

Využití erozního modelu při rekultivaci a sanaci území postižených těžbou

Přijato: 17.2.2006, recenzováno: 24.3.2006

Nutzung des Erosionsmodells bei der Rekultivierung und Sanierung der durch den Bergbau betroffenen Geländen

Das Programmsystem ATLAS DMT beinhaltet eine Reihe von Applikationsmodulen. Ein davon ist das Modul EROZE, das die Berechnung des langfristigen Verlustes des Bodens aus dem Grundstück, sog. „Abspülung“, ermöglicht. Das Modul EROZE verwendet zur Berechnung dieser quantitativen Wirkung von Wassererosion sog. universelle Gleichung (Wischmeier - Smith). Das Modul EROZE kann günstig mit anderen Modulen des Programmsystems ATLAS DMT kombiniert werden und bietet deshalb zahlreiche Varianten der praktischen Nutzung. In diesem Artikel konzentrierten wir uns auf zwei Fälle aus der Praxis, wo das Erosionsmodell in Zusammenhang mit der Rekultivierung und Sanierung der mit der Braunkohleförderung betroffenen Geländen eingesetzt wurde. Es geht um die Lösung einer Havarie der Kippe Čepirohy in der Region Most und Beurteilung der Böschungen des Restloches Medard-Libík in der Region Sokolov aus der Sicht des Risikos von Wassererosion.

Use of Erosion Model in Reclamation and Regeneration of Areas Affected with Mining

ATLAS DMT programme system contains a lot of application modules. The EROZE module is one of them enabling to calculate long-term losses of soil from the estate so called “soil loss”. The EROZE module uses, to calculate this quantity effect, water erosion consequence so called universal equation (Wischmeier - Smith). The EROZE module can be combined with the other modules of the ATLAS DMT programme system and therefore offers a lot of options for practical use. This article focuses on two practical examples where the erosion model had been used in connection with reclamation and regeneration of the areas affected with brown coal mining. It mainly concerns the solution of the Čepirohy dump failure in the Most area and

the slopes assessment of the Medard-Libík residual pit from the water erosion perspective.

Использование модели эрозии при рекультивации территорий, нарушенных горно-добычными работами

Программная система ATLAS DMT содержит ряд аппликационных модулей. Одним из них является модуль EROZE (ЕРОЗИЯ), которой позволяет расчет долгосрочной потери почвы данного участка, или же смыывания почвы. Модуль EROZE для расчета этого количественного воздействия водной эрозии использует так наз. универсальное уравнение (Wischmeier – Smith). Модуль EROZE можно подходящим способом комбинировать с другими модулями программной системы ATLAS DMT и поэтому предлагает много вариантов практического использования. Статья ориентируется на два примера из практики, где была использована модель эрозии в связи с рекультивацией территорий, пострадавших от добычи бурого угля. Речь идет о решении аварии, произошедшей на отвале Чепироги в окрестностях г. Мост и об обсуждении откосов остаточной ямы бывшего разреза Медард-Либик (Соколовский бассейн) с точки зрения риска воздействий эрозии.

Využití erozního modelu při rekultivaci a sanaci území postižených těžbou

Programový systém ATLAS DMT obsahuje řadu aplikačních modulů. Jedním z nich je modul EROZE, který umožňuje výpočet dlouhodobé ztráty půdy z pozemku neboli smyvu. Modul EROZE používá k výpočtu tohoto kvantitativního účinku vodní eroze tzv. univerzální rovnici (Wischmeier - Smith). Modul EROZE lze vhodně kombinovat s ostatními moduly programového systému ATLAS DMT a proto nabízí mnoho variant praktického využití. V tomto článku jsme se zaměřili na dva příklady z praxe, kde bylo použito erozního modelu v souvislosti s rekultivací a sanací území postižených těžbou

hnědé uhlí. Jedná se o řešení havárie výsypky Čepirohy na Mostecku a posouzení

svahů zbytkové jámy Medard-Libík na Sokolovsku z hlediska rizika vodní eroze.

1. Úvod

Při těžbě hnědouhelných ložisek v severozápadní oblasti České republiky docházelo v důsledku přesunů velkých objemů skrývkových zemin k devastaci rozsáhlých území. Na jedné straně vznikají zbytkové jámy a na straně druhé výsypková tělesa. Tím se mění nejen vzhled území, ale i jeho charakter a vlastnosti. Z hlediska budoucího plánovaného využívání nově vzniklých území je nejdůležitější jejich celková stabilita, proto jsou výsypky a zbytkové jámy sanovány a rekultivovány.

Pro správnou volbu sanačních a rekultivačních prací je třeba na daném území správně popsat geologické, geotechnické, hydrogeologické a hydrologické poměry. K popisu území je nutné získat soubory dat a ty následně zpracovat v programech umožňujících modelování terénu, případně tvorbu geologického modelu. Jedním z takových programů je ATLAS DMT, obsahující celou řadu vhodných aplikačních nástrojů. Cílem tohoto příspěvku je seznámit odbornou veřejnost s praktickým využitím softwarové aplikace EROZE.

2. Aplikace EROZE

Aplikace EROZE nabízí specializované nástroje využitelné v oblasti hydrologie pro analýzu odtokových poměrů území a v oblasti protierozní ochrany. Aplikace pracuje v grafickém prostředí KRES a ke své práci vyžaduje data z digitálního modelu terénu ATLAS DMT.

Hydrologické nástroje jsou založeny na metodě spádových křivek, nazývaných v této aplikaci „kapky“. Jedná se v podstatě o lomenou čáru, ležící na terénu a mající směr kolmý k vrstevnicím této plochy. Kapka tedy vychází ze zadaného bodu a postupuje po spádnici ("stéká") směrem ze svahu. V aplikaci se dále používá tzv. obrácená kapka, která v zadaném bodě končí, tedy se generuje směrem proti svahu. Na základě spádových křivek jsou vytvořeny analytické nástroje pro zjišťování plochy povodí k závěrnému profilu, pro znázornění směru spádových křivek na zadaném území, pro zobrazení odtokových poměrů pomocí spádových křivek ve zvoleném rastru nebo výpočet koncentrace povrchového odtoku s barevným rozlišením intervalů koncentrace. Tyto nástroje je možné využít pro zjišťování ploch povodí, určování rozvodnic, zvýraznění údolnic a tedy k nalezení a určení míst, do nichž se soustřeďuje povrchový odtok zadaného území. K tomu lze využít i další standardní prostředky systému ATLAS DMT, jako jsou vrstevnice, barevná hypsometrie, vykreslení sklonitosti a expozice svahů.

2.1 Výpočet eroze

Výpočet eroze vychází z metodiky univerzální rovnice Wischmeier-Smitha. Uživatel si na základě hydrologické analýzy území (popsané v předchozím odstavci) zadá spádovou křivku nebo polygon, na kterém se provádí další výpočet. Programová aplikace vykreslí trasu polygonu a vynese podélný profil, popř. pro kontrolu i příčný profil ve zvoleném území a místě. Hranice výpočtu a umístění příčného profilu je možné interaktivně měnit, přičemž program okamžitě aktualizuje všechny údaje. Na základě podélného profilu programová aplikace určí topografický faktor podle standardní metodiky, dělíci profil do 10 úseků. Po zadání dalších výpočetních faktorů (srážkový faktor R, faktor náchylnosti k erozi K, faktor

protierozních opatření P a faktor vlivu vegetace C) program vypočítá maximální dlouhodobou ztrátu půdy z pozemku. Výpočet může probíhat až v pěti variantách pro různé hodnoty faktoru C, tj. faktoru vlivu vegetace a je protokolován do textového souboru. Hodnoty faktorů R, K, P, C se ukládají do paměti PC pro případné další výpočty.

2.2 Metoda výpočtu

Smyv neboli dlouhodobá ztráta půdy z pozemku charakterizuje kvantitativní účinek vodní eroze. Pro jeho výpočet je v aplikaci použita tzv. univerzální rovnice (Wischmeier - Smith):

$$G = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

kde G - ztráta půdy z jednoho hektaru za jeden rok [t/ha/rok],

R - faktor erozní účinnosti deště,

K - faktor náchylnosti půdy k erozi,

L - faktor délky svahu $L = (ld/22.13)^{0.5}$,

ld - nepřerušovaná délka svahu [m],

S - faktor sklonu svahu $S = \frac{(0.43 + 0.3 \cdot s + 0.043 \cdot s^2)}{6.613}$,

s - sklon svahu [%],

C - faktor ochranného vlivu vegetace,

P - faktor účinnosti protierozních opatření

Významný údaj pro posouzení reprezentativnosti profilu, v němž se zjišťuje smyv půdy, představuje topografický faktor. Pro pozemek je určující profil (trasa) s jeho nejvyšší hodnotou (Wischmeier - Smith):

$$tfs = ld^{0.5} \cdot (0.0138 + 0.0097 \cdot s + 0.00138 \cdot s^2)$$

kde tfs - topografický faktor,

s - průměrný sklon výpočtové trasy [%].

V aplikaci EROZE programu ATLAS DMT se stanovení půdního smyvu provádí nad zvolenou trasou v modelovaném území, jejíž průběh může být určen vhodně umístěnou "kapkou" (viz Dráha "kapky") nebo zadaným polygonem. Pozice počátečního a koncového bodu výpočtové trasy (profilu) je v rámci navržené linie volitelná, což umožňuje zohlednit hranice pozemků, různé terénní překážky apod. Vzdálenost mezi počátečním a koncovým bodem trasy, měřená podél dané linie, je při výpočtu rozdělena na deset stejných intervalů, v nichž je z modelu terénu zjišťován sklon a pro něj může být individuálně zadán faktor náchylnosti půdy k erozi (K). Vliv vzdálenosti výpočtových intervalů od počátku trasy (horního okraje pozemku) je do řešení univerzální rovnice zaveden tím, že faktor sklonu svahu (S) a faktor náchylnosti půdy k erozi (K) je stanoven jako vážený průměr příslušných hodnot z jednotlivých intervalů.

V každé ploše (pozemku) je pak na základě velikosti a směru kapek a koncentrace odtoku, tedy parametrů, které byly vygenerovány pomocí programu ATLAS DMT, vytypováno několik výpočtových profilů. Pro tyto profily je metodou Wischmeier – Smith vypočítána ztráta půdy z jednoho hektaru za jeden rok (G). Průměrem hodnot G ze všech profilů je získána dlouhodobá ztráta půdy pro danou plochu.

2.3 Vhodné parametry rovnice

Tzv. univerzální rovnice (Wischmeier - Smith) je určena především pro výpočet smyvu ornice. Z tohoto hlediska je obtížné volit správné parametry pro zeminy, které se vyskytují na územích postižených těžbou. Přesto byla ve spolupráci s VÚMOP Praha vyvinuta snaha o to, aby dosazené parametry co možná nejlépe vystihovaly skutečné vlastnosti daných typů zemin.

L - faktor délky svahu a S - faktor sklonu svahu

Vliv sklonu a délky svahu na velikost půdního smyvu vyjádřili Wischmeier – Smith (1965) topografickým faktorem LS, který představuje poměr ztrát půdy na jednotku plochy svahu ke ztrátě půdy na jednotkovém pozemku (pozemek o délce 22,13 m a sklonem 9 %).

$$LS = \sqrt{l_d \cdot (0.0138 + 0.0097 \cdot s + 0.00138 \cdot s^2)}$$

l_d – neporušená délka svahu [m]

s – sklon svahu [%]

Topografický faktor je aplikací EROZE programu ATLAS DMT automaticky dopočítán z vymezeného výpočtového profilu.

R - faktor erozní účinnosti deště

Erozní účinnost (tzv. erozivita) dešťových kapek se projevuje nejvýrazněji na počátku erozního procesu, kdy dešťové kapky dopadají na půdní povrch, na kterém se ještě nestačila vytvořit vrstva povrchové odtékající vody. Z fyzikálního hlediska vykonávají dešťové kapky na půdním povrchu práci, která způsobuje rozbíjení půdních agregátů, uvolňování půdních částic a zhutňování povrchové vrstvy půdy. Faktor erozní účinnosti deště je proto závislý na četnosti výskytu, úhrnu, intenzitě a kinetické energii deště. Pro jeho přesné určení je třeba dlouhodobé sledování a měření nejlépe po dobu 50 let. V případě, že nejsou k dispozici konkrétní hodnoty faktoru R pro místní podmínky, lze pro území České republiky dosadit průměrnou hodnotu $R=20$.

