

Ocenění krajinných segmentů pomocí metody CN křivek v ArcGIS.

Lukáš Krejčí

Katedra geoinformatiky, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci, tř.
Svobody 26, 771 46, Olomouc, Česká republika
krejci.lucas@gmail.com

Abstrakt. Cílem diplomové práce byla plná integrace metody CN křivek do prostředí GIS. V první části práce byla získána a podle potřeby upravena podkladová data. V následujícím kroku byla navržena optimalizovaná datová struktura popisující vlastnosti vrstev vstupujících do ocenění systémem EMDS. Třetí a čtvrtá část zahrnovala stěžejní části práce - návrh a tvorbu realizace oceňovací sítě v prostředí NetWeaveru a ocenění krajinných segmentů pomocí systému Assessment. Postup výpočtů obou vrstev byl zdokumentován a výsledné vrstvy poté vstupovaly do metody prostorově distribuovaných terénních parametrů, která sloužila k určení přímého odtoku. V závěru práce byly porovnány hodnoty potencionální retence s výsledky přímého odtoku vypočítané metodou prostorově distribuovaných terénních parametrů a byly lokalizovány plochy s vysokou, nebo naopak nízkou retencí.

Klíčová slova: metoda CN křivek, GIS, EMDS

Abstract. The main goal of thesis was full integration of curve numbers method to GIS. The full integration of curve numbers method to GIS proceeds in several steps. In the first step were designed and realized the dependency networks. In the next step were performed the assessment of landscape segments in the Assessment system and results of calculation were displayed in the EMDS project. These layers were inputted to methodology of runoff computation using spatially distributed terrain parameters. This methodology extends the calculation of volume of direct runoff about influence of surface roughness, surface adhesiveness, thermal conductivity and other.

Keywords: CN curves method, GIS, EMDS

1 Úvod

V posledních desetiletích se stále častěji setkáváme s výskytem zvýšené vodní eroze a extrémních hydrologických jevů. Povodně a vodní eroze jsou přirozený přírodní jev a doprovázely lidskou společnost od jejich počátků. Každoročně se z médií dozvídáme o katastrofálních záplavách na území mnoha států. Jejich následné vyčíslení nás ohromuje nemalými materiálními škodami i počtem lidských obětí. Problém vodní eroze nebývá příliš medializován, ale škody způsobené tímto jevem často přesahují rozsah povodní.

Jednou z příčin zvýšeného odtoku a extrémních hydrologických situací, které úzce souvisí s vodní erozí, je stále se zvětšující rozsah ploch s nízkou retenční schopností.

Obnova retenční schopnosti krajiny má v současné době velký význam a většina protipovodňových návrhů ji zahrnuje. Je ovšem nutné navrhovat taková řešení, která umožní nejen zvýšení protipovodňové ochrany a retence vody v krajině, ale která současně zajistí potřeby revitalizace krajiny z hlediska ochrany přírody.

Velmi často používanou metodou umožňující odvození objemu přímého odtoku a kulminačního průtoku je metoda CN (Curve Number method), která byla vyvinuta v USA Službou pro ochranu půd (Janeček a kol., 2001). Na základě této metody můžeme vypočítat výšku přímého odtoku, objem odtoku a lokalizovat plochy s nízkou nebo vysokou retencí dešťových srážek.

Důležitými údaji při projektování krajinných nebo pozemkových úprav jsou informace o prostorovém rozložení retenčních prvků na daném území. Významným nástrojem při zpracování těchto prostorových dat mohou být Geografické informační systémy (GIS), které nám pomáhají odpovědět na otázky typu: „Kde jsou místa s kriticky nízkou retencí?“, „Jaká je hodnota odtoku z dané plochy?“. Řešení těchto otázek je možné pomocí kombinace metody odtokových křivek CN a Geografických informačních systémů. Integrací metody CN do GIS získáme přesnější a podrobnější prostorové informace o rozložení přímého odtoku v povodí.

2 Cíl práce

Cílem diplomové práce je plná integrace metody CN křivek do prostředí GIS. Součástí práce bude praktické ověření metody na vybraném modelovém povodí.

