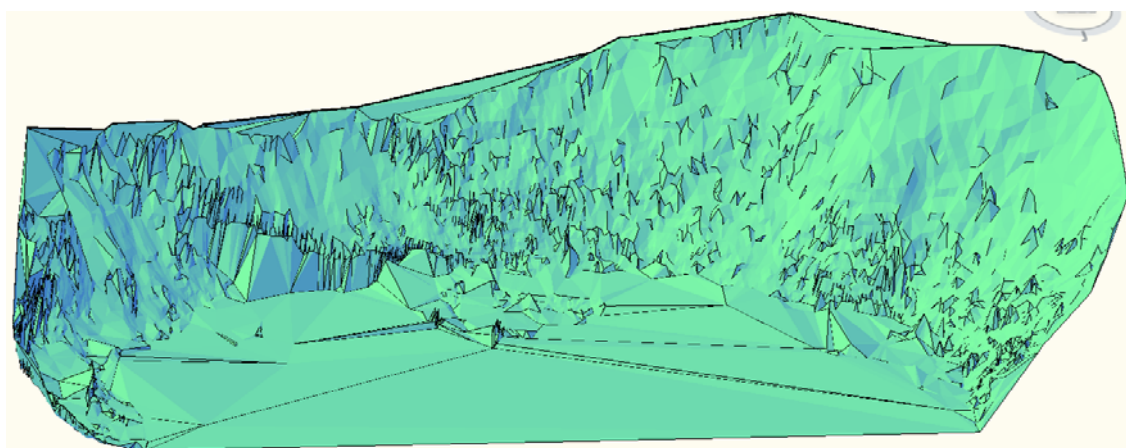
Obr. 2 Detail skládky inertného odpadu

Geodetické zameranie povrchového lomu sa vykonalo pomocou najmodernejšej meracej techniky. Pomocou GNSS technológie sa RTK metódou (kinematickou metódou v reálnom čase) vykonalo priestorové určenie polohy bodov bodového poľa a povrchu skládky pre potreby určenia objemu inertného odpadu (Obr. 2). Pomocou robotizovaných UMS s využitím TLS sa pre potreby tvorby návrhu projektu terénnych úprav skládky vykonali zamerania skalných stien povrchového lomu (Obr. 1). Zdrojové dáta pre určenie objemu sa získali z GNSS prijímača Leica GPS900CS

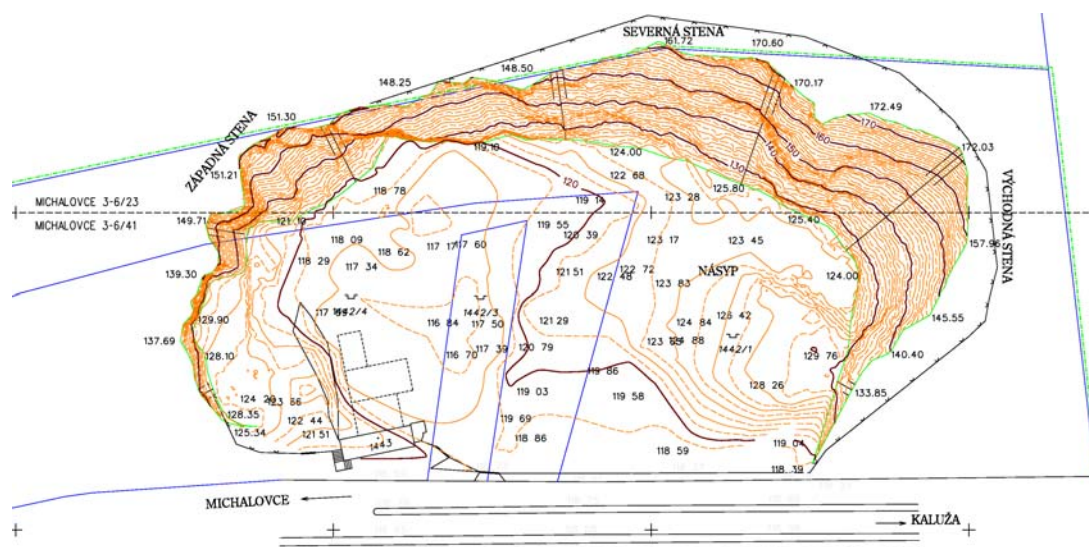
a zdrojové dáta pre projekt sa doplnili z robotizovanej UMS Trimble VX Spatial Station. Pomocou GNSS prijímača sa získalo 295 lomových bodov terénu povrchového lomu a využitím robotizovanej UMS sa získalo 9049 bodov povrchu skalnej steny. Hustota bodov skenovania bola 1 m.

Na prenos nameraných údajov a iných dát medzi meracími prístrojmi a počítačom boli použité programy, ktoré sú dodávané výrobcami spolu s meracími prístrojmi. Pre Leica GPS900CS sa použil software Leica Geo Office v.6 a pre robotizovanú UMS Trimble VX Spatial Station bol použitý software Trimble Realworks Survey a Trimble RealWorks Viewer 6.3. Tieto programy prvotného spracovania umožňujú ďalšie transformácie nameraných údajov na formáty podporované grafickými softvérmi, ktoré prostredníctvom užívateľského rozhrania vytvárajú grafické vizualizácie a interpretácie výsledkov.

Grafické znázornenie zdrojových dát predstavuje nereálny terén, v ktorom je potrebné odstrániť body nezamerané na skalnej stene, ale na krovinatom poraste pokrývajúcom skalnú stenu lomu (*Obr. 1* a *Obr. 3*). Tieto body skresľujú povrch skalnej steny a vytvárajú kužeľovité alebo ihlanovité útvary malého priemeru, ktorých vrchol je potrebné odstrániť. Grafická vizualizácia skutočného stavu terénu povrchového lomu (*Obr. 4*) predstavuje zobrazenie polohopisu a priebehu terénu vrstevnicovým plánom na podklade katastrálnej mapy. Husto zobrazené vrstevnice predstavujú skalné steny a riedke vrstevnice predstavujú terén rastúcej skládky inertného odpadu.

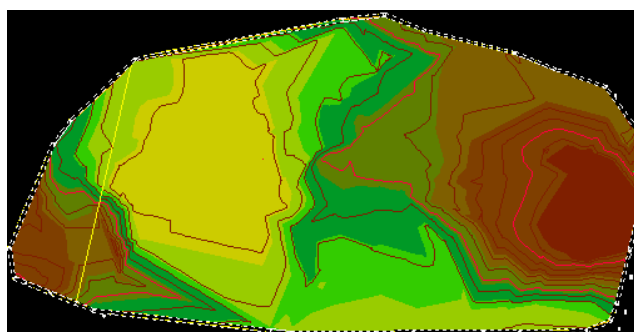


Obr. 3 3D vizualizácia nereálneho povrchu v lome Lančoška

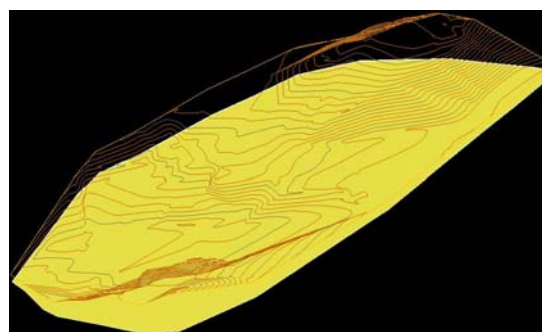


Obr. 4 Polohopisná a výškopisná mapa povrchového lomu Lancoška

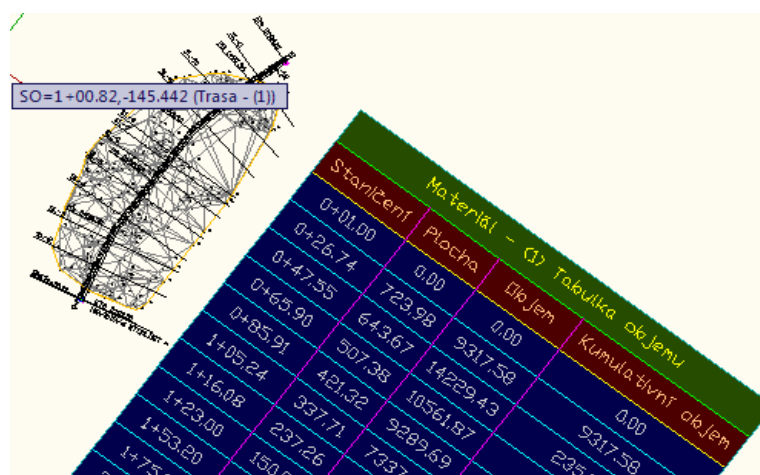
Určenie objemu inertného odpadu sa vykonalo pomocou softvérového prostredia AutoCAD Civil 3D 2008 CZ a MicroStation V8 CZ s nadstavbou TerraModeler. Po správnom namodelovaní povrchov v oboch softvérových prostrediach nasledovalo určenie objemu inertného odpadu v lome. Určenie objemu sa vykonalo tromi vhodnými spôsobmi: pomocou nadefinovaných dvoch povrchov, pomocou rovnobežných zvislých priečných rezov (Obr. 7) a pomocou horizontálnych rovin (rezov) – vrstevníc.



Obr. 5 Modelovanie povrchu skládky



Obr. 6 Horný a spodný povrch skládky



Obr. 7 Rovnobežné zvislé priečné rezy pozdĺž namodelovaného telesa skládky

Objemy inertného odpadu určené pomocou troch spôsobov v dvoch softvérových prostrediach sa nachádzajú v *Tab. 1*. Spracovaním a zhodnotením nasledovných údajov sa dospelo k záverom, že jednotlivé objemy sú porovnateľné a nie sú významné rozdiely medzi nimi. Porovnaním výsledkov k objemu určeného pomocou dvoch povrchov z AutoCAD-u (*Tab. 1*) sa zistilo, že najväčší rozdiel medzi jednotlivými spôsobmi výpočtu objemov nepravidelného telesa má hodnotu 81,13 m³, v percentuálnom vyjadrení 0,11 %.

Tab. 1 Výsledné vyhodnotenie a analýza určenia objemu inertného odpadu

Softvérové prostredie	Určenie objemu pomocou	Objem [m ³]	Rozdiel [m ³]	Rozdiel [%]
AutoCAD Civil 3D 2008 CZ	dvoch povrchov	73 495,55	-	-
	priečných rezov	73 414,42	+ 81,13	+ 0,11
	vrstevníc	73 442,59	+ 52,96	+ 0,07
MicroStation V8 s nadstavbou Terramodeler	dvoch povrchov	73 515,56	- 20,01	- 0,03
	priečných rezov	73 428,97	+ 66,58	+ 0,09
	vrstevníc	73 462,59	+ 32,96	+ 0,04

6. Návrh projektu terénnych úprav skládky

Konečná fáza povrchovej ťažby pozostáva z úpravy povrchu do pôvodného stavu na ktorom sa banské práce vykonávali. Pod týmto pojmom chápeme terénne úpravy, rekultiváciu povrchov povrchových baní a vonkajších odvalov. V procese rekultivácie je snaha doceliť taký sled vrchných vrstiev na odvaloch, ktorý je podobný sledu hornín pred narušením prirodzenej rovnováhy. Vyžaduje sa, aby sa pri projektovaní povrchových baní ako aj pri ťažbe, venovala veľká pozornosť minimalizácii nákladov na sanáciu a rekultiváciu, t.j. selektívne ukladanie pri ťažbe a rekultivovanie pôdy počas ťažby. Pre každú povrchovú baňu sa musí určiť stupeň narušenia pre každý segment (zárezy, odvaly, svahy, jamy). Určením stupňa narušenia sa určuje aj možnosť a tvar biologickej rekultivácie, a tým aj spôsob vytvárania nových povrchov.

Rekultivácia pôdy je široký pojem a na jej realizácii sa musia podieľať odborníci z odborov chemických, fyzikálnych, agronomických, geologicko-hydrologických, meteorologických, architektonických, banských a pod. Počas rekultivácie sa využíva ornica a neutrálny materiál uložený pred ťažbou na zvlášť určené úložiská za účelom znovu využitia ako nadložná vrstva [15].

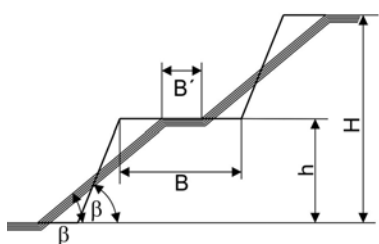
Z technického hľadiska v prípade menších lomov (do 10⁵ m³) kde sú masy ornice a neutrálneho materiálu, sa používa sústava „nakladač – kamión – dozér“ ako najefektívnejšia vzhľadom na selektívnu možnosť práce. Flexibilita sústavy umožňuje, aby sa úložiská ornice formovali na najvýhodnejších miestach technológiou ukladania buldozérmi v tenkých vrstvách. Takáto sústava je najvýhodnejšia ak ide o vzdialenosti, na ktorých kamiónová doprava dosahuje optimálnu činnosť.