K - faktor náchylnosti půdy k erozi

Vlastnosti půdy ovlivňují infiltrační schopnost půdy a odolnost povrchu půdy a půdních agregátů proti rozrušujícímu účinku dopadajících kapek a transportu povrchovým odtokem. Faktor náchylnosti půdy k erozi je závislý na textuře a struktuře zeminy, obsahu organické hmoty a zrnitosti. Lze jej určit ze vztahu:

$$100K = 2.1 \cdot M^{1.14} \cdot 10^{-4} \cdot (12 - a) + 3.25 \cdot (b - 2) + 2.5 \cdot (c - 3)$$

M – (% prachu + písku) x (100 - % jílu)

a - obsah organické hmoty [%]

b – třída struktury

c – třída propustnosti půdního profilu

Hodnoty K se pohybují v rozmezí 0,1 - 0,40.

C - faktor ochranného vlivu vegetace

Smyv půdy je významně ovlivněn vegetačním pokryvem, který zajišťuje jak přímou ochranu povrchu půdy před destruktivním působením dopadajících dešťových kapek, tak zpomaluje rychlosti povrchového odtoku. Vegetační pokryv působí i nepřímo na půdní vlastnosti, zejména pórovitost a propustnost, včetně omezení zanášení pórů rozplavenými půdními částicemi. Kořenový vegetační systém půdu mechanicky zpevňuje a omezuje tak možnosti odnosu půdy. Faktor ochranného vlivu vegetace je závislý na vývoji vegetace a použité agrotechnice. Příklady parametrů C jsou uvedeny v tab. 1.

Tab. 1

Faktor C	Plodiny
0,01	víceletá tráva, louky
0,03	jeteloviny
0,20	střídání plodin - osevní cykly
0,55	nevhodná protierozní vegetace
0,80	bez ochranné vegetace

P - faktor účinnosti protierozních opatření

Jedná se o souhrn všech faktorů působících proti erozním účinkům dešťové vody. Faktor P vyplývá z maximální délky pozemku, sklonu svahu, maximální šířky a z počtu pásů při pásovém střídání plodin a z technických opatření (hrázkování, terasování). Hodnoty faktoru P účinnosti protierozních opatření se pohybují v rozmezí 0,2 – 1,0.

3. Praktické využití modulu EROZE

Aplikace EROZE programu ATLAS DMT nabízí dostatek možností k praktickému použití. Zejména možnost kombinace erozního modulu s dalšími moduly programu ATLAS DMT skýtá celou řadu variant využití. Na našem pracovišti byl tento modul využit při řešení několika úkolů úzce souvisejících s problematikou sanací a rekultivací území postižených těžbou hnědého uhlí. Řešení havárie výsypky Čepirohy na Mostecku a posouzení svahů zbytkové jámy Medard-Libík na Sokolovsku z hlediska rizika vodní eroze, včetně návrhů vhodné rekultivace tohoto území, jsou dva příklady významného využití modulu EROZE.

Výsypka Čepirohy

Výsypka se nachází západně od bytové zástavby obce Čepirohy. Severní hranici výsypky tvoří úpatí Koňského vrchu. Západní část výsypky byla založena do zbytkové jámy lomu Šmeral. V závěrečné etapě tvorby výsypky byly do výsypky zakládány zeminy z lomu Vršany. Zpočátku byla zakládána sypanina z lomu Jan Šverma ve východní části území (1953-1956), později z lomu Slatinice (1957-1963). Tato původní výsypka o mocnosti cca 40 m se nazývala Bylanská. Byla složena převážně z jílovitých směsí zemín, konsolidovaných v průběhu 20 let účinkem vlastní hmotnosti. V letech 1980-1983 byla tato část výsypky převýšena až na úroveň 300 m n.m. zeminami z lomu Vršany a přejmenována na výsypku Čepirožskou. Území výsypky náleží do podpovodí potoků Slatinického a Lučního,

v minulosti již přeložených. Převážná část podložky Čepirožské výsypky je mírně ukloněná JV směrem.

Sesuvné pohyby lokálního charakteru na Čepirožské výsypce jsou pozorovány již od r. 1983. Menší i větší části výsypky jsou postiženy dosud aktivním sesouváním, pro něž je charakteristické, že část sesouvajících se zemin se přemístí a nasune na povrch neporušené patní části svahu s typickým vznikem výrazné odlučné plochy. Svahovými pohyby jsou postiženy jen ty části svahu, ve kterých dochází k hydrodynamické nestabilitě výsypkových zemin při proudění podzemní vody, anebo při změně (zvýšení) hydraulického spádu (obr. 1). Celková stabilita 60 m vysokého svahu Čepirožské výsypky je vyhovující, skluzná plocha zasahuje do hloubky 6 až 8 m.

Prioritním řešením byla sanace svážného území o celkové ploše 8 ha přemístěním zemin z aktivní zóny do stanovených oblastí podle provedené stabilitní analýzy. Na již vybudované terasy a otevřené odvodňovací příkopy se navázalo sanačními odvodňovacími prvky. Tam, kde byla stabilita svahu narušena vlivem proudového tlaku mělké podzemní vody, bylo navrženo vybudování kamenných odvodňovacích žebířů. Hloubka a profil kamenných žebířů byly navrženy na základě hydrogeologického průzkumu a správnost tohoto návrhu byla testována aplikací EROZE.

Použitím hydrologických nástrojů byly získány údaje o velikosti a směru stoku kapek a o koncentraci stoku na daném území. Obr. 2 ukazuje trojrozměrný model území Čepirožské výsypky s vypočtenými parametry.

Navržené sanační prvky byly porovnány s vypočtenými parametry erozního modelu. Soutisk odvodňovací drenáže a parametru stoku kapek na zájmovém území ukazuje obr. 3. Pomocí aplikace EROZE tak bylo prokázáno a ověřeno správné umístění sanačních odvodňovacích prvků.

Zbytková jáma Medard-Libík

Zájmové území je tvořeno dvěma plochami na bývalém lomu Medard – Libík (Sokolovská uhelná, právní nástupce a.s.), na zbytkové jámě lomu probíhají v současné době přípravné práce k zatopení. Obě plochy jsou situovány na vnitřní výsypce lomu a s ohledem zejména na sklony svahů byly vytypovány jako rizikové. Celkovou situaci s výpočtovými plochami ukazuje obr. 4.

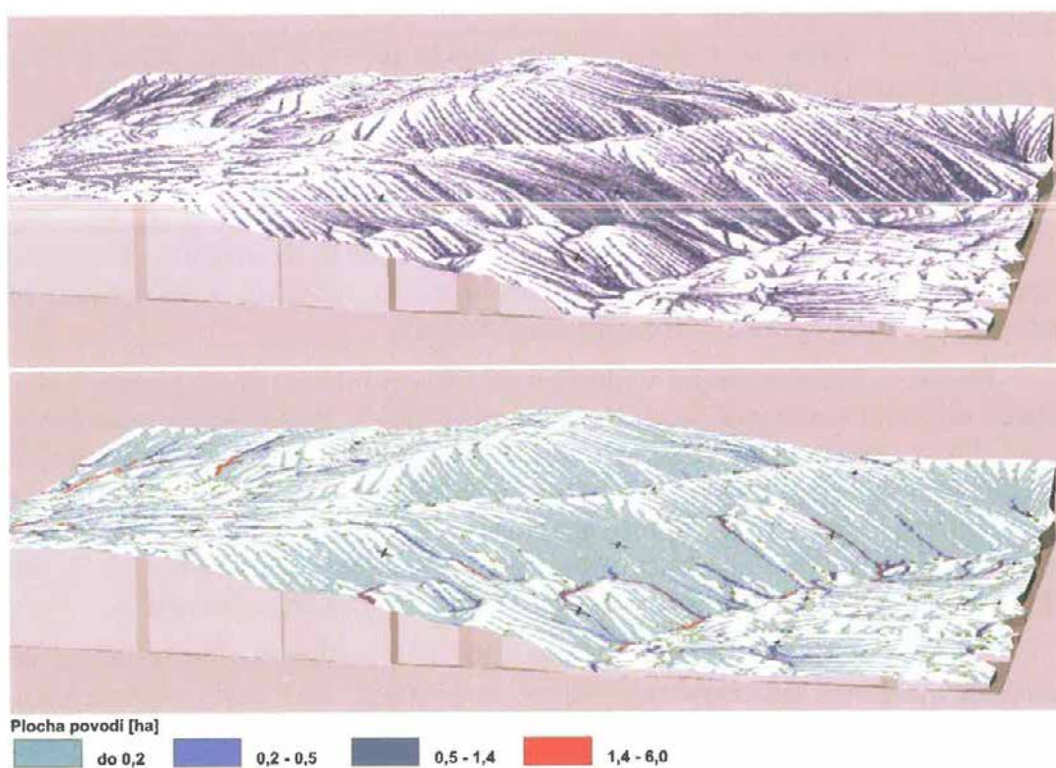
Plocha č. 1 se nachází ve východní části bývalého lomu Medard – Libík pod výsypkou Antonín a seřadovacím nádražím. Je tvořena prakticky výhradně zelenošedými, rozvětralými cyprisovými jílovci, zpravidla lístkovitě rozpadavými.

Plocha č. 2 se rozprostírá v jihozápadní části bývalého lomu pod obcí Bukovany. I zde je téměř výhradně zastoupení zelenošedých, rozvětralých, lístkovitě rozpadavých cyprisových jílovců. Jílovce byly ve svrchních partiích zakládány na oblast výchozu uhelné sloje, tvořenou prachovitými uhelnými jílovci a místy uhelnou hmotou. Tyto horniny se místy objevují na současném povrchu terénu. Tvoří podložku výsypky a jsou pravděpodobně příčinou pozorovaných místních stabilitních problémů. Kromě projevů nestability je území ohroženo i z hlediska působení vodní eroze. Obr. 5 zachycuje jednu z erozních rýh.

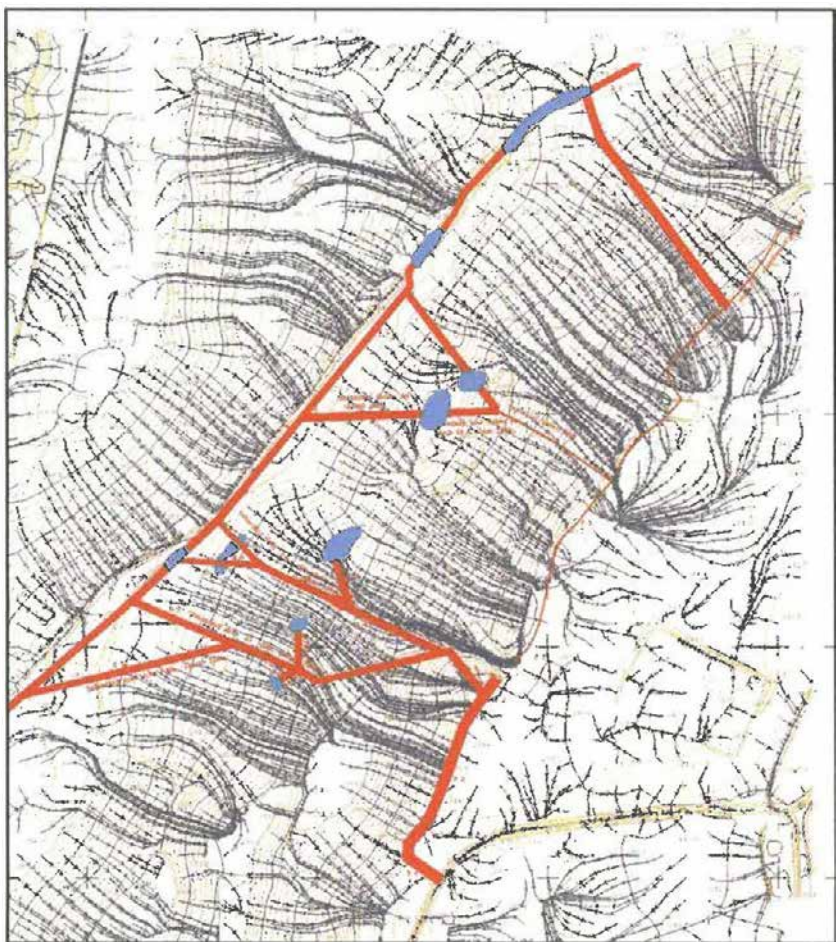
V každé ploše byly na základě velikosti a směru kapek a koncentrace odtoku, tedy parametrů, které byly vygenerovány pomocí programu ATLAS DMT, vybrány dva výpočtové profily. Pro tyto profily byla metodou Wischmeier – Smith spočítána ztráta půdy z jednoho hektaru za jeden rok. Po určení všech parametrů a jejich dosazení do univerzální rovnice byly spočítány hodnoty smyvu půdy pro zájmové plochy ve všech výpočtových profilech. Výsledky byly spočítány v každém profilu pro 5 alternativ podle parametru C (tab. 1).



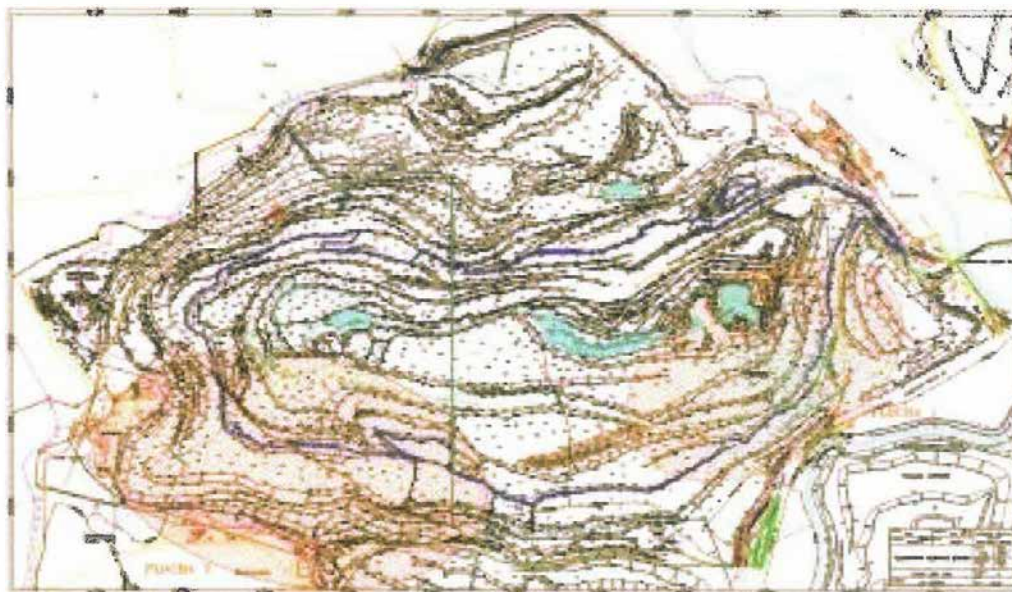
Obr. 1 – Situace skluzu na Čepirožské výsypce



Obr. 2 – Směr a velikost stoku kapek, koncentrace odtoku



Obr. 3 – Navržené sanační odvodňovací prvky



Obr. 4 – Celková situace lomu Medard-Libík



Obr. 5 – Erozní rýha

K posouzení míry erozního ohrožení pozemků slouží princip přípustné ztráty půdy. Je definován jako maximální hodnota ztráty půdy dovolující trvale a ekonomicky dostupně udržovat úrodnost půdy. Při určování mezí přípustné ztráty půdy erozí se uvažovalo se skutečnou mocností půdního profilu, požadovanými vlastnostmi v budoucnu a předpokládanou ztrátou půdy.

Dosažením parametrů do univerzální rovnice byla určena dlouhodobá průměrná ztráta půdy vodní erozí pro vyšetřované pozemky v t/ha/rok při uvažovaném způsobu využívání. Výsledných hodnot pro vyšetřované plochy č. 1 a 2 bylo dosaženo zprůměrováním výsledků vždy z obou výpočtových profilů. Výsledky pro plochu č. 1 ukazuje tab. 2 a pro plochu č. 2 tab 3.

Tab. 2 – Smyv půdy vypočtený pro plochu č. 1

Smyv půdy [t/ha/rok]	Plodiny
0,19	víceletá tráva, louky
0,56	jeteloviny
3,72	střídání plodin - osevní cykly
10,22	nevhodná protierozní vegetace
14,86	bez ochranné vegetace

Tab. 3 – Smyv půdy vypočtený pro plochu č. 2

Smyv půdy [t/ha/rok]	Plodiny
0,42	víceletá tráva, louky
1,26	jeteloviny
8,42	střídání plodin - osevní cykly
23,06	nevhodná protierozní vegetace
33,54	bez ochranné vegetace

Pokud vypočtená ztráta půdy překračuje hodnoty přípustné ztráty stanovené podle hloubky půdního profilu u půd :

mělkých (do 30 cm)	-	1 t . ha ⁻¹ . rok ⁻¹
středně hlubokých (30 - 60 cm)	-	4 t . ha ⁻¹ . rok ⁻¹
hlubokých (nad 60 cm)	-	10 t . ha ⁻¹ . rok ⁻¹

je zřejmé, že způsob využívání pozemku nezabezpečuje dostatečnou ochranu půdy před erozí. Jestliže půdní profil u daných ploch bude brán jako středně hluboký, vychází pro plochu č. 1 smyv půdy jako přípustný v alternativách plodin – víceletá tráva, louky; jeteloviny; střídání plodin – osevní cykly. Pro plochu č. 2 pak pouze pro alternativy – víceletá tráva, louky; jeteloviny.

Na základě výpočtu byl navržen vhodný postup rekultivačních prací na obou plochách. Plochy po terénních úpravách nebude třeba vzhledem k výhodným vlastnostem nasypávaných zemin převrstvovat zúrodnitelnými zeminami. Biologická rekultivace bude zahájena pouze po vyhnojení skrývkových zemin tvořených převážně zelenošedými cyprisovými jíly. Jako základní organické hnojivo je doporučena například směs odpadních krátkých celulózových papírenských vláken a biologických kalů, doplněná kůrou ze suchého odkornění. Tato směs kromě hnojivých účinků zlepšuje fyzikální a chemické vlastnosti půdy, má výrazné protierozivní účinky a silnou vododržnost. Doporučená dávka pro zájmové území činí 100 t/ha. Organické hmoty budou rozmetány po povrchu a mělce zapraveny rotavátorem nebo diskovými branami do hloubky 10 – 12 cm, čímž vznikne homogenní svrchní horizont.

Výsev travních a jetelotravních směsí bude proveden ručně nebo za použití malé mechanizace. Množství výsevu činí 80 kg/ha, což by mělo být optimální vzhledem k méně příznivým stanovištním podmínkám. K výsevu dojde po provedení povázky organickými hmotami. Vzhledem k uvažovanému využití ploch jako pobřežních pásů budoucího jezera není na těchto plochách ve větším měřítku navrhována lesnická rekultivace. Předběžně je doporučena výsadba skupin zeleně do zatravněné plochy.

4. Závěr

Na uvedených příkladech praktického využití bylo ověřeno, že modul EROZE je silný softwarový nástroj, umožňující popis digitálního modelu terénu z hlediska vlivů vodní eroze. Jako výhodná se ukázala možnost kombinace s ostatními aplikačními moduly programu ATLAS DMT. Například 3D model dává ucelenější a přehlednější obrázek o stoku kapek, ploše povodí i o ostatních erozních parametrech. Výsledky výpočtů poskytují další důležité informace o zájmových územích a v kombinaci se znalostmi o hydrologii a geotechnice dávají prostor pro navržení úprav skryvkových a výsypkových svahů a jejich následnou sanaci či rekultivaci. Otevírají se tak další možnosti využití programu ATLAS DMT hlavně při tvorbě projektů zaměřených na modelování a obnovu krajiny postižené povrchovou těžbou hnědého uhlí.

Práce vznikla s přispěním Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy ČR v rámci výzkumného záměru MSM 4456918101 „Výzkum fyzikálně chemických vlastností hmot dotčených těžbou a užitím uhlí a jejich vlivů na životní prostředí v regionu severozápadních Čech“.

5. Literatura

1. Janeček, M. a kol.: Ochrana zemědělské půdy před erozí, ISV Praha 2002
2. Pichler, E., Žížka, L.: Sanace a rekultivace sesuvného území Čepirožské výsypky, Zpravodaj VÚHU 1/ 2005
3. Votrubec, J., Vlasák, J.: Výpočet erozní ohroženosti půdy s využitím gridu, Konference GIS Ostrava, leden 2005