Diplomová práce obsahuje několik dílčích částí. V první fázi bude nutné vymezit zájmové území diplomové práce. Jako modelové povodí bylo vybráno povodí Fryštáckého potoka, které se nachází v Hostýnských vrších. V druhé fázi budou získána prostorová a atributová data, část údajů bude ověřena v terénu, další jsou již k dispozici v digitální formě. V následující fázi bude vytvořen návrh optimalizované datové struktury pro model ocenění krajinných segmentů. Důležitou částí je vytvoření syntézy znalostí v podobě reklasifikačních tabulek, na jejichž základě bude možné navrhnout a realizovat oceňovací síť. Ve čtvrté fázi bude provedeno ocenění krajinných segmentů navrženým schématem. Nakonec budou provedeny hydrologické výpočty a vizualizace základních charakteristik povodí.

Výstupem práce bude algoritimizované rozhodovací schéma pro oceňování krajinných segmentů, jehož nedílnou součástí bude systém reklasifikačních tabulek a optimalizovaný datový model. V textu budou zdokumentovány použité postupy a metody, podkladová data a přesně charakterizované výstupy. Bude provedena diskuse nad metodami, daty a výsledky práce a nastíněna možnost jejich dalších využití. O diplomové práci bude vytvořena internetová stránka, která bude umístěna na serveru katedry Geoinformatiky.

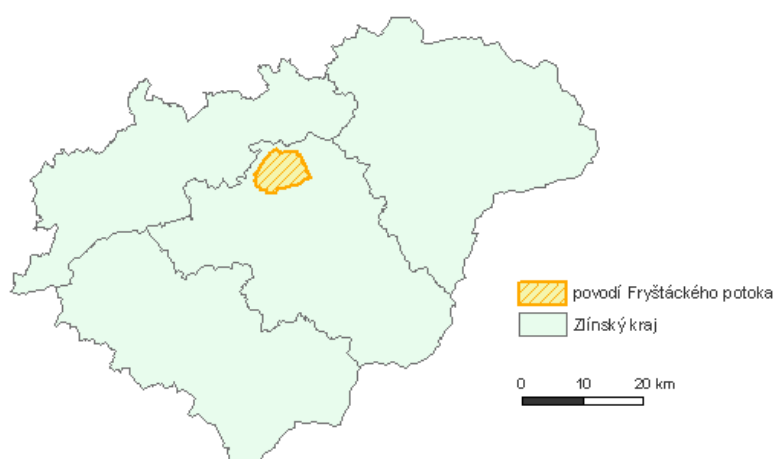
3 Zájmové území

Jako modelové bylo vybráno povodí Fryštáckého potoka. Povodí se nachází na rozhraní Hostýnských vrchů a Fryštácké brázdy. Administrativně náleží zájmové

území do Zlínského kraje. Je odvodňováno Fryštáckým potokem a jeho dvěma bezejmennými přítoky. V jihovýchodní části studovaného území se nachází vodní nádrž Fryšták, která představuje zásobárnu pitné vody pro Zlín. Do této nádrže ústí všechny potoky.

Na daném území se nachází několik obcí. Obec Fryšták díky svým 3470 obyvatelům patří v této lokalitě k největším. Mezi další patří Lukov, Lukoveček, Vítová, Partyzánská Dolina a Bukovské.

Důvodem vybrání tohoto povodí byla vhodná rozloha (4,7 km²) a dostatek podkladových dat.



Obr. 1: Vymezení zájmového území

4 Metody a postup zpracování

Při zpracování diplomové práce byly použity následující metody zpracování: sběr dat a informací, metody DPZ, GIS a metody tematické kartografie.

Metody sběru informací a dat - před zpracováním celé práce byla prostudována literatura a internetové zdroje zabývající se tematikou CN a integrací CN křivek do GIS. Důležitým bodem bylo získání prostorových a atributových dat. Zdrojem velké části dat prostorových i atributových byl bývalý referát životního prostředí Okresního úřadu Zlín (Základní mapa - 10), Český hydrometeorologický ústav a bývalý Ústav ekologie krajiny Akademie věd (vrstva povodí Fryštáckého potoka, hodnoty maximálních denních úhrnů srážek), Mgr. Vilém Pechanec, Ph.D. (landuse povodí) a Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy (bonitované půdně-ekologické jednotky).

Terénním průzkumem byla ověřena, zpřesněna a zaznamenána nová prostorová a atributová data o využití země.

Metody DPZ - pro ověření relevantnosti některých prostorových dat bylo využito digitální ortofotomapy s přesností 50 cm.

Metody GIS - mezi základní metody GIS, které byly použity při zpracování této práce patří: tvorba digitální databáze, zpracování dat a prostorové analýzy.

Tvorba, zpracování a analýzy prostorových dat byly provedeny v softwaru ArcView 3.1 a ArcGIS 9.1. Pro prostorové a hydrologické analýzy s rastrovými daty bylo využito nadstavby Spatial Analyst a Arc Hydro Tools. K navržení a realizaci oceňovací sítě byla použita nadstavba nad ArcView 3.1 Ecosystem Management Decision Support (EMDS) verze 2, která je tvořena vývojovým systémem NetWeaver (tvorba závislostních sítí) a hodnotícím systémem Assesment.

Prostorové analýzy byly využity k výpočtu základních hydrologických vlastností povodí, dále k výpočtu a prostorové lokalizaci hodnot čísel odtokových křivek, přímého odtoku a objemu přímého odtoku.

Metody tematické kartografie - hlavní využití spočívalo ve vizualizaci průběžných a konečných výsledků.

5 Ocenění krajinných segmentů systémem EMDS

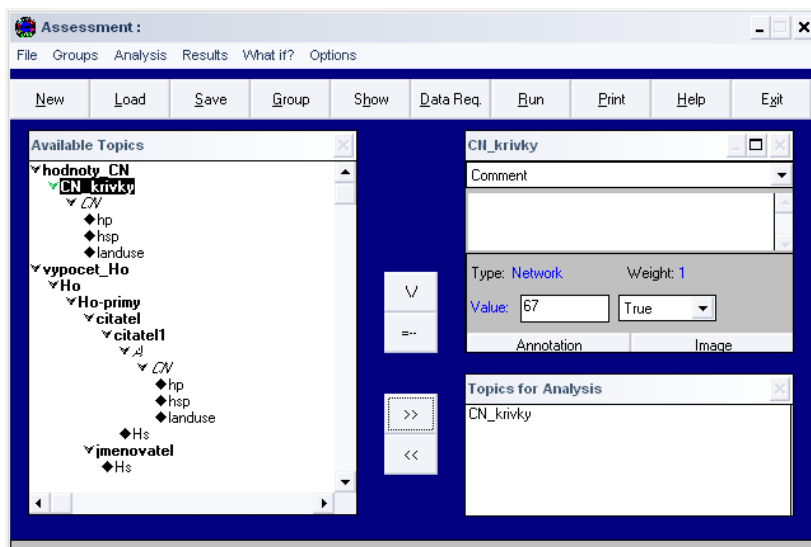
5.1 EMDS

Pro dosažení integrace metody CN křivek do GIS byl použit software pro podporu rozhodování označovaný jako „Ecosystem Management Decision Support“ (EMDS). EMDS byl vyvinut na Pacific Northwest Research Station, Forests Service v Corvalise, ve státě Oregon [1].

První verze systému EMDS verze 1.0 byla ukončena v březnu 1997. Velmi populární a dosud často používaná verze 2.0 určená pro ArcView 3.x byla ukončena v září 1998. Poslední verzí je 3.0, která pracuje v prostředí ArcGIS.

Verze 3.0 přináší:

- kompatibilitu s ArcGIS 8.x a 9.x
- možnost internetové prezentace map pomocí Internet Map Server (ArcIMS)
- nový nástroj hotlink browser tool urychlující práci a poskytující grafické zobrazení báze znalostí [2].



Obr.2: Prostředí modelu EMDS (modul Assesment).

5.2 Návrh optimalizované datové struktury

Návrh optimalizované datové struktury pro model ocenění krajinných segmentů je složen z několika částí a předchází samotnému hodnocení. V první části je popsán proces tvorby a úpravy databáze, kterou je nutné před výpočtem vytvořit. Jsou zde obsaženy údaje týkající se hydrologických skupin půd, hydrologických podmínek, skupin typů geobiocénů, hodnoty bonitovaných půdně ekologických jednotek a lesní typologie. V druhé části je popsán a zdokumentován převod mezi kategoriemi využití půdy ve vrstvě získané terénním průzkumem na kategorie využití půdy ve vrstvě, která následně vstupuje do výpočtu CN hodnot. V poslední části je provedena sumarizace všech kategorií ve formě tabulek a popsána datová struktura, formát a klasifikace polí. Toto předzpracování dat je nutné před samotným výpočtem CN křivek pomocí EMDS.

5.3 Ocenění hodnot systémem Assessment

Systém Assessment (modelu EMDS) slouží především ke spuštění analýz, kontrole nastavení a umožňuje také editování báze poznatků. Výsledkem pak mohou být mapy, tabulky nebo grafy.

Systém byl spuštěn příkazem Assessment/Show Assessment Windows. Než se otevře samotné prostředí Assessment, je nutné načíst závislostní síť vytvořenou v NetWeaveru, podle které se budou data oceňovat. Závislostní síť by se měla nacházet v adresáři NWKB daného projektu, v tomto případě CN_1/NEJB. Pokud se zde soubor nenachází, je nezbytné jej do tohoto adresáře zkopírovat.

Pracovní okno Assessment (obr. 2) se skládá z několika částí. V okně *Available Topics* se nacházejí dostupné závislostní sítě - hodnoty_CN, vypocet_Ho, vypocet_A a vypocet_Op. Do okna *Topics for Analysis* se přidávají jen ty, které budou sloužit k ocenění dat. V okně *CN_krivky* je možné otevřít komentáře, vysvětlení, zdroje, citace nebo metadata, pokud byla k dané síti, skupině nebo linkům vytvořena. V tomto okně je možné vidět např. informace o typu tématu (skupina, síť nebo kalk. link) nebo váhu sítě (standardně 1). Hlavní menu obsahuje několik položek. Mezi nejdůležitější patří Save, Data Requirements, Run a také Results, které slouží pro generování výsledků.

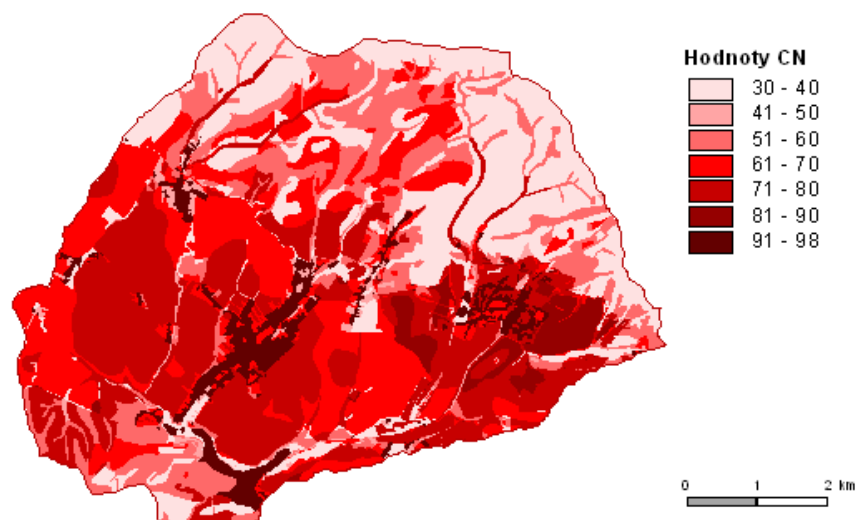
Pro první analýzu bylo vybráno téma CN_krivky z okna „Available Topic“, kliknutím na skupinu hodnoty CN se otevřela síť CN_krivky, dalším kliknutím se otevřel kalkulovaný link CN a jednoduché datové linky hp, hps a landuse. Stejným způsobem byla zobrazena i skupina vypocet_Ho, která obsahovala dva důležité kalkulované linky CN a A. Poslední skupinou byla A. Do okna „Topics for Analysis“ mohla být přidána buď skupina, síť nebo kalkulovaný link.

Před oceněním je nutné vždy analýzu uložit, může jich existovat větší počet. To bylo provedeno kliknutím na tlačítko Save. Analýza byla nazvána stejně jako projekt Assessmentu, tedy CN_1. Uložení analýzy byl umožněn pozdější návrat k ní a další úpravy. V druhém kroku systém zjišťoval, zda se v EMDS nachází požadovaná data k úspěšné realizaci výpočtu. Kliknutím na tlačítko Data Requirements byl spuštěn algoritmus, který zjistil, zda se v EMDS nacházely rastrové vrstvy Hsp, Hp a Landuse. Současně se v systému EMDS vygenerovala tabulka Data Requirements, která obsahovala informace o dostupných vrstvách pro danou analýzu. Hodnoty v datovém poli Available (1) znamenaly, že vrstvy jsou dostupné a že systém Assessment přiřadil datové linky odpovídajícím rastrovým vrstvám. Pokud by byla u některé rastrové vrstvy hodnota 0 znamenalo by to, že vrstva chybí. Ocenění dat závislostní sítě se spustilo tlačítkem Run z menu.

5.5 Výsledky ocenění hodnot

Vzhledem k tomu, že byly navrženy čtyři oceňovací sítě (CN_krivky, A, Ho, Op), byly získány pro vymezené území čtyři různé výsledky. Pro každou síť byla vygenerována rastrová mapa se stejným rozlišením jako vstupní data (5 m). Jednalo se o rastrovou mapu CN křivek, mapu potencionální retence, mapu přímého odtoku a mapu objemu odtoku. Dále byly ke každému tématu vygenerovány sumarizační tabulky a grafy.

Jak bylo v předchozím textu popsáno, pro ocenění byla nejprve vybrána síť CN_krivky. Po provedení analýzy bylo možné zobrazit výsledky pomocí příkazu *Results* z hlavního menu systému Assessmentu. Jako první byla zobrazena mapa CN křivek příkazem *Results/Map/Truth Values*, pak bylo označeno *Create New Theme* a potvrzeno tlačítkem *Display*. Rastrová vrstva obsahovala několik důležitých datových polí: CN_krivky, CN, hsp, hp a landuse. Pomocí nástroje Legend Editor byly hodnoty uspořádány do 7 kategorií. Jako klasifikační pole pro uspořádání kategorií bylo zvoleno CN_krivky. Poté bylo možné z rastrové vrstvy vytvořit layout (obr. 3).



Obr. 3: Hodnoty CN křivek na vymezeném území.

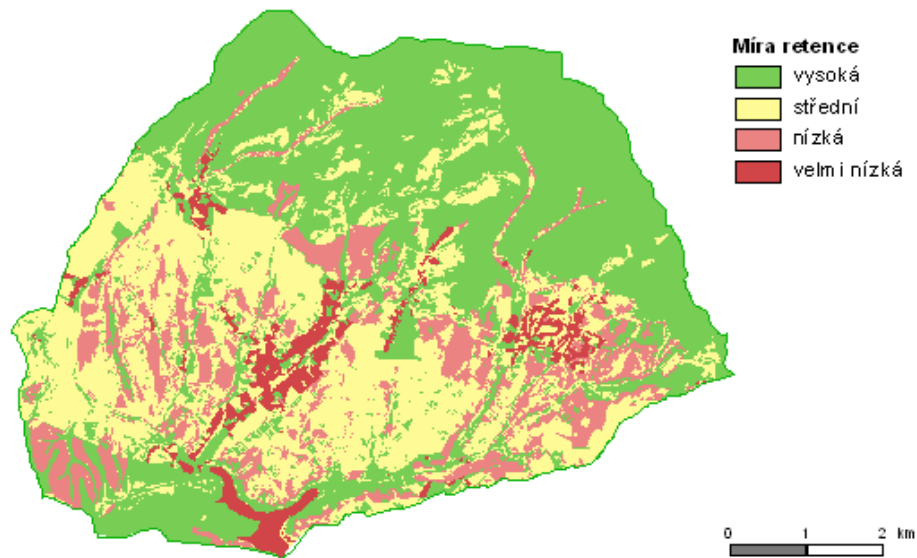
Hodnoty CN křivek jsou rozloženy celkem nerovnoměrně, což je dáno především rozmístěním lesních a nelesních ploch (orné půdy). Lesní plochy se nacházejí hlavně v severní části povodí, na jihu zasahuje do povodí zalesněná část Mladcovských kopců. Zde je také možné pozorovat největší výskyt čísel odtokových křivek s nízkými hodnotami kolem 30-50. To znamená, že půda zde má vyšší retenční potenciál a dokáže zadržet povrchový odtok. Zatímco střední část území je vyplněna z velké části ornou půdou, intravilánem a vodními plochami, které již nemají tak velký potenciál zadržet povrchový odtok. Proto jsou zde čísla odtokových křivek celkem vysoká. Maximální rozdíl hodnot CN na vymezeném území je 68, nejmenší číslo CN má hodnotu 30 a největší 98. Průměrná hodnota je 61,5.

V dalším kroku byly vypočítány hodnoty potencionální retence, přímého odtoku a výsledné hodnoty objemu odtoku.

Na základě syntézy znalostí z vrstev přímého odtoku byla vytvořena mapa aktuální retence (obr.4) reprezentující vysokou, střední, nízkou a velmi nízkou retenci.

Tab. 21: Rozlohy a procentuální zastoupení retenčních ploch

Míra retence	Celková rozloha [ha]	Procentuální zastoupení [%]
vysoká	2043,23	46,75
střední	1500,86	34,34
nízká	614,62	14,06
velmi nízká	211,45	4,84



Obr. 4: Míra retence v povodí Fryštáčekého potoka

6 Závěr

Cílem diplomové práce nazvané Ocenění krajinných segmentů metodou CN křivek v prostředí GIS byla plná integrace metody CN křivek včetně rozšíření o hodnoty Manningova a Pecletova čísla do prostředí GIS. Součástí práce bylo praktické ověření metody na vybraném modelovém povodí.

Ke zpracování zadaného tématu bylo použito několik metod – metoda sběru informací a dat, pomocí níž byla získána podkladová data, metoda DPZ, která sloužila k ověření relevantnosti některých prostorových dat a metoda GIS, jež byla využita k tvorbě, k zpracování dat a prostorovým analýzám. Na závěr byly použity metody tematické kartografie a internetové prezentace. Nejdůležitější částí byla samotná integrace metody CN křivek do GIS pomocí oceňovacích sítí v systému EMDS a také interpretace a vizualizace výsledků.

Základní podkladová data pro výpočet odtoku metodou CN křivek tvořily vrstvy hydrologické skupiny půd, hydrologické podmínky, využití území a bonitované půdně-ekologické jednotky. Mezi další podkladová data patřily vrstvy, které obsahovaly hodnoty Pecletova čísla a Manningova součinitele drsnosti. Ty vstupovaly do výpočtu odtoku metodou prostorově distribuovaných parametrů.

Integrace metody CN křivek včetně rozšíření o hodnoty Manningova a Pecletova čísla a závěrečné ocenění krajinných segmentů probíhalo v několika krocích. V první části práce byla získána a podle potřeby upravena podkladová data, poté následoval výpočet a vizualizace hydrologických charakteristik a vlastností vymezeného území. V následujícím kroku byla navržena optimalizovaná datová struktura popisující

vlastnosti vrstev vstupujících do ocenění systémem EMDS. Třetí a čtvrtá část zahrnovala stěžejní části práce - návrh a tvorbu realizace oceňovací sítě v prostředí NetWeaveru a ocenění krajinných segmentů pomocí systému Assesment.

V posledním kroku byl výpočet rozšířen o hodnoty Manningova a Pecletova čísla. Postup výpočtů obou vrstev byl zdokumentován a výsledné vrstvy poté vstupovaly do metody prostorově distribuovaných terénních parametrů, která sloužila k určení přímého odtoku po určitých časových intervalech od vzniku srážky.

V závěru práce byly porovnány hodnoty potencionální retence s výsledky přímého odtoku vypočítané metodou prostorově distribuovaných terénních parametrů a byly lokalizovány plochy s vysokou, nebo naopak nízkou retenční schopností. Většina výsledných hodnot byla vizualizována formou mapových výstupů, které jsou dostupné v textu diplomové práce nebo v kapitole přílohy.

Mezi hlavní přínos diplomové práce patřila integrace metody CN křivek do GIS pomocí softwaru EMDS. Oproti ostatním modelům, které umožňují výpočet hodnot CN křivek a následně výpočet přímého odtoku, je výhodou systému EMDS možnost pracovat s rastrovými daty.

V rámci diplomové práce byly vytvořeny oceňovací sítě pro výpočet CN křivek, potencionální retence, přímého odtoku a objemu odtoku. Tyto sítě lze opakovaně použít i pro jiná vstupní data v případě, že budou splňovat podmínky navržené datové struktury.

Vzhledem k dosaženým výsledkům lze považovat využití metody a postupy za funkční a lze je doporučit jako pomocný nástroj při pozemkových úpravách, plánování protierozních opatření, nebo při plánování opatření pro zvýšení retence v krajině.

Reference

1. Ecosystem Management Decision Support [online]. c2002, [cit. 2007-02-10]. <[http://www.institute.redlands.edu/emds/manuscripts/docs/EMDS User Guide.pdf](http://www.institute.redlands.edu/emds/manuscripts/docs/EMDS_User_Guide.pdf)>
2. Ecosystem Management Decision Support [online]. c2007, [cit. 2007-02-10]. <http://www.institute.redlands.edu/emds/>
3. JANEČEK, M.: *Hydrologické výpočty v protierozní ochraně půdy*. Praha, Informační centrum ČKAIT, 2001, 24 s.