Technológia ukladania si vyžaduje selektívnu ťažbu z dôvodu perspektívneho uloženia neúrodnej a toxickkej horniny na dolné vrstvy úložiska. Po vykonanom selektívnom ukladaní (toxický a nebezpečný materiál, neutrálny materiál, ornica - Obr. 10) sa začína so zriaďovaním konečných uhlov lomu a odvalov. Výška etáží/podetáží závisí od geomechanických vlastností uloženého materiálu. Najväčší vplyv má na ňu erózia, ktorá musí byť presne stanovená pre každú povrchovú baňu.

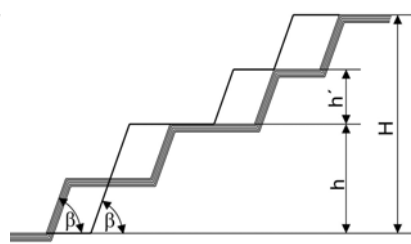
Základné spôsoby tvarovania etáží/podetáží sú:

- a) šikmý konečný tvar svahového uhla,
- b) terasovitý konečný tvar svahového uhla.

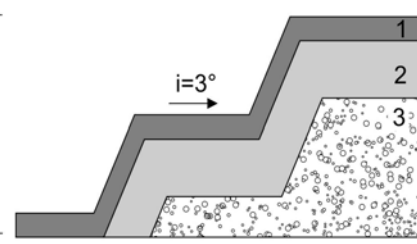
Zriaďovanie šikmých konečných svahových uhlov odvalu na dostupný uhol α (aby sa predišlo erózii) sa vykonáva pomocnou mechanizáciou (buldozermi, skejprami). Šírka novovytvorenej etážnej plošiny B' závisí od projektovanej mechanizácie pre prácu a zriaďovanie rekultivovaných povrchov ako aj od konečného svahového uhla β (Obr. 8, 9). Prierez rekultivovaným odvalom: 1 - úrodný materiál, 2 - neutrálny materiál, 3 - neúrodný materiál (Obr. 10). Záverečný tvar etážnych rovín sa sklápa o 2 - 3° od horizontálnej roviny z dôvodu lepšieho odvodu povrchových vôd [15].



Obr. 8 Schéma konečného svahového uhla

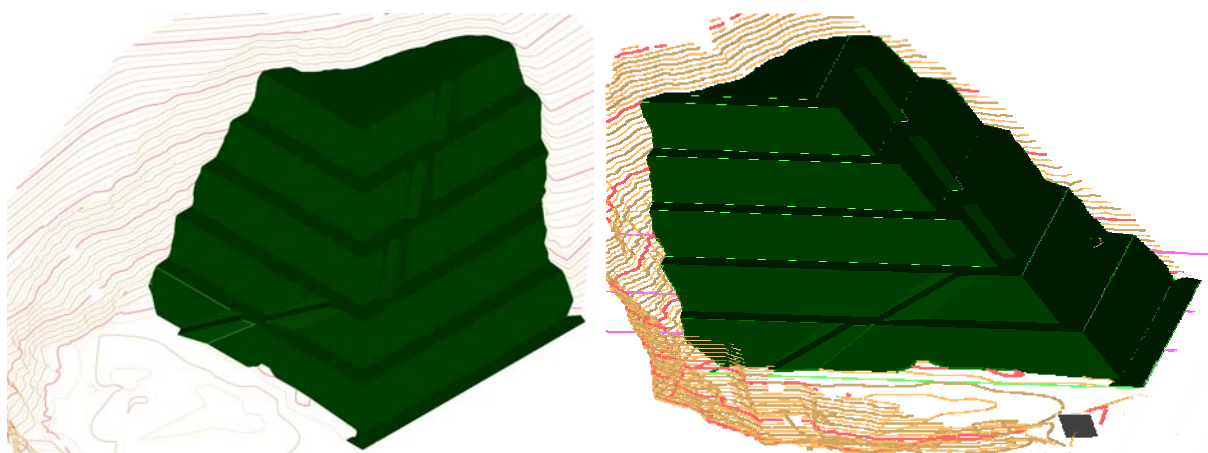


Obr. 9 Schéma terasovitého konečného svahového uhla



Obr. 10 Prierez rekultivovaným odvalom

Projekt bol navrhnutý tak, aby terénne úpravy prebehli len na polovici lomu, kde by sa vykonávalo uskladňovanie inertného odpadu. Vizualizácia výsledného návrhu projektu terénnych úprav povrchového lomu bola vykonaná v MicroStation V8 (Obr.11).



Obr. 11 3D vizualizácia návrhu projektu terénnych úprav povrchového lomu Lancoška

7. Záver

Určenie objemu inertného odpadu v povrchovom lome Lancoška bol vykonaný v dvoch softvérových prostrediach a pomocou troch spôsobov vhodných na určenie objemu. Výsledné objemy získané z jednotlivých metód sa zanalyzovali so záverom minimálnych a štatisticky nevýznamných rozdielov. Použité boli údaje merané presnými metódami zberu dát v spojení s modernou meračskou technológiou (GNSS, robotizované UMS). Návrh projektu terénnych úprav skládky je založený na úplnom naplnení skládky inertným odpadom s ohľadom na okolitý terén, jeho

členitosť a svahovitosť. Súčasťou článku sú aj ukážky grafickej interpretácie výsledkov. Výpočtová technika a kvalitný geodetický softvér je v súčasnej geodézii prioritou, lebo umožňuje s vysokou presnosťou a najmä v krátkom časovom intervale spracovať získané údaje z terénu.

Literatúra – References

- [1] [http://sk.wikipedia.org/wiki/Lom_\(ťažba\)](http://sk.wikipedia.org/wiki/Lom_(ťažba)).
- [2] <http://www.druzstvoteplica.sk/prevadzka-lomu/uskladnenie-zemin-a-suti.aspx>.
- [3] Pukanská, K.: Keltsko-dácke a včasnostredoveké hradisko Zemplín – zameranie, vizualizácia a 3D modely vybraných archeologických nálezov. 2009. 1 elektronický optický disk (CD-ROM). GIS v archeológii: zborník referátov. Bratislava, 26.11.2009. Bratislava STU, 2009, p. 1-10. ISBN 978-80-227-3028-6.
- [4] Staňková, H.: Analýza identity vybraných identických bodů pro účely mezisystémových transformací, Geodetický a kartografický obzor, ročník 56/98, 2010 číslo 4, str.76-84, ISSN: 0016-7096.
- [5] Pukanská, K., Sabová, J., Rusnáková, K., Gajdošík, J.: Využitie terestrického laserového skenovania pri zisťovaní morfológických zmien terénov. Uhlí-Rudy-Geologický průzkum. Vol. 15, no. 3 (2008), p. 28-31. ISSN 1210-7697.
- [6] Gašinec, J., Pukanská, K., Rákay, Š., Rákay, Š., ml., Gašincová, S., Imreczeová, A.: Podrobné priestorové zameranie podzemných priestorov. Pokročilé technológie v oblasti získavania a spracovania surovín - 1. vedecké sympóziu zborník prednášok. Hrádok pri Jelšave, Slovensko, 10.-11. marec 2011. Košice: TU, 2011, P. 238-242. ISBN 978-80-553-0635-3.
- [7] Michalčák, O., Vosika, O., Veselý, M., Novák, Z.: Inžinierska geodézia II. Alfa Bratislava, 1987.
- [8] Staněk, V., Hostinová, G., Kopáček, A.: Geodézia v stavebníctve. Bratislava: Jaga Group, s.r.o., 2007. 110s, ISBN 978-80-8076-048-9.
- [9] Filip, J.: AutoCAD Civil 3D 2008 CZ. Výukový materiál – aktualizovaná verze, 2007. Online: <www.autodeskclub.cz>.
- [10] Šutti, J.: Geodézia. Bratislava: Alfa vydavateľstvo, 1987.
- [11] Labant, S.: Určovanie objemov nepravidelných telies uhlia za účelom určenia ich hmotnosti na skládke uhlisko v areáli závodu Koksovňa. Diplomová práca. Košice, Technická univerzita v Košiciach, FBERG, 2005.
- [12] Harman, P.: Výpočet objemu inertného odpadu v povrchovom lome Lancoška a návrh terénnych úprav skládky. Diplomová práca. Košice, Technická univerzita v Košiciach, FBERG, 2009.
- [13] Staňková, H.: Vyrovnání trigonometrické sítě I., II. a III. řádu systému stabilního katastru z let 1823 a 1824, Geodetický a kartografický obzor, ročník 54/96, str. 26-34, 2008, číslo 2, ISSN 0016-7096
- [14] Villim, A.; Hodas, S.; Staňková, H.: Spoločné spracovanie družicových a terestrických meraní v priestorovej sieti pre dopravnú infraštruktúru, *Civil and Environmental Engineering*, CEE/SEI SvF ŽU v Žilíně, December 2011, vol. 7th/7, issue 2/2011, str.126-138, ISSN 1336-5835
- [15] Cehlár, M., Engel, J., Rybár, R., Mihok, J.: Povrchové dobývanie. Košice: Edičné stredisko FBERG, TU v Košiciach, 2005. 328 s., ISBN: 80-8073-271-X.