

Atlas HYDROLOGIE



This manual was produced using *ComponentOne Doc-To-Help*.™

Obsah

Atlas HYDROLOGIE	1
Úvodem	1
Základní principy řešení	2
Teorie výpočtu návrhových parametrů v modelu Atlas HYDROLOGIE	3
Metoda čísel odtokových křivek (SCS - CN)	3
Výpočet průměrné hodnoty CN	3
Výpočet úhrnu efektivní srážky	4
Výpočet objemu odtoku	4
Výpočet kulminačního průtoku	4
Vstupní data	7
Postup výpočtu v jednotlivých krocích	12
Vytvoření dokumentu a základy ovládání Atlas DMT	13
Vytvoření modelu terénu	13
Generace modelu	14
Vložení modelu s půdorysem	15
Informace o modelech terénu	16
Základní parametry	18
Povodí	20
Určení povodí z modelu terénu (Povodí – Plus)	20
Hydrologické skupiny půd	22
Ruční zadání polygonu	22
Hromadný import polygonů (SHP, WFS)	22
Import polygonů označených v situaci	24
Hydrologické skupiny půd (kódy)	24
Využití území	25
Ruční zadání polygonu	25
Hromadný import polygonů (SHP)	25
Import polygonů označených v situaci	25
Využití území (popis, kódy)	25
Návrhová srážka – Webová služba (WPS)	26
Odtok z povodí – metoda CN	27
Určení výpočtového objektu	27
Spuštění výpočtu	28
Dimenzování prvků TPEO (kalkulátor)	30
Vzorová data	31

Atlas HYDROLOGIE

Úvodem

Model **Atlas HYDROLOGIE** je plně integrován do prostředí **Atlas DMT**. Uživatel má tak při využívání této aplikace k dispozici všechny nástroje programu Atlas pro práci s modelem terénu, editace i tvorbu tiskových sestav. Nad rámec standardní instalace model nabízí nástroje pro generování plochy povodí ke zvolenému uzávěrovému profilu, import dat, editaci a optimalizaci návrhů opatření, export výstupů a nástroj pro orientační dimenzování vybraného opatření včetně implementované platné metodiky.

Koncepce nového modelu Atlas HYDROLOGIE je podřízena cíli vytvořit uživatelsky vstřícný a přímočarý nástroj pro variantní **navrhování liniových technických protierozních opatření (TPEO) na zemědělské půdě při komplexních pozemkových úpravách (KPÚ)** i při dalších projekčních činnostech v krajinném inženýrství. Model může též sloužit jako účinný kontrolní nástroj pro posouzení stávajícího stavu nebo porovnání navrhovaných řešení. Z toho důvodu jsou vstupní data, formáty výstupů i výstupní protokoly a mapy standardizovány v souladu s metodikami používanými v pozemkových úpravách v České republice. Metodou výpočtu je proto primárně **Metoda čísel odtokových křivek (SCS-CN)** [1], která umožňuje stanovení základních odtokových parametrů pro návrh vybraných (nejčastěji navrhovaných) prvků TPEO s využitím dobře dostupných vstupních dat.

Hlavní výhodou modelu pro uživatele je přímá implementace metody SCS-CN do již existujícího modelu Atlas DMT, dále pak implementace tzv. **geoprocessingových služeb**. Pomocí tohoto nástroje je uživateli umožněn online přístup k volně dostupným vstupním datům (návrhové srážky a půdní data) přímo pro řešené území.

Připravovaná nadstavba modelu poskytne uživateli možnost získat vstupní parametry pro návrh prvků TPEO na základě fyzikálního přístupu s využitím fyzikálně založeného modelu **SMODERP2D**.

V neposlední řadě pak nový nástroj umožňuje orientační návrh parametrů technických opatření s využitím stávajících metodických postupů [2].

V souladu s filozofií Atlas DMT je tento aplikační modul navržen pro výpočty na detailních modelech terénu ve formátech TIN. Směry odtoku, odtokové linie i velikosti zdrojových ploch jsou počítány přímo na TIN modelech terénu, rozlišení výstupu je dáno hustotou vstupní mřížky bodů, ze kterých jsou generovány odtokové linie.

Pro snadné získání základních dovedností při ovládnání modelu doporučujeme prostudování manuálu a absolvování vzorové úlohy.

Základní principy řešení

data

Uživatel do modelu pomocí návodných dialogů vkládá (případně edituje) standardně dostupná nejpodrobnější data:

- výškopis – DMR 5G, DMR 4G, ZABAGED aj. (© ČÚZK)
- hydrologická skupina půd – na základě BPEJ (©VÚMOP, v.v.i.)
- průběh návrhové srážky – zvolený celkový úhrn, průběh srážky – uživatelsky definovaný nebo dle lokality (<https://rain.fsv.cvut.cz/>)
- pro definování využití území je nutné připravit datovou vrstvu ve formátu *.shp na základě postupu popsaneho v samostatné kapitole.

území

Řešeným územím je primárně **subpovodí posuzovaného prvku**, které je v prostředí Atlas generováno na základě detailního digitálního modelu terénu. Uživatel může tuto oblast upravovat a řešenou lokalitu editovat. Jako závěrový profil lze volit závěrový profil dílčího povodí, nově navrhovaný přerušující prvek (příkop, průleh apod.) nebo využít prvek navržený v rámci protierozních opatření v modulu **Atlas EROZE**.

výstupy

Po automatizovaném výpočtu jsou vygenerovány **mapové výstupy** (modely ve formátu Atlas DMT a ASCII grid) a **výstupní protokol** shrnující výsledky pro řešený prvek a příslušnou návrhovou srážku (MS Excel).

Hlavním výstupem automatizovaného výpočtu jsou hodnoty **návrhových parametrů** (tj. celkový objem odtoku a kulminační průtok) pro řešený prvek a návrhovou srážku, které jsou následně vstupem pro dimenzování parametrů prvku v samostatném nástroji.

návrhy opatření

Pomocí nástroje pro návrh TPEO uživatel definuje návrhové parametry prvku. Na základě definice vybraných parametrů jsou pro tento prvek stanoveny hodnoty kapacitního objemu prvku a kapacitního průtoku prvku. Návrh prvku TPEO vychází z aktuální platné metodiky, předpokládá navrhování liniových prvků lichoběžníkového průřezu. Uživatel volí následující parametry:

- šířka dna prvku
- hloubka prvku
- sklon svahů prvku
- délka prvku (odečteno z modelu)
- sklon prvku (zvolit nebo odečíst z modelu)
- Manningův drsnostní součinitel (zvolit tři typy opevnění dle metodiky nebo vlastní hodnota)

Po zadání požadovaných parametrů model vypočte kapacitní objem (varianta retenčního prvku) a kapacitní průtok (varianta odváděcího prvku). Součástí nástroje je implementovaný Katalog TPEO, který obsahuje doporučené hodnoty a rozsahy návrhových parametrů dle aktuální platné metodiky pro navrhování TPEO.

Teorie výpočtu návrhových parametrů v modelu Atlas HYDROLOGIE

Metoda čísel odtokových křivek (SCS - CN)

Tato konceptuální metoda je s úspěchem využívána desítky let i v českém prostředí díky své jednoduchosti a snadné aplikovatelnosti. Té je dosaženo díky stále více dostupné základně podkladových dat, jako jsou hydrologické charakteristiky půd nebo digitální model terénu pro odvození potřebných parametrů hydrogramu.

Klíčovým vstupem metody je číslo odtokové křivky závislé na hydrologické skupině půd a půdním pokryvu. Tabelaovaná hodnota platí pro průměrné nasycení povodí (podle indexu předchozí srážky, IPS 2), v literatuře pak jsou publikovány vztahy pro přepočtení na dva extrémní stavy - suchý (IPS 1) a vlhký (IPS 3). Výstupem metody je odtoková výška nebo také úhrn efektivní srážky. S využitím vstupního hyetogramu lze s touto metodou odvodit i hyetogram efektivní srážky.

Pro určení výsledného odtoku z příčinné srážky je nutné hyetogram efektivní srážky získaný metodou SCS-CN transformovat do odtokové odezvy. V hydrologické praxi je k tomuto účelu nejčastěji využívána metoda jednotkového hydrogramu. Jedná se o jednoparametrickou či víceparametrickou matematickou funkci rozkládající jednorázový srážkový impuls do odtokové vlny. Parametry určující tvar hydrogramu lze odvodit často z hydro-morfologických charakteristik povodí, například maximální délky odtokové dráhy a průměrného sklonu povodí. Několik typických tvarů jednotkového hydrogramu nabízí i metoda SCS-CN.

Výpočet průměrné hodnoty CN

Hodnota CN je stanovena na základě kombinace informací způsobu využití, respektive půdního pokryvu jednotlivých pozemků a zařazení na něm se vyskytujících půd do hydrologické půdní skupiny.

Z tabelaovaných hodnot je možné stanovit hodnotu CN₂ pro střední index předchozího nasycení - IPS 2, což je hodnota odpovídající běžnému stupni nasycení. Váženým průměrem dle rozlohy jednotlivých ploch s unikátní hodnotou CN₂ je následně vyčíslena průměrná hodnota pro celé řešené povodí.

Hodnoty CN₁ a CN₃ pro nízký, resp. vysoký stupeň předchozího nasycení jsou odvozeny analogicky na základě analytických vztahů:

$$CN_1 = \frac{4,2 \cdot CN_2}{(10 - 0,058 \cdot CN_2)}$$

$$CN_3 = \frac{23 \cdot CN_2}{(10 + 0,13 \cdot CN_2)}$$

V českém klimatickém prostředí a z důvodu dostatečné úrovně zabezpečení navrhovaných staveb je vhodné nevyužívat hodnoty CN₁ a pracovat zejména s průměrnými hodnotami CN₂. V případě oblastí se zvýšeným výskytem rovnoměrných déletrvajících srážek reprezentovaných např. návrhovým hyetogramem typu F (zejména horské a podhorské oblasti), je vhodné uvažovat i zvýšenou pravděpodobnost předchozích srážek a tedy zvýšeného stavu nasycení, tedy použití hodnoty CN₃.

Výpočet úhrnu efektivní srážky

Efektivní srážka je část úhrnu návrhové srážky, která se účastní přímého odtoku. Podle metody SCS-CN se vyčíslí ve třech krocích: výpočet potenciální retence, počáteční ztráty a odtokové výšky:

a) Výpočet maximální potenciální retence A (mm) pro všechny zvolené varianty IPS dle vztahu:

$$A = 25,4 \cdot \left(\frac{1000}{CN - 10} \right)$$

b) Výpočet počáteční ztráty I_a (mm) pro všechny zvolené varianty IPS dle vztahu:

$$I_a = \lambda \cdot A$$

kde λ je koeficient počáteční ztráty pohybující se běžně v intervalu 0–0,3.

c) Výpočet odtokové výšky pro všechny zvolené varianty IPS dle vztahu:

$$H_0 = \frac{(H_s - I_a)^2}{(H_s - I_a + A)}$$

Vztah platí pro $I_a > H_s$, pokud je $I_a > H_s$, pak $H_0 = 0$ mm.

Výpočet objemu odtoku

Objem odtoku je následně stanoven dle vztahu:

$$V = H_0 \cdot P \cdot 1\,000$$

Kde:

V - objem odtoku [m³]

H_0 - odtoková výška [mm]

H_s - kumulativní srážková výška [mm]

I_a - počáteční ztráta [mm]

P - plocha povodí [km²]

Výpočet kulminačního průtoku

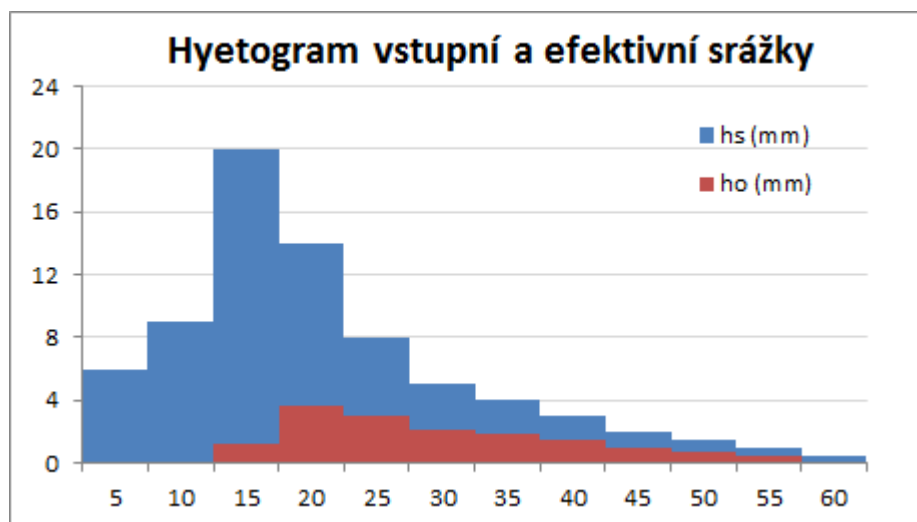
Pro zadaný hyetogram návrhové srážky je možné odvodit odtokovou vlnu (hydrogram odtoku). Výpočet probíhá ve dvou krocích:

a) Výpočet hyetogramu efektivní srážky = v každém časovém kroku určení části srážkových pulzů, které nebyly v povodí zadrženy a které se budou transformovat do odtokové vlny

b) Transformace pulzů efektivní srážky do odtokové odezvy

Výpočet hyetogramu efektivní srážky

V každém časovém kroku je vyčíslena kumulativní srážková výška H_s , z ní kumulativní počáteční ztráta I_a a poté kumulativní odtoková výška H_0 . Rozdílem kumulativních odtokových výšek H_0 ve vedlejších časových krocích jsou určeny pulzy efektivní srážky h_0 , které dohromady tvoří hyetogram efektivní srážky (viz obrázek).

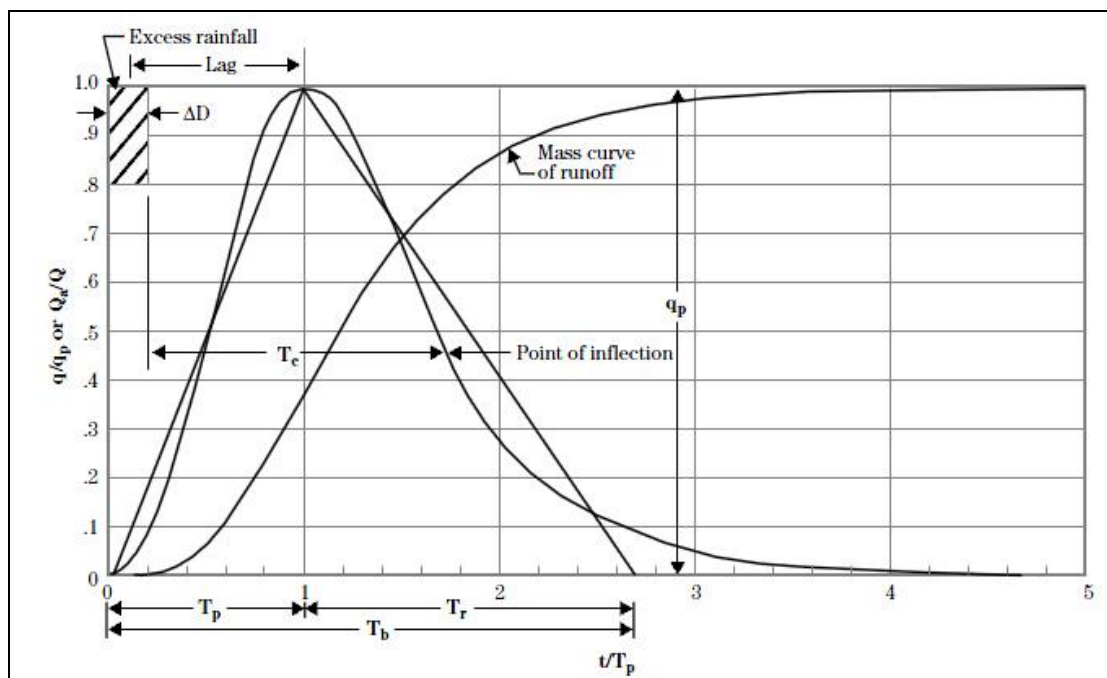


Průběh návrhové srážky (h_s) a efektivní srážky (h_o)

Transformace hyetogramu efektivní srážky do odtokové vlny

Do modelu Atlas HYDROLOGIE byla implementována metoda jednotkového hydrogramu dané doby trvání. Jednotkový hydrogram představuje odtokovou vlnu vyvolanou jednotkovým srážkovým pulzem (např. 1 mm) spadlým v definovaném časovém kroku.

Do modelu Atlas HYDROLOGIE byl použit tzv. bezrozměrný jednotkový hydrogram dle SCS, jehož tvar je definován relativními jednotkami na obou osách (viz obrázek).



Relativní jednotky pro odvození bezrozměrného jednotkového hydrogramu

Osa x je definována jako poměr aktuálního času vůči pevně zvolené době kulminace T_p , která je jediným parametrem křivky. Osa y je potom relativní podíl aktuálního průtoku vůči maximální hodnotě Q_p , která se dopočítává dle zákona zachování objemu z T_p .

Při praktickém výpočtu záleží na časovém kroku srážkového pulzu D (ten je v ATLAS - Hydrologie stanoven fixně na 5 minut) a na hodnotě T_p , době kulminace. Ta se určuje jako polovina časového kroku srážky plus tzv. doba zpoždění (posun kulminace oproti středu srážkového pulzu):

$$T_p = \frac{D}{2} + T_{LAG}$$

Doba zpoždění je v modelu stanovena z morfologických charakteristik povodí dle vztahu:

$$T_{LAG} = L^{0,8} \cdot \frac{(A + 1)^{0,7}}{1900 \cdot \sqrt{Y}}$$

kde

T_{LAG} - doba zpoždění [hod]

L - délka nejdelší odtokové dráhy [stopy]

Y - průměrný sklon povodí [%]

A - max. potenciální retence [palce]

Výsledná doba kulminace se pak zaokrouhlí na nejbližší násobek délky srážkového pulzu (násobek 5 minut).

Bezrozměrný jednotkový hydrogram je navržen tak, že doba poklesu je rovna čtyřnásobku doby kulminace, celková délka jednotkového hydrogramu je tedy:

$$T_{CELK} = 5 \cdot T_p$$

Kulminační průtok se stanoví ze vztahu:

$$Q_p = \frac{(H_0 \cdot P)}{(4,806 \cdot T_p)}$$

kde

H_0 - objem přímého odtoku (efektivní srážky) [mm]

P - plocha povodí [km²]

T_p - doba kulminace [hod]

Pro odvození jednotkového hydrogramu ze vzorce výše přitom uvažujeme pro konkrétní povodí jeden milimetr efektivní srážky a již konkrétní plochu povodí a vypočtenou dobu koncentrace povodí. Podle originální metodiky se následně získanými parametry Q_p a T_p přenásobí tabelované hodnoty pořadnic bezrozměrného hydrogramu, čímž se získá tabelovaná funkce Q (m³/s) v závislosti na t (hod). Nevýhodou tohoto přístupu je, že časový krok této tabelované funkce neodpovídá časovému kroku hydrogramu efektivní srážky a je nutné získané hodnoty interpolovat. Proto byla pro ATLAS Hydrologie použita aproximace průběhu originálního bezrozměrného hydrogramu gamma funkcí dle vztahu:

$$Q = Q_p \cdot \left[\frac{t}{T_p \cdot e \left(1 - \frac{t}{T_p}\right)} \right]^{3,7}$$

Takto určený jednotkový hydrogram je dále použit pro přenásobení každého efektivního srážkového pulzu s příslušným posunem. Součtem dílčích odezev na všechny efektivní srážkové pulzy je stanoven výsledný odtokový hydrogram. Maximální hodnota tohoto hydrogramu odpovídá kulminačnímu průtoky.

Vstupní data

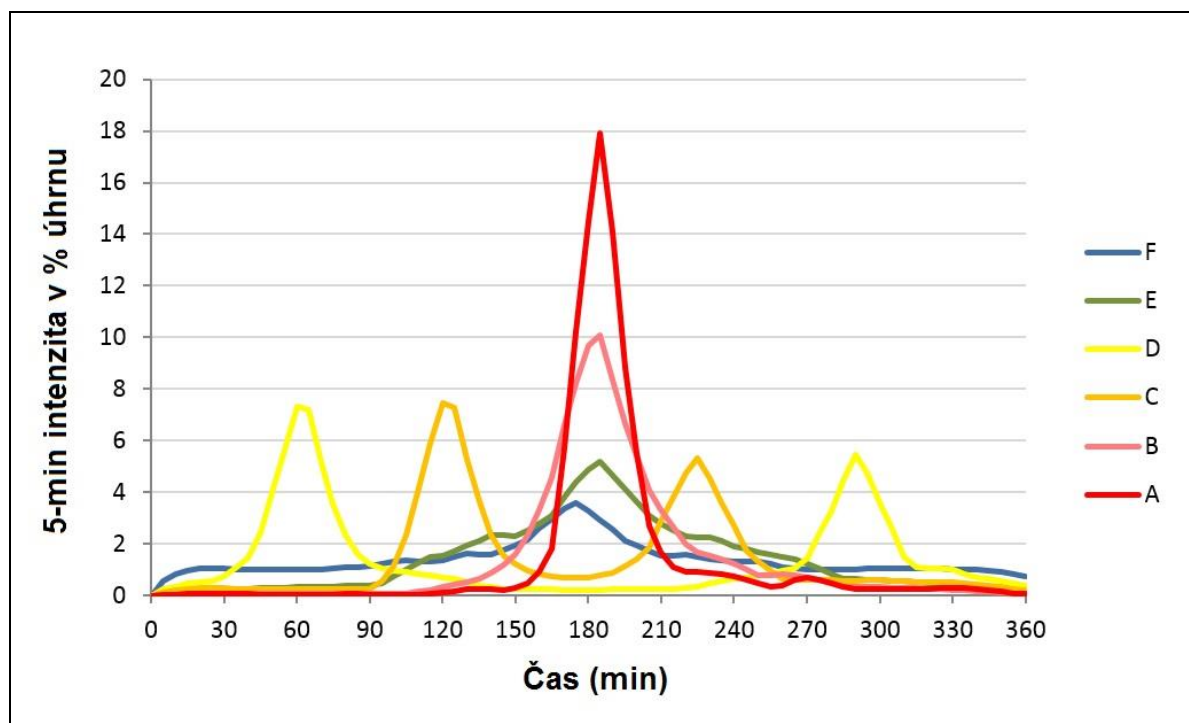
Základními vstupními daty pro metodu SCS-CN jsou vedle **hranice řešeného území** (většinou subpovodí daného technického prvku) **srážková data** a údaje o **hydrologických skupinách půd a využití území**.

Srážková data

Nezbytným vstupem pro hydrologický výpočet je zadání srážkového scénáře. Pro jeho specifikaci je nutné mít k dispozici dvě základní charakteristiky návrhového deště:

- srážkový úhrn
- časový průběh srážkové intenzity
 - vlastní průběh srážky
 - využití srážkového průběhu pro vybranou lokalitu s pomocí webové služby.

Hlavní výhodou modulu Atlas HYDROLOGIE je jeho napojení na *webovou geoprocessingovou službu*, která poskytuje průběhy 6-hodinových návrhových srážek ve formátu CSV pro libovolné zvolené území v rámci ČR, a to včetně pravděpodobnosti výskytu konkrétního průběhu srážky. To umožní snadnou a rychlou tvorbu nejvhodnějších a regionálně platných návrhových srážkových scénářů pro řešenou lokalitu v souladu s certifikovanou metodikou. Kromě toho je uživateli ponechána možnost specifikovat vlastní srážkový úhrn i průběh intenzit pro posouzení dalších možných scénářů. Při manuálním upravování stažených nebo vytváření nových průběhů srážek je důležité zachovat strukturu souboru CSV v takové formě, jak ji poskytuje webová služba.



Průběh šestihodinových syntetických hyetogramů uvedených v metodice krátkodobých srážek

Hydrologické skupiny půd

Pro tvorbu vrstvy hydrologických skupin půd (HSP) na zemědělské půdě je v modelu Atlas HYDROLOGIE podporován přímý import jednoho z hlavních datových zdrojů běžně dostupných v České republice - polygonů BPEJ, dostupných pomocí WFS služby (<http://rain.fsv.cvut.cz/webapp/webove-sluzby/ogc-wfs>). Alternativně je do modelu možné zadávat půdní data v podobě

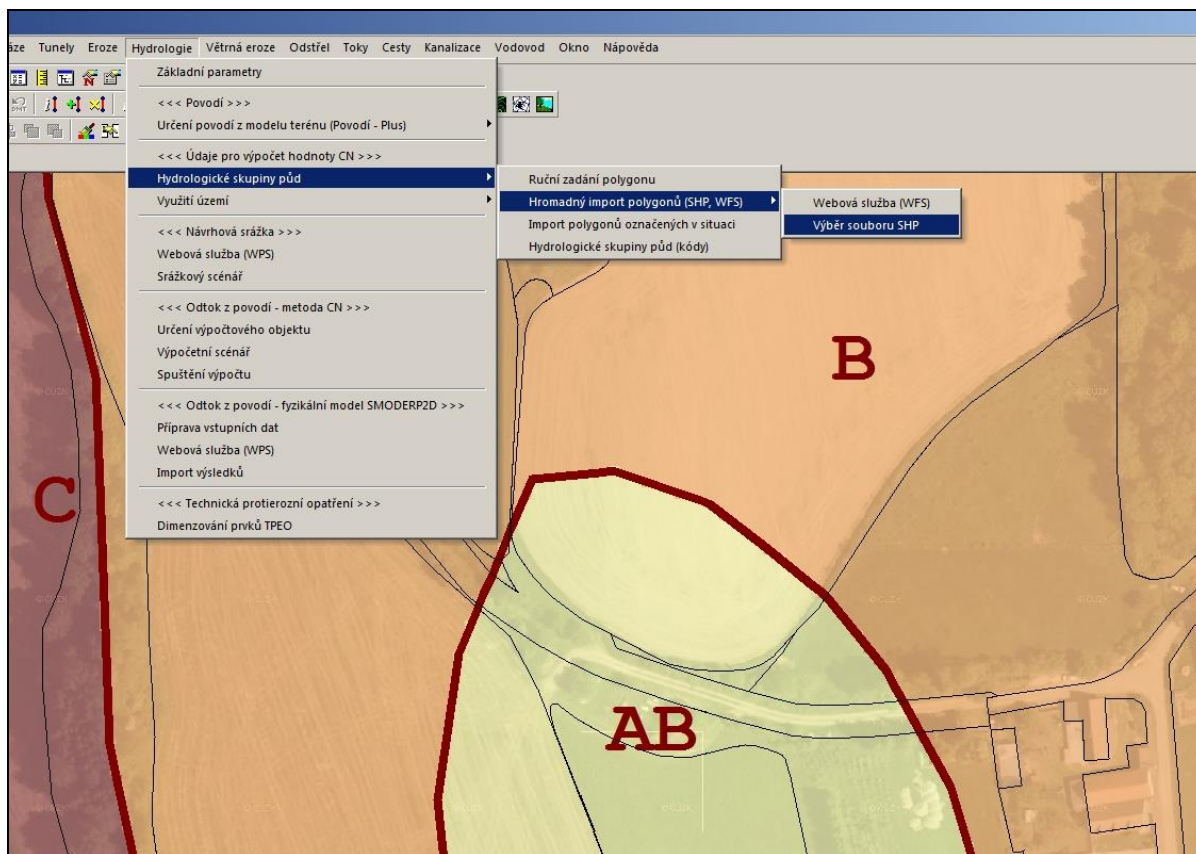
kódu Hlavní půdní jednotky (HPJ), která je částí kódu BPEJ. V obou případech jsou pro potřeby metody SCS-CN tato data převedena na třídy HSP. Převod mezi hodnotami HPJ a HSP odpovídá metodice a část převodního klíče je zobrazena v tabulce.

Protože uvedené datové zdroje prostorově pokrývají pouze zemědělskou půdu, je na uživateli ponechán způsob doplnění hydrologické skupiny na zbylých plochách tak, aby vznikla požadovaná bezešvá vrstva. Určení HSP na lesních půdách je značně komplexní problematika, kterou se mimo jiné zabývá výzkumný úkol TAČR TJ02000234. Aktuálně je stanovení HSP lesní půdy založeno na datech Lesních typů (LT) nebo hrubších Skupinách lesních typů (SLT) poskytovaných Ústavem pro hospodářskou úpravu lesa (ÚHÚL). Přibližně od poloviny roku 2021 by měla být online dostupná nová bezešvá mapa HSP, která vznikne v rámci zmíněného projektu a která uživatelům přístup k potřebným datům značně usnadní.

Kvůli problematice nekonzistentních mapových podkladů je velmi pravděpodobné, že i při kompilaci několika datových zdrojů zůstanou v půdních datech prázdné polygony. Pro tuto alternativu je umožněno uživateli aplikace Atlas HYDROLOGIE i přímé zadávání individuálních hodnot HSP a v případě opomenutých nedokryvů nebo pokud je třeba provést rychlý orientační výpočet, proběhne automatické doplnění chybějících dat výchozí hodnotou HSP, kterou uživatel může zohlednit průměrnou kvalitou půdních podmínek v daném území.

Ukázka převodní tabulky mezi hodnotou Hlavní půdní jednotky a Hydrologické půdní skupiny

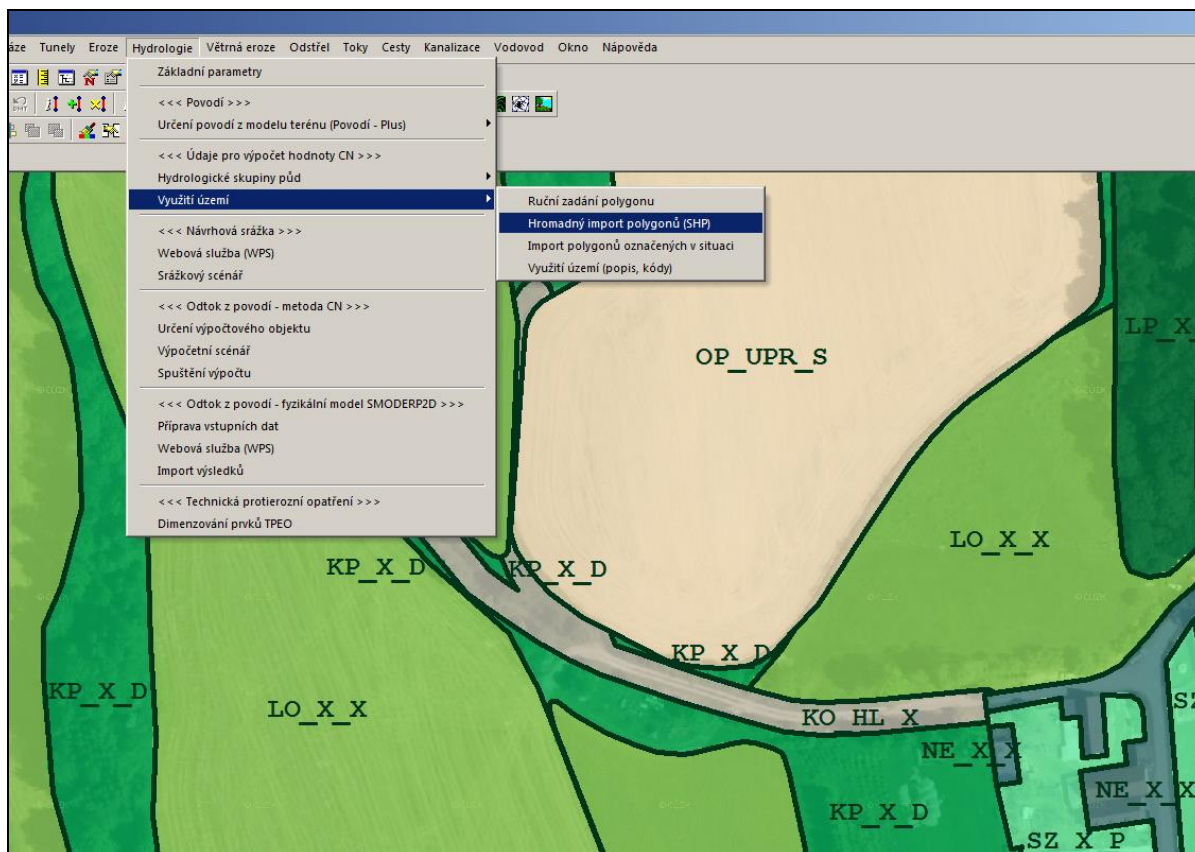
HPJ (2. a 3. č. BPEJ)	Hydrologická půdní skupina	HPJ (2. a 3. č. BPEJ)	Hydrologická půdní skupina
1	B	10	B
2	B	11	B
3	C	12	B
4	A	13	B
5	A	14	B
6	C	15	B
7	D	16	B
8	B	17	A
9	B	18	B
10	B	19	B



Zobrazení hydrologické půdní skupiny v prostředí Atlas

Využití území

Údaje o využití území jsou do modelu importovány ve formě polygonové datové vrstvy ve formátu *.shp. Data předpokládají podobu kategorií využití území, které vychází z originální metodiky SCS a byla modifikována přímo pro potřeby modelu. Tyto kategorie využití území zahrnují všechny základní typy využití území a půdního pokryvu v českých podmínkách, zároveň umožňují uživateli modelu zohlednit kvalitu půdního pokryvu (zejména porostů) a posoudit implementaci případných protierozních a půdoochranných opatření v rámci navrhování technických protierozních a protipovodňových opatření v krajině (tvorba různých scénářů využití území).



Využití území importované do prostředí Atlas

Pro přípravu datové vrstvy využití území je pro uživatele v manuálu programu připravena převodní tabulka mezi slovním popisem kategorií využití území či půdního pokryvu a písmennými kódy, které odpovídají požadavkům programu Atlas HYDROLOGIE. Písmenný kód je zpravidla tvořen třemi částmi oddělenými podtržítkem, kdy první část odpovídá hlavnímu způsobu využití území, druhá část upřesňuje stav porostu či použitou technologii hospodaření a poslední část specifikuje kvalitu porostu, resp. hydrologických podmínek pro zadržení srážkových vod. V prostředí Atlas jsou jednotlivé písmenné kategorie využití území převedeny na číselný kód. Převod mezi kategorií využití území, písmenným kódem a kódem modelu Atlas HYDROLOGIE je zobrazen v tabulce.

Převod mezi kategoriemi využití území a kódem pro model Atlas HYDROLOGIE

Kategorie využití území	Písmenný kód	Kód Atlas HYDROLOGIE
Úhor čemý	OP_U_X	1
Úhor, posklizňové zbytky, špatné hydrologické podmínky	OP_UPZ_S	2
Úhor, posklizňové zbytky, dobré hydrologické podmínky	OP_UPZ_D	3
Širokořádkové plodiny, přímé řádky, špatné hydrologické podmínky	OP_SPR_S	4
Širokořádkové plodiny, přímé řádky, dobré hydrologické podmínky	OP_SPR_D	5
Širokořádkové plodiny, přímé řádky, posklizňové zbytky, špatné hydrologické podmínky	OP_SPRPZ_S	6
Širokořádkové plodiny, přímé řádky, posklizňové zbytky, dobré hydrologické podmínky	OP_SPRPZ_D	7
Širokořádkové plodiny, vstevnicové řádky, špatné hydrologické podmínky	OP_SVR_S	8
Širokořádkové plodiny, vstevnicové řádky, dobré hydrologické podmínky	OP_SVR_D	9
Širokořádkové plodiny, vstevnicové řádky, posklizňové zbytky, špatné hydrologické podmínky	OP_SVRPZ_S	10
Širokořádkové plodiny, vstevnicové řádky, posklizňové zbytky, dobré hydrologické podmínky	OP_SVRPZ_D	11
Širokořádkové plodiny, vstevnicové řádky, terasové pěstování plodin, špatné hydrologické podmínky	OP_SVRTE_S	12
Širokořádkové plodiny, vstevnicové řádky, terasové pěstování plodin, dobré hydrologické podmínky	OP_SVRTE_D	13

V České republice bohužel v současnosti není poskytován datový zdroj, který by bylo možné přímou konverzí využít jako požadovaný vstup do modelu Atlas HYDROLOGIE. Tvorba této vrstvy je tedy ponechána na uživateli, přičemž jako vodítko pro klasifikaci polohopisných celků může sloužit právě výše uvedená

klasifikační tabulka. Jedním z možných zdrojů pro tvorbu vrstvy využití území je kombinace polohopisu ZABAGED a LPIS. Druhou možností je Porostová mapa.

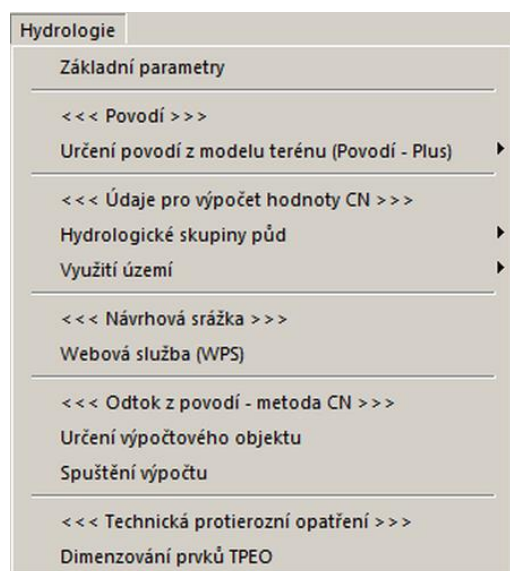
Literatura:

- 1) SCS. Urban hydrology for small watersheds. Washington, DC, 1986.
- 2) Kadlec a kol., Navrhování technických protierozních opatření, certifikovaná metodika, VÚMOP v.v.i., Praha 2014.

Postup výpočtu v jednotlivých krocích

1. Založení **nového dokumentu**, vložení **půdorysu** a **modelu terénu**.
2. Zadání základních vstupních parametrů – **výchozí hodnoty hydrologické skupiny půd, využití území a srážkového úhrnu**, nastavení **názevů složek** pro ukládání výstupů, volba **rozlišení** výstupních rastrů, další výchozí údaje pro výpočet CN.
3. Definování **hranice oblastí výpočtu** – standardně za pomoci funkce **Povodí-Plus**, případně ručním zadáním.
4. Vytvoření polygonové **vrstvy** hranic **hydrologických skupin půd**, pokud jsou příslušná data k dispozici – lze k tomu využít **webovou službu**.
5. Vytvoření polygonové **vrstvy** popisující plošně **využití území**.
6. **Import srážkových dat** pro danou lokalitu – **webová služba**, případně ruční zadání při dodržení struktury souboru CSV.
7. Určení **výpočtového objektu** odvozeného od hranice řešené oblasti a zadání jemu příslušné **nejdelší odtokové dráhy**.
8. **Spuštění výpočtu** a následná kontrola výsledků (**objem odtoku, kulminační porůok**).
9. **Kalkulátor** pro **dimenzování TPEO**, porovnání kapacitního objemu/kapacitního průtoku s návrhovými hodnotami získanými výše popsaným výpočtem.
10. Případné **zálohování** výstupního protokolu a **opakování výpočtu pro jinou variantu** (scénář).

S výše popsanými kroky, které uživatel v průběhu práce provádí, logicky koresponduje i pořadí jednotlivých položek **menu Hydrologie** a bude mu odpovídat i členění následujících kapitol tohoto manuálu.



Uživatel má ale samozřejmě současně k dispozici i ostatní nástroje, jež program Atlas DMT nabízí. Důležité jsou zejména ty, které se týkají práce s dokumentem, tvorbou digitálního modelu terénu a jeho vložení do situace. Aplikace také bohatě využívá možnosti objektové struktury a členění vytvářených prvků do hladin.


Vytvoření dokumentu a základy ovládání Atlas DMT

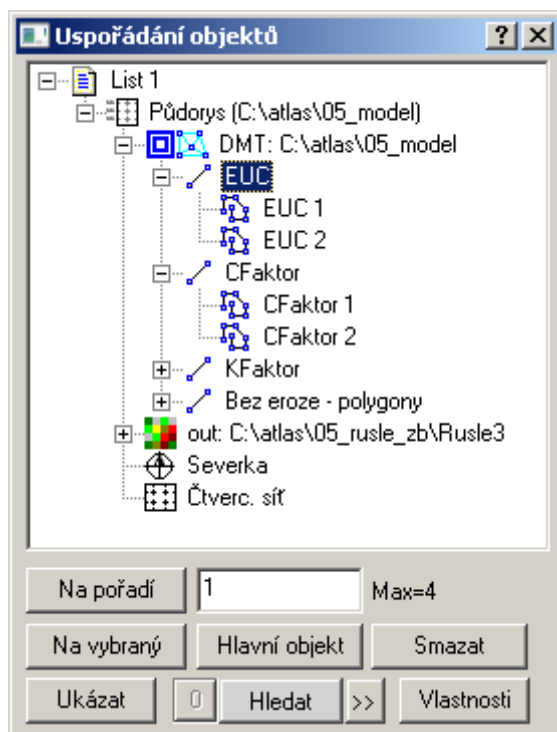
Doporučujeme prostudování kompletní dokumentace a **manuálu programu** (viz nápověda Atlas DMT // Popis programu). Pro nové uživatele, seznamující se pouze s modelem Atlas EROZE, zde zopakujeme základní principy ovládání a doplníme několik užitečných tipů.

Hlavním účelem programu *Atlas DMT* je tvorba, upravování digitálních modelů terénu (DMT) a vytváření grafických výstupů nad nimi. Jeho použití je však širší. V programu pracujeme s grafickými dokumenty (výkresy) obsahujícími vektorovou i rastrovou kresbu. Základním stavebním prvkem dokumentu je **objekt** (viz nápověda Atlas DMT // Objekty), který nese grafickou informaci.

Nejdříve založíme dokument pro půdorys. Zvolíme příkaz "*Nový dokument*" z menu "*Soubor*". V zobrazeném dialogu můžeme zvolit vhodný vzor, který zpravidla určuje pro nás vhodné vlastnosti listu, případně může obsahovat rozpisku ap. Kresbu lze dále doplnit o libovolný text. Ten vložíme z menu "*Objekty / Text*". Vzorovou rozpisku lze přenést z výkresu **rozpiska.aad**, který je standardně poskytován. Otevřeme ho příkazem "*Soubory / Otevřít dokument z archivu*", vybereme vhodnou rozpisku, pomocí příkazů *Kopírovat* a *Vložit s umístěním* z menu "*Úpravy*" ji přeneseme do našeho dokumentu a aktualizujeme její obsah.

Pro výpočet erozního smyvu nejprve musíme příkazem (*Půdorys /vložit půdorys*) **založit půdorys**, ve kterém proběhne výpočet a vykreslení výsledku. Pokud pracujeme s daným územím poprvé a máme k dispozici pouze vstupní výškopisná data ČÚZK, nebo jiných poskytovatelů, musíme nejprve provést **generaci modelu terénu**.

Užitečným nástrojem pro kontrolu pozice objektů, zajištění jejich správného umístění a nastavení jejich vlastností je dialog  **Uspořádání objektů** (*Objekty/uspořádání objektů*). (viz nápověda Atlas DMT // Dialog uspořádání objektů) Příklad správného uspořádání pro výpočet smyvu je naznačen na obrázku. V dialogu uspořádání objektů je rovněž možno snadno odstraňovat nepotřebné vrstvy ze zobrazení. Ve stromu jsou objekty při vkládání řazeny shora, a tedy **blíže objekty jsou umístěny níž**.



Vytvoření modelu terénu

Máme-li k dispozici model terénu ve formátu Atlas DMT, vložíme jej do založeného půdorysu příkazem (*DMT/vložit model terénu/Do existujícího půdorysu*). Pro vrstevnicová data (např. ZABAGED) lze generaci terénu provést přímo z dialogu (*DMT/vložit model terénu/Z dat Zabagedu*).

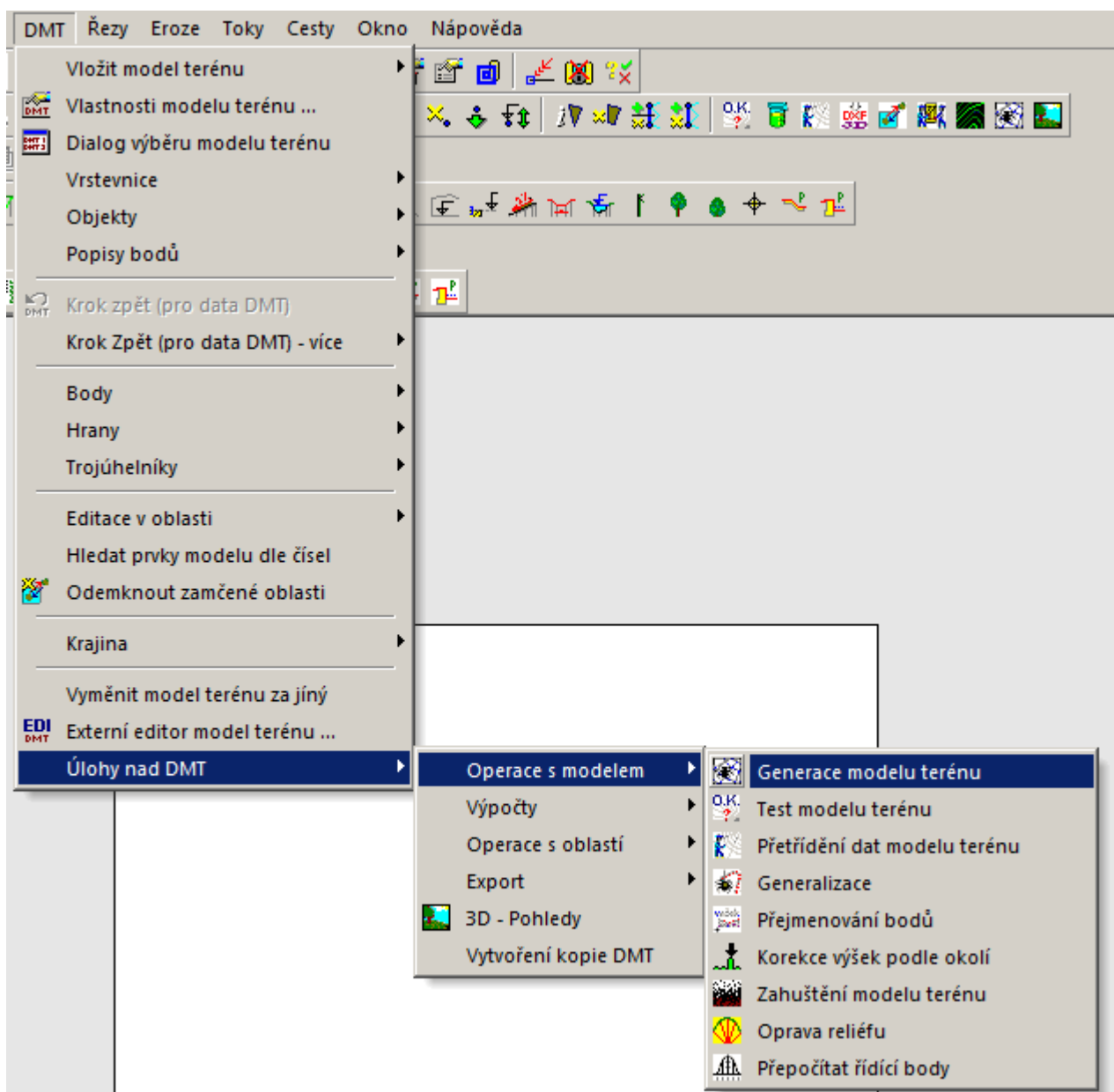
Všechny ostatní vstupní vrstvy musí být umístěny jako podobjekty **pod vybraným modelem terénu**. Podrobně je problematika modelů terénu popsána (viz nápověda Atlas DMT // úlohy nad DMT).

Generace modelu

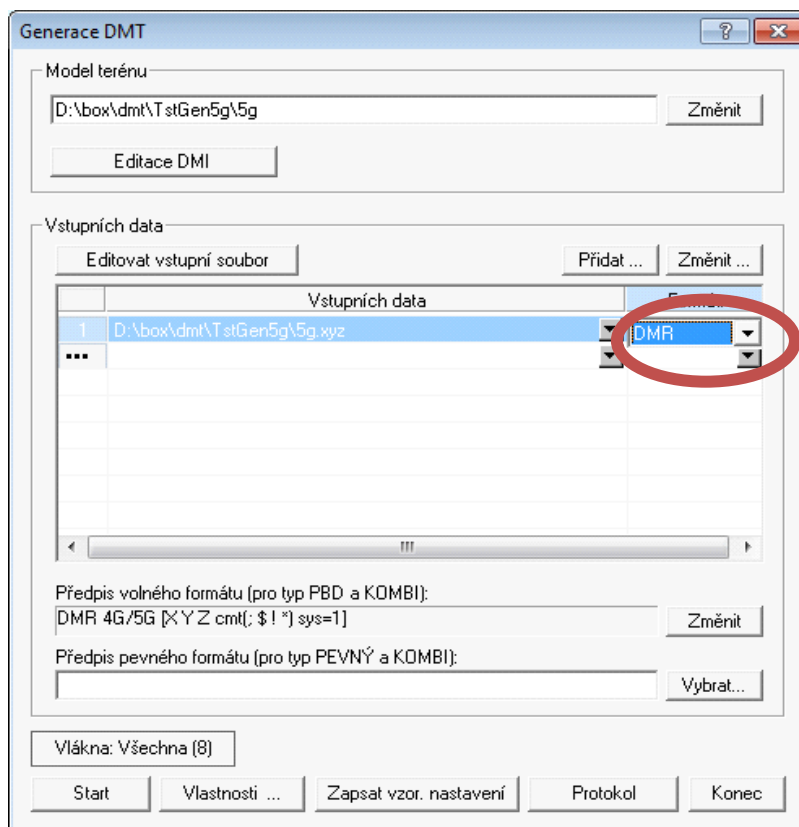
Vlastní model terénu je datově reprezentován skupinou diskových souborů se společným jménem a různými příponami (.bod, .bpr, .hrn, .trj, .rbo, a případně .dmi).

Model terénu je třeba nejprve vygenerovat (viz nápověda Atlas DMT // generace modelu terénu). V Atlasu existují dvě varianty vstupů, buď model generujeme ze souboru samostatných bodů XYZ (a to i pokud převádíme do výškopisu Atlasu rastrová data – ta musíme nejprve v jiném GIS exportovat do XYZ), nebo generujeme model z vrstevnic – přičemž Atlas DMT obsahuje speciální sadu nástrojů pro načítání dat ZABAGED a odstraňování jejich chyb (optimalizaci modelu – přerušení vrstevnic, ošetření vrcholů a sedel), viz (viz nápověda Atlas DMT // oprava reliéfu a // Vytvoření modelu terénu z dat Zabagedu).

Generace z textového souboru mračna bodů (XYZ)



Jsou-li vstupem soubory ČUZK DMR 5G nebo 4G, stačí v následném dialogu zvolit formát DMR a spustit generaci.



Generace modelu z vrstevnic ZABAGED

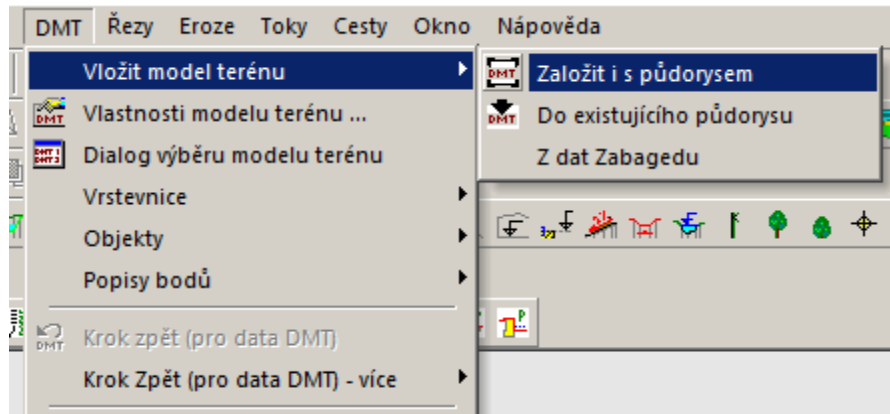
Tato operace je podstatně jednodušší, příslušný dialog je k dispozici již ve volbě DMT → Vložit model terénu → Z dat Zabagedu.

Je možno vkládat modely vrstevnicové typu DGN, nebo DXF, není třeba žádné nastavování, viz nápověda Atlas DMT // Vytvoření modelu terénu z dat Zabagedu.

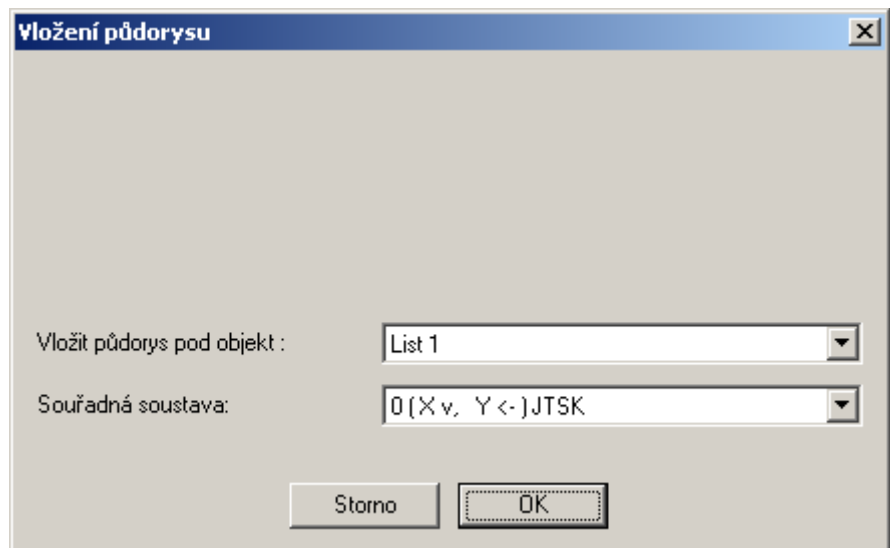
Poznámka pro uživatele ArcGIS: Pokud načítáme vrstevnicový model připravený v ArcGIS (např. oříznutý ZABAGED a spojený z více listů, nebo jinak editovaný) a chceme využít optimalizační funkce pro vrstevnice, musíme v ArcGIS nejprve převést vrstevnicový model do 3D feature (funkce Feature To 3D By Attribute), ten poté exportovat do DXF (funkce Export to CAD, volba DXF R14).

Vložení modelu s půdorysem

Po vygenerování modelu terénu jej načteme do programu Atlas:



Optimální volbou je souřadná soustava 0.



VARIANTOU JE VYTVOŘENÍ A NAČTENÍ MODELU TERÉNU Z DAT ZABAGED PŘÍMO, ANIŽ BY BYLO NUTNÉ SAMOSTATNĚ SPUSTIT JHO GENERACI. TATO VOLBA JE POPSÁNA VÝŠE.

Informace o modelech terénu

Model Atlas EROZE je schopen pracovat se všemi standardně dostupnými modely terénu, nebo s modely vytvořenými vlastním zaměřením. Lze importovat data pořízená laserovým skenováním, vrstevnicové modely i rastrové modely. Atlas EROZE je optimalizován pro nejpodrobnější data, jeho potenciál je proto plně využit např. v případě využití digitálního modelu území DMR 5G. Zde jsou pro zájemce o testování nebo stažení modelů základní informace převzaté z detailních metadat ze stránek poskytovatele níže uvedených modelů – ČÚZK.

DMR 5G

Abstrakt: Digitální model reliéfu České republiky 5. generace (DMR 5G) představuje zobrazení přirozeného nebo lidskou činností upraveného zemského povrchu v digitálním tvaru ve formě výšek diskretních bodů v nepravidelné trojúhelníkové síti (TIN) bodů o souřadnicích X,Y,H, kde H reprezentuje nadmořskou výšku ve výškovém referenčním systému Balt po vyrovnání (Bpv) s úplnou střední chybou výšky 0,18 m v odkrytém terénu a 0,3 m v zalesněném terénu. Model vznikl z dat pořízených metodou leteckého laserového skenování výškopisu území České republiky v letech 2009 až 2013. DMR 5G je určen k analýzám terénních poměrů lokálního charakteru a rozsahu, např. při projektování pozemkových úprav, plánování a projektování dopravních,

vodohospodářských a pozemních staveb, modelování přírodních jevů lokálního charakteru, apod. DMR 5G je základní zdrojovou databází pro tvorbu vrstevnic určených pro mapy velkých měřítek a počítačové vizualizace výškopisu v územně orientovaných informačních systémech vysoké úrovně podrobnosti.

Jednotky distribuce: mapový list SM 5 (2,5x2 km)

Velikost přenosové jednotky v MB: 20

Online: http://geoportal.cuzk.cz/UKAZKOVA_DATA/VYSKOPIS.zip

Odkaz: <http://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec>

DMR 4G

Abstrakt: Digitální model reliefu České republiky 4. generace (DMR 4G) představuje zobrazení přirozeného nebo lidskou činností upraveného zemského povrchu v digitálním tvaru ve formě výšek diskrétních bodů v pravidelné síti (5 x 5 m) bodů o souřadnicích X,Y,H, kde H reprezentuje nadmořskou výšku ve výškovém referenčním systému Balt po vyrovnání (Bpv) s úplnou střední chybou výšky 0,3 m v odkrytém terénu a 1 m v zalesněném terénu. Model vznikl z dat pořízených metodou leteckého laserového skenování výškopisu území České republiky v letech 2009 až 2013. DMR 4G je určen k analýzám terénních poměrů regionálního charakteru a rozsahu, např. při projektování rozsáhlých dopravních a vodohospodářských záměrů, modelování přírodních jevů, apod.

Jednotky distribuce: mapový list SM 5 (2,5x2 km)

Velikost přenosové jednotky v MB: 10

Online: http://geoportal.cuzk.cz/UKAZKOVA_DATA/VYSKOPIS.zip

Odkaz: <http://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec>

ZABAGED VRSTEVNICE 3D

Abstrakt: Základní báze geografických dat České republiky (ZABAGED®) je digitální geografický model území České republiky (ČR). Výškopisnou část ZABAGED® tvoří 3 typy objektů vrstevnic se základním intervalem 5, 2, nebo 1 m v závislosti na charakteru terénu. Obsah datové sady ZABAGED® - výškopis - 3D vrstevnice je doplněn vybranými dalšími výškopisnými prvky – klasifikovanými hranami a body, které byly vyhodnoceny stereofotogrammetrickou metodou při zpřesňování vrstevnicového výškopisu a jsou uživateli nabízeny k případnému dalšímu využití. Všechny objekty jsou reprezentovány trojrozměrnou vektorovou prostorovou složkou.

Jednotky distribuce: mapový list ZM 10 (18 km²)

Velikost přenosové jednotky v MB: 10

Online: <http://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/?wmcid=553>

Odkaz: http://geoportal.cuzk.cz/UKAZKOVA_DATA/ZABAGED_VYS.zip

Odkaz: <http://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec>

Základní parametry

Základní parametry, s nimiž uživatel v daném projektu pracuje, jsou vázány na model terénu, který slouží jako podklad pro řešení (dále označován jako *výpočtový model terénu*). Jejich přednastavené hodnoty lze měnit a pro pozdější použití ukládat v právě popisovaném dialogovém okně. Odkaz na tento dialog se nachází na první řádce menu **Hydrologie**.

The screenshot shows a dialog box titled "Hydrologie - základní parametry". It is organized into three main sections:

- Vstup:** Contains two input fields with spinners. "Hydr. skupina půd (glob.):" is set to 2. "Využití území (glob.):" is set to 20.
- Výstup:** Contains two text boxes and two "Změnit" buttons. The first text box is "Cesta a jméno základních výstupních souborů:" with the value "C:\Atl_Hydro_data\Teren_m_HYCOMP\Teren_m_HYCOMP". The second text box is "Adresář s doplňkovými výstupy:" with the value "C:\Atl_Hydro_data\Teren_m_HYCOMP\Extra\". Below these is a spinner for "Rozlišení výstupních rastrů:" set to 5.000.
- Nastavení výpočtů:** Contains several checkboxes and a spinner. "Index předchozích srážek:" has three options: "IPS 1" (unchecked), "IPS 2" (checked), and "IPS 3" (checked). "Zadat pouze úhrn srážky (Hs):" is unchecked. "Koeficient Lambda (počáteční ztráta):" is set to 0.200.

At the bottom of the dialog are "Storno" and "OK" buttons.

Úvodní skupina parametrů se týká výchozích hodnot **vstupních** plošných údajů, jež jsou globálně použity na celém řešeném území, pokud není detailními vstupy určeno jinak.

- **Hydr. skupina půd (glob.)** – Představuje kódové číslo hydrologické skupiny půd (používané interně v modulu Atlas HYDROLOGIE). Odkaz na tabulku kódů je k dispozici v menu *Hydrologie/Hydrologické skupiny půd*.
- **Využití území (glob.)** – Představuje interní kódové číslo využití území (Land Use). Odkaz na tabulku kódů je k dispozici v menu *Hydrologie/Využití území*.

Další údaje se vážou k **výstupům**.

- **Cesta a jméno základních výstupních souborů** – programem automaticky přednastavený název je odvozen z názvu *výpočtového modelu terénu*. Definuje podsložku složky obsahující *výpočtový model*, jejíž název je vytvořen přidáním textového řetězce `_HYCOMP` k názvu *výpočtového modelu*. Jméno základních výstupů, které se mají do této složky ukládat, vzniklo analogicky opět ze jména *výpočtového modelu terénu* a textového řetězce `_HYCOMP`. Tento automaticky vytvořený název může uživatel dle svého uvážení, *avšak s ohledem na přehlednost*, při řešení více variant měnit. Základními výstupy jsou rastrový model středních hodnot CN2 a protokol ve formátu MS Excel, jehož název je ještě rozšířen textovými identifikátory konkretizujícími daný výpočetní scénář. Do *složky základních výstupů* se kromě toho ukládají *soubory získané pomocí webových služeb*.

- **Adresář s doplňkovými výstupy** – automaticky nastavený název zavádí podsložku „Extra“ adresáře základních výstupů. Ukládají se do ní pracovní rastrové soubory, např. hydrologické skupiny půd (s rozlišujícím textovým řetězcem Hy_S) nebo využití území (s rozlišujícím textovým řetězcem La_U).
- **Rozlišení výstupních rastrů** – Je to důležitý parametr, který určuje podrobnost výstupních map (hodnota rozlišení znamená velikost hrany pixelu v metrech).

Poslední skupina parametrů definuje některá **nastavení výpočtů**.

- **Index předchozích srážek** – Výpočet se provádí vždy pro střední stupeň předchozího nasycení srážkami. Volitelné jsou pak varianty podprůměrného (IPS 1) a nadprůměrného (IPS 3) nasycení.
- **Zadat pouze úhrn srážky (Hs)** – Jestliže je aktivní tato volba, výpočet po spuštění proběhne pouze ve zjednodušené podobě. Protože není k dispozici časový průběh srážky, nelze vypočítat ani průběh odtoku a jeho kulminaci. Výstup výpočtu se pak zobrazí pouze formou tabulky na obrazovce.
- **Koeficient Lambda (počáteční ztráta)** – Zohlednění počáteční ztráty vlivem intercepce, pomalé infiltrace do spodních vod a zadržením vody v povrchových depresích. Hodnota koeficientu se pohybuje v rozmezí 0 – 0.3.

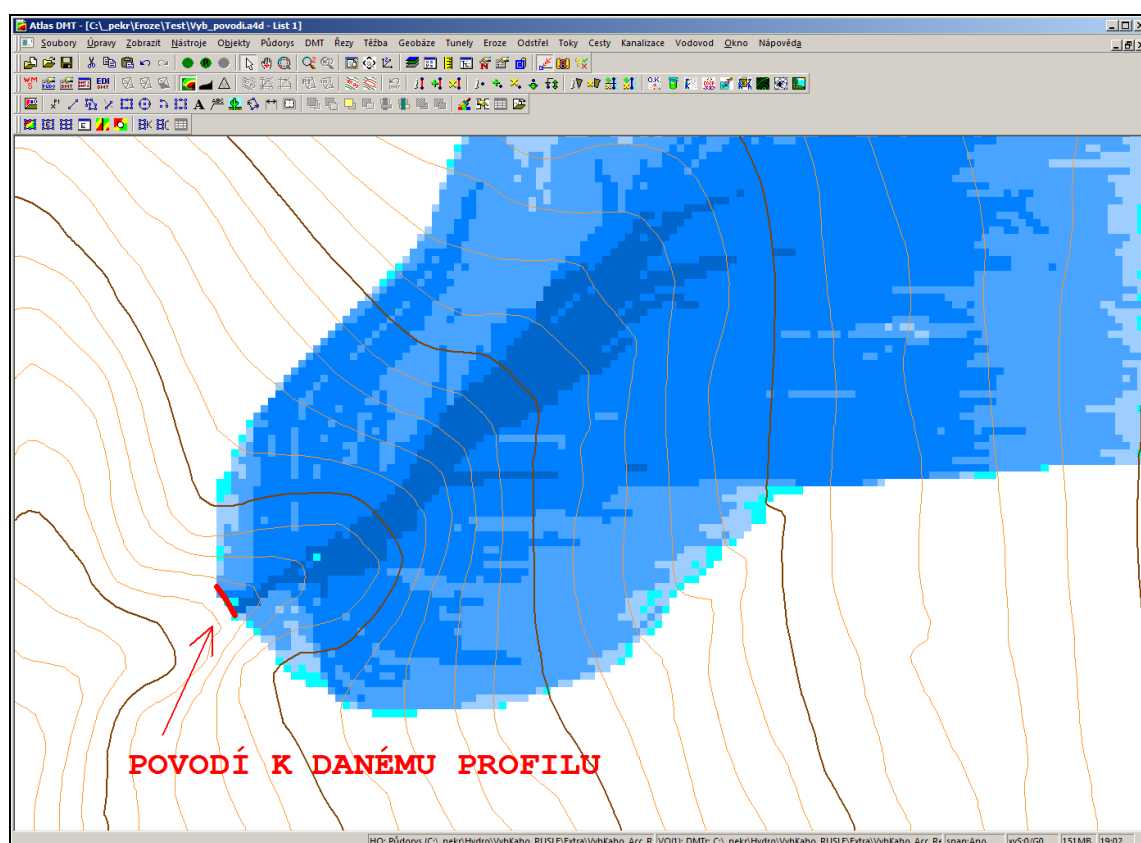
Povodí

Určení velikosti řešeného území se v modulu Atlas HYDROLOGIE provádí standardně za pomoci funkce Povodí – Plus, jež je i součástí modulu Atlas EROZE. Vzhledem k četnosti jejího použití v této aplikaci byla integrována také do menu **Hydrologie**.

Určení povodí z modelu terénu (Povodí – Plus)




Popis objektu

Objekt "**Povodí – Plus**" má v modelu terénu znázornit oblast, z níž se teoreticky koncentruje povrchový odtok do zvoleného závěrného profilu. Plocha povodí je v tomto případě odvozena z pracovního rastrového modelu akumulace odtoku, který v průběhu výpočtu vznikne na základě registrování počtu "kapek" (spádnic) přetínajících daný závěrný profil. V novém objektu povodí je pro určení spádnic využito algoritmu, který eliminuje omezující vliv lokálních depresí povrchu terénu na postup "kapky" po modelovaném svahu.



Vložení do výkresu

Volby spojené s definováním objektu a spuštěním výpočtu se nacházejí v menu *Hydrologie /Určení povodí z modelu terénu (Povodí – Plus)*.

Pokud má uživatel k dispozici modul Atlas EROZE, jsou na liště nástrojů pro urychlení práce k dispozici také příslušné ikony -  (Závěrný profil),  (Vymezení oblasti) a  (Výpočet).

Závěrný profil

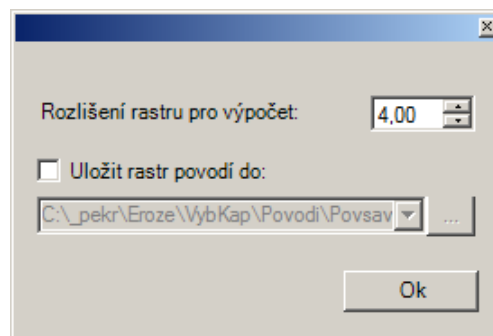
Závěrný profil se nad vybraným modelem terénu zadává jako polygon. Obecně je tedy reprezentován lomenou linií, jež je většinou umístěna ve zvoleném profilu údolí, k němuž chceme stanovit velikost příslušného povodí (oblasti teoreticky odvodňované do tohoto profilu).

Vymezení oblasti

Za účelem zrychlení výpočtu uživatel na základě vlastního vizuálního posouzení situace předem definuje přibližnou oblast, kterou bude povodí pravděpodobně pokrývat. Tato oblast, která se zadává jako uzavřený polygon, by měla mít vhodně zvolený (ne příliš velký) plošný přesah předpokládaného povodí, což má význam zejména u modelů terénu znázorňujících rozsáhlá území nebo u modelů s velkou hustotou bodů, protože se tím eliminuje množství zbytečně prováděných početních operací v místech, která evidentně do oblasti povodí nespádají. Jako grafické vodítko může při určení této oblasti posloužit zobrazení objektu "Kapky v rastru". Polygon definující oblast musí ležet uvnitř aktivní plochy modelu terénu (nesmí přetínat jeho vnější hranici nebo zasahovat do obalových trojúhelníků). Objekt "**Vymezení oblasti**" není ve struktuře grafického dokumentu nijak navázán na konkrétní "Závěrný profil" (před spuštěním výpočtu musí pouze být s příslušným "Závěrným profilem" současně vybrán), a tak jej lze po odpovídajících úpravách tvaru a umístění použít při vyhodnocování jiného povodí.

Výpočet

K zahájení vlastního výpočtu je třeba ve výkresu vybrat "Závěrný profil", za pomoci tlačítka "Ctrl" k němu přivybrat příslušný objekt "Vymezení oblasti" a v menu zvolit "Výpočet".



V dialogu, jenž následuje, uživatel zadá rozlišení (velikost buňky) pracovního rastrového modelu akumulace odtoku, který v průběhu výpočtu vzniká a z něhož je hranice povodí odvozena. Je zde také možné zvolit název a umístění kopie pracovního modelu, pokud má být tento model později nějak využit.

Obvod pracovního rastru představující hranici povodí se na konci výpočtu převádí na vektorový uzavřený polygon. Pro vytvořený objekt polygonu jsou pak k dispozici všechny způsoby zobrazení (typy čar, plošné výplně) a další údaje (plocha, průměrný sklon), jež program ATLAS DMT u tohoto druhu objektu nabízí. Jestliže uživatel nevyužije možnosti uchovat kopii pracovního rastrového modelu, je tento model po skončení výpočtu definitivně zrušen.

Vypočtená hranice povodí je v rámci objektu "Povodí-Plus" uložena pod příslušný "Závěrný profil" jako polygonový podobjekt "Plocha povodí", a lze ji tudíž využít jako standardní vstup pro definování *výpočtového objektu* modulu HYDROLOGIE.

Hydrologické skupiny půd

Jestliže se půdní vlastnosti na zájmovém území mění v závislosti na poloze, nevystačí uživatel s výchozí globální hodnotou zadanou v *základních parametrech*. Do situace je pak třeba pod *výpočtový model terénu* vložit objekt polygonové vrstvy hydrologických skupin půd. Uživatel má k dispozici tři možnosti vložení polygonů do této vrstvy: *Ruční zadání polygonu*, *Hromadný import polygonů (SHP, WFS)*, *Import polygonů označených v situaci*. Vznikne při tom objekt **Hy_S**, jehož podobjekty jsou pak jednotlivé polygony popisující vlastnosti půd. Zmíněné objekty mají své databázové atributy, jimiž jsou název objektu a kód příslušné hydrologické skupiny. K těmto atributům je možno přistupovat přes kontextové menu objektů. Objektům polygonů a jejich textovému popisu jsou kromě toho přiřčeny samostatné hladiny.

Ruční zadání polygonu

Základní variantou vytvoření objektu Hy_S je jeho manuální zakres do modelu. Po ukončení editace pravým tlačítkem myši je uživateli nabídnuta možnost upravit hodnotu příslušného kódu v databázové tabulce (řádek právě editovaného polygonu je označen a předvybrán). Hodnota je programem předvyplněna dle *základních parametrů*. Zápis je potvrzen tlačítkem OK.

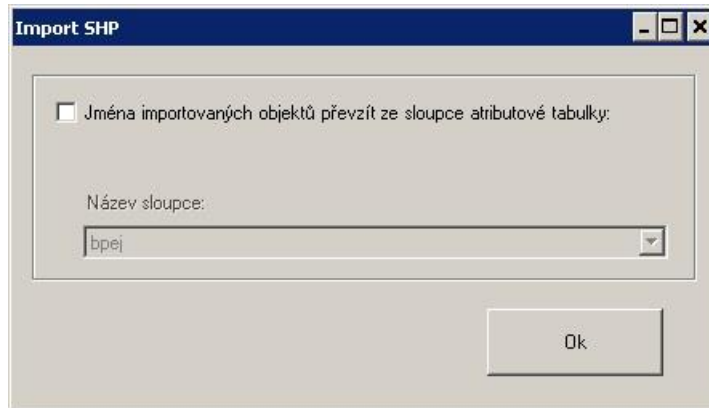
Hromadný import polygonů (SHP, WFS)

Webová služba WFS

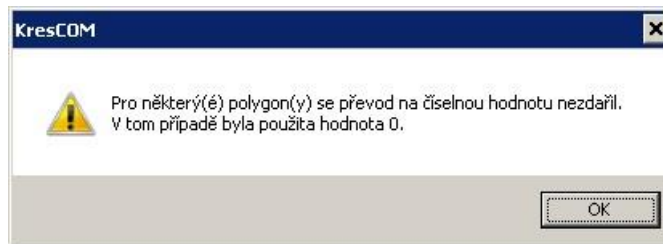
Vzhledem k vazbě mezi hydrologickými skupinami půd a jednotkami BPEJ, resp. hlavními půdními jednotkami (HPJ), je v modulu Atlas HYDROLOGIE možné využít službu WFS (Web Feature Service), dostupnou na serveru *rain.fsv.cvut.cz*. K tomu je třeba mít v situaci předem připraven klepnutím vybraný objekt "Polygonu v modelové souřadné soustavě", definující oblast zájmu. Následným klepnutím na položku menu (Webová služba WFS) začne probíhat stahování dat ze zmíněného serveru pro dané území. Pokud operace proběhne bezchybně, je do *adresáře základních výstupních souborů* uložen soubor SHP (ESRI shapefile) a uživatel je o tom informován. Formou dialogu (po zjištění struktury souboru SHP) pak následuje dotaz, z jakého sloupce a jaký druh vstupu uživatel požaduje (např.: Název sloupce: *bpej*, Druh vstupu: *Kód BPEJ*).

The screenshot shows a dialog box with a title bar containing standard window controls. The main text reads: "Vyberte sloupec a druh vstupu, který vybraný sloupec obsahuje." Below this text are two dropdown menus. The first is labeled "Název sloupce:" and has "bpej" selected. The second is labeled "Druh vstupu:" and has "Kód BPEJ" selected. At the bottom of the dialog are two buttons: "Storno" and "Ok".

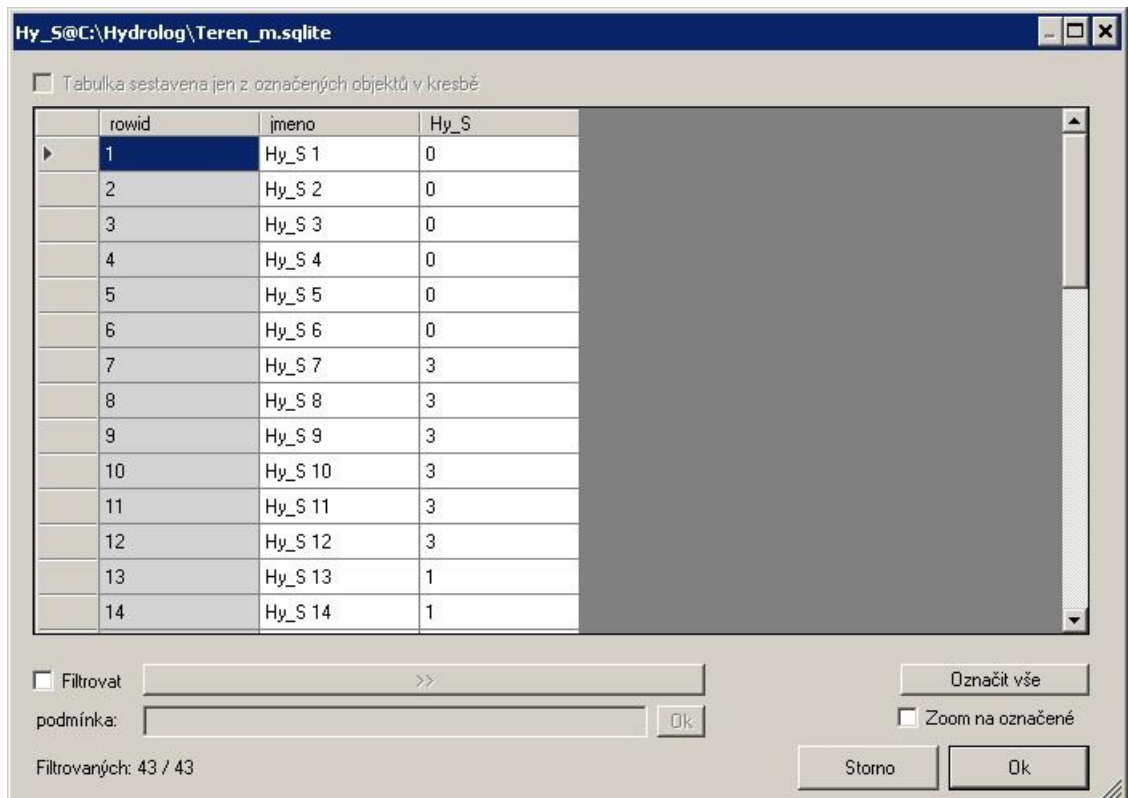
Uživatel dále specifikuje, zda bude pro pojmenování importovaných objektů použit vybraný sloupec atributové tabulky (jinak bude pojmenování provedeno automaticky kombinací přiřazeného textového řetězce a pořadového čísla).



Po těchto volbách dojde k převodu jednotek (BPEJ, HPJ) na interní kódy modulu Atlas HYDROLOGIE. Pokud jsou importovány polygony s hodnotami, pro které není definován převod na interní kód, je jim přiřazen kód rovný nule, i s příslušným upozorněním na obrazovce.



Polygony se pak vykreslí v situaci a otevře se dialogové okno s příslušnou databázovou atributovou tabulkou, v níž lze importované kódy případně dále editovat.



Výběr souboru SHP

Pokud má uživatel k dispozici soubor SHP (ESRI shapefile) zachycující pokrytí daného území jednotkami BPEJ, HPJ, případně přímo interními kódy modulu Atlas HYDROLOGIE, vybere ho standardním způsobem. Další postup je obdobný se situací popsanou v předchozí kapitole, kdy soubor SHP byl získán pomocí webové služby WFS, včetně všech souvisejících dialogových oken.

Import polygonů označených v situaci

Zbývající variantou vstupu je import existujících "Polygonů v modelové souřadné soustavě", převzatých např. z předchozího projektu, nebo ze zákresu vytvořeného pro jiný účel. Jedná se vždy o označené objekty z právě otevřeného půdorysu. Polygonům je, obdobně jako v případě ručního zadání, programem automaticky přiřazena výchozí hodnota kódu hydrologické skupiny půd dle *základních parametrů* a současně nabídnuta možnost úpravy v otevřené databázové tabulce.

Upozornění: Objekty takto importované nemohou být jiného typu (úsečka, obdélník, ...). Aby z nich mohl být vytvořen objekt Hy_S, musí být vždy typu "Polygon".

Hydrologické skupiny půd (kódy)

Důležitý a pro funkci aplikace nezbytný vztah mezi jednotkami BPEJ, označením hydrologických skupin půd, používaným v praxi, a interními kódy modulu Atlas HYDROLOGIE zachycuje tabulka, jejíž otevření je možné pomocí příslušné položky menu.

Využití území

Jak již bylo výše uvedeno, je tvorba této vrstvy ponechána na uživateli, neboť v České republice v současnosti není poskytován ucelený datový zdroj, který by bylo možné přímou konverzí využít jako vstup do modelu Atlas HYDROLOGIE. Stejně jako u půdních vlastností se jedná o plošně distribuovanou vrstvu, a tak ani zde uživatel nevystačí s výchozí globální hodnotou zadanou v *základních parametrech*. Má tak k dispozici tři možnosti, jak pod *výpočtový model terénu* vložit prvky objektu polygonové vrstvy využití území (Land Use): *Ruční zadání polygonu*, *Hromadný import polygonů (SHP)*, *Import polygonů označených v situaci*. Při tom vznikne objekt **La_U**, jehož podobjektů jsou jednotlivé polygony popisující využití území. Zmíněné objekty mají své databázové atributy, jimiž jsou název objektu a příslušný kód využití území. K těmto atributům je možno přistupovat přes kontextové menu objektů. Objektům polygonů a jejich textovému popisu jsou kromě toho opět přiřčeny samostatné hladiny. Vstup údajů je formálně stejný jako u hydrologických skupin půd.

Ruční zadání polygonu

Základní variantou vytvoření objektu La_U je jeho manuální zakres do modelu. Po ukončení editace pravým tlačítkem myši je uživateli nabídnuta možnost upravit hodnotu příslušného kódu v databázové tabulce (řádek právě editovaného polygonu je označen a předvybrán). Hodnota je programem předvyplněna dle *základních parametrů*. Zápis je potvrzen tlačítkem OK.

Hromadný import polygonů (SHP)

Pokud má uživatel k dispozici soubor SHP (ESRI shapefile) zachycující pokrytí dané oblasti interními kódy využití území používanými v modulu Atlas HYDROLOGIE, vybere ho standardním způsobem a další postup je obdobný jako v případě hydrologických skupin půd, včetně všech souvisejících dialogových oken.

Import polygonů označených v situaci

Třetí možností vstupu je import existujících "Polygonů v modelové souřadné soustavě", převzatých např. z předchozího projektu, nebo ze zakresu vytvořeného pro jiný účel. Jedná se vždy o označené objekty z právě otevřeného půdorysu. Polygonům je, obdobně jako v případě ručního zadání, programem automaticky přiřazena výchozí hodnota kódu využití území dle *základních parametrů* a současně nabídnuta možnost úpravy v otevřené databázové tabulce.

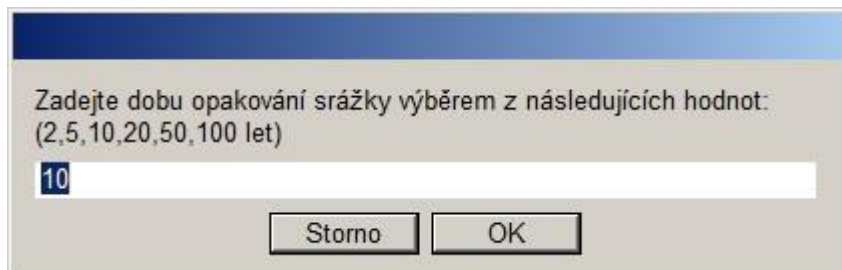
Upozornění: *Objekty takto importované nemohou být jiného typu (úsečka, obdélník, ...). Aby z nich mohl být vytvořen objekt La_U, musí být vždy typu "Polygon".*

Využití území (popis, kódy)

Převod mezi slovním popisem kategorií využití území, odpovídajícím písmenným kódem a kódem modelu Atlas HYDROLOGIE je zachycen v tabulce, jež je dostupná pod příslušnou položkou menu. Tato tabulka je navíc rozšířena o vztah mezi hydrologickou skupinou půdy, kategorií využití území a číslem CN.

Návrhová srážka – Webová služba (WPS)

K získání průběhu návrhové srážky je v modulu Atlas HYDROLOGIE využita služba WPS (Web Processing Service), dostupná na serveru *rain.fsv.cvut.cz*. Předem je třeba mít v situaci připraven klepnutím vybraný objekt "Polygonu v modelové souřadné soustavě", který určuje rozsah území a jeho polohu v rámci České republiky. Po zvolení položky menu (Webová služba WPS) se otevře dialogové okno, jehož prostřednictvím je uživatel vybídnut k zadání doby opakování srážky výběrem ze zobrazených hodnot.

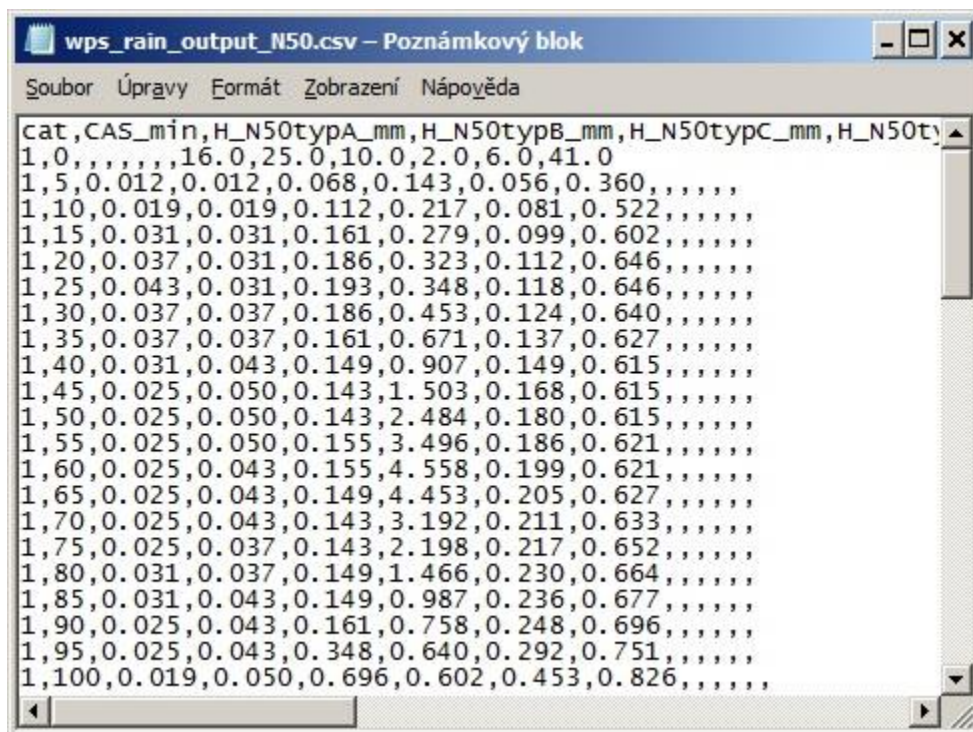


Zadejte dobu opakování srážky výběrem z následujících hodnot:
(2,5,10,20,50,100 let)

10

Storno OK

Následuje stažení dat ze zmíněného serveru pro danou oblast, určenou polygonem. Pokud operace proběhne bezchybně, je do složky *základních výstupních souborů* uložen soubor CSV a uživatel je o tom informován. Standardní jméno souboru je **wps_rain_output_Nx.csv**, kde x znamená zvolenou dobu opakování. V tomto textovém souboru jsou zaznamenány průběhy šestihodinových srážek šesti základních tvarů (typy A, B, C, D, E, F) s různou pravděpodobností výskytu a stejným celkovým úhrnem. Pokud by uživatel potřeboval definovat vlastní průběh návrhových srážek, je třeba dodržet právě tento formát, který poskytuje webová služba.



wps_rain_output_N50.csv – Poznámkový blok

Soubor Úpravy Formát Zobrazení Nápověda

```
cat,CAS_min,H_N50typA_mm,H_N50typB_mm,H_N50typC_mm,H_N50typD_mm,H_N50typE_mm,H_N50typF_mm
1,0,,,,,16.0,25.0,10.0,2.0,6.0,41.0
1,5,0.012,0.012,0.068,0.143,0.056,0.360,,,,,
1,10,0.019,0.019,0.112,0.217,0.081,0.522,,,,,
1,15,0.031,0.031,0.161,0.279,0.099,0.602,,,,,
1,20,0.037,0.031,0.186,0.323,0.112,0.646,,,,,
1,25,0.043,0.031,0.193,0.348,0.118,0.646,,,,,
1,30,0.037,0.037,0.186,0.453,0.124,0.640,,,,,
1,35,0.037,0.037,0.161,0.671,0.137,0.627,,,,,
1,40,0.031,0.043,0.149,0.907,0.149,0.615,,,,,
1,45,0.025,0.050,0.143,1.503,0.168,0.615,,,,,
1,50,0.025,0.050,0.143,2.484,0.180,0.615,,,,,
1,55,0.025,0.050,0.155,3.496,0.186,0.621,,,,,
1,60,0.025,0.043,0.155,4.558,0.199,0.621,,,,,
1,65,0.025,0.043,0.149,4.453,0.205,0.627,,,,,
1,70,0.025,0.043,0.143,3.192,0.211,0.633,,,,,
1,75,0.025,0.037,0.143,2.198,0.217,0.652,,,,,
1,80,0.031,0.037,0.149,1.466,0.230,0.664,,,,,
1,85,0.031,0.043,0.149,0.987,0.236,0.677,,,,,
1,90,0.025,0.043,0.161,0.758,0.248,0.696,,,,,
1,95,0.025,0.043,0.348,0.640,0.292,0.751,,,,,
1,100,0.019,0.050,0.696,0.602,0.453,0.826,,,,,
```

Odtok z povodí – metoda CN

Předcházející kapitoly se věnovaly založení pracovního dokumentu, možnosti nastavení základních parametrů a přípravě hlavních skupin vstupních dat. Zrekapitulujme, co má uživatel k dispozici před spuštěním výpočtu, a jak může jeho průběh ovlivnit. Předpokládejme, že chce stanovit kompletní návrhové parametry pro dimenzování technických opatření, tj. celkový objem odtoku a kulminační průtok.

"List" dokumentu obsahuje objekt "Púdorysu" s vloženým "DMT" (modelem terénu) pokrývajícím řešené území. Složka, v níž je umístěn tento **výpočtový model terénu**, má *podložku základních výstupních souborů* standardně pojmenovanou *název_modelu_HYCOMP*, což odpovídá nastavení v dialogu *Hydrologie - základní parametry*.

V dialogu základních parametrů jsou rovněž zadány výchozí hodnoty *kódů hydrologické skupiny půd* a *využití území*, použitelné v případě, že území není v určitém místě pokryto podrobnějšími daty. K základním parametrům patří také *rozlišení výstupních rastrů*, jež může mít vliv na rychlost výpočtu. Zda bude do výpočtu vedle průměrného stavu zahrnut i scénář nižšího, případně vyššího nasycení území předchozími srážkami, závisí na volbách *IPS 1* a *IPS 3*. Volba *Zadat pouze úhrn srážky (Hs)* nesmí být zatržena, jestliže je požadován kompletní výpočet. Kromě toho je v dialogu základních parametrů uveden také *koeficient počáteční ztráty Lambda*, jehož standardní hodnota je 0.2.

K **výpočtovému modelu terénu** jsou (pokud uživateli nestačí pouze konstantní výchozí hodnoty specifikované v *základních parametrech*) jako podobjekty přiřčeny polygonové vrstvy *hydrologických skupin půd Hy_S* a *využití území La_U*, jež byly získány hromadným importem ze souborů SHP či individuálním zadáním. Příslušné číselné kódy jsou uloženy v jejich databázových atributech.

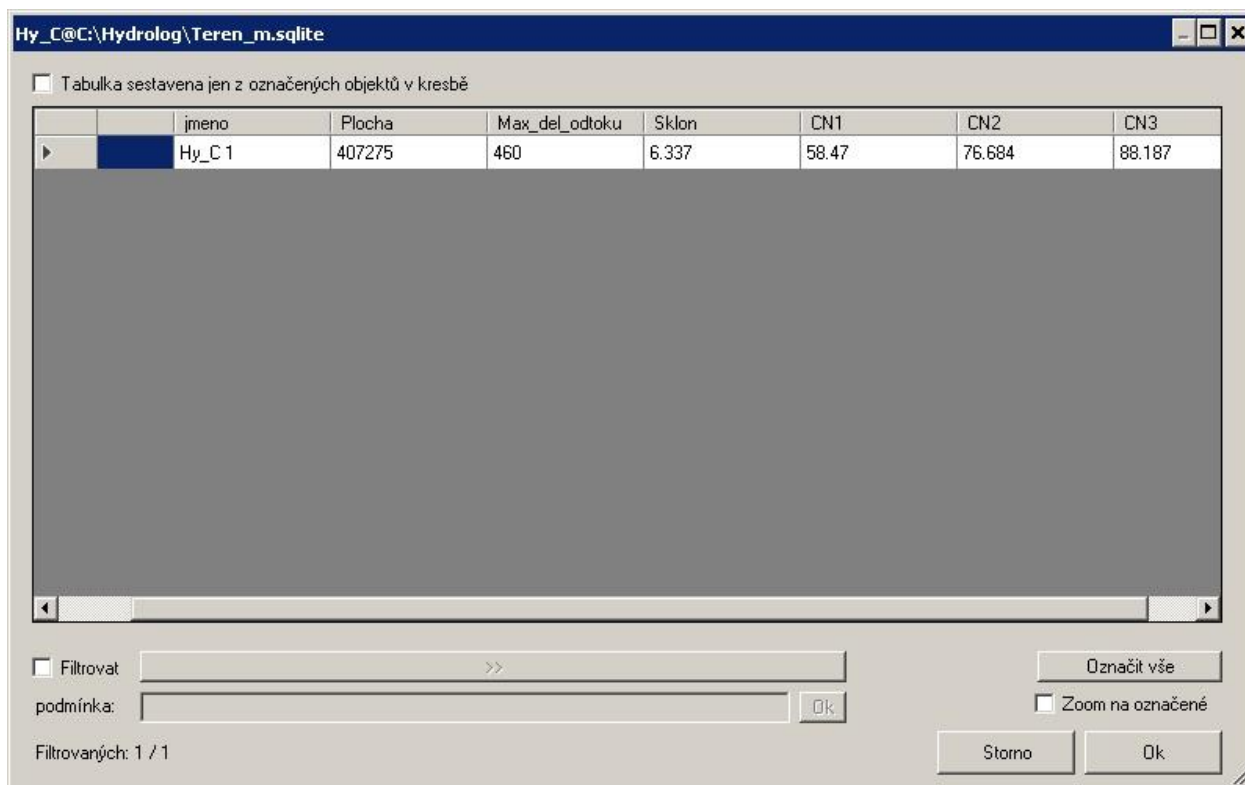
Pokud byla *srážková data* stažena pomocí webové služby, jsou CSV soubory pro zvolené doby opakování srážek umístěny u modelu terénu v *podložce základních výstupních souborů*.

Jak již bylo dříve uvedeno, v modulu Atlas HYDROLOGIE se k **definování oblasti hydrologického výpočtu** standardně využívá **hranice povodí vypočtená v rámci objektu "Povodí-Plus"**, jež je v něm uložena pod příslušný "Závěrný profil" jako polygonový podobjekt "Plocha povodí". Stejně tak ale může být k tomuto účelu použit jakýkoliv objekt typu "**Polygon v modelové souřadné soustavě**", neboť vlastní hydrologický výpočet se provádí nad samostatným *výpočtovým objektem*, který uživatel vytvoří pro polygon vybraný v situaci.

Obecně, všechny výše uvedené náležitosti by měly být připraveny před provedením kompletního výpočtu odtokových charakteristik v dané lokalitě.

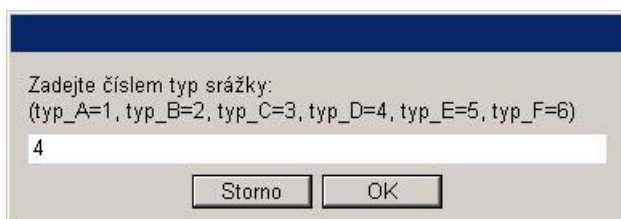
Určení výpočtového objektu

Před volbou této položky menu musí být v *Púdorysu* kliknutím vybrán polygon modelového typu (plocha povodí, obecný polygon). Vlastní volbou pak dojde k vytvoření speciálního objektu, jenž je zařazen do vrstvy **Hy_C**. Jeho jméno, programem automaticky přidělené, sestává z názvu vrstvy a pořadového čísla (např. "Hy_C 1"). Při založení objektu se otevře databázová tabulka, v níž je především třeba dle skutečnosti upravit *Maximální délku odtokové dráhy* (tu musí uživatel pro danou lokalitu dle svého uvážení předem určit, jako pomůcka může sloužit zobrazení vrstevnic terénu, objekt *Kapky v rastru* z modulu Eroze, pro odměření délky pak kontextové plovoucí menu objektu *Polygon* pracovně zadaného do situace podél uvažované linie). Dalšími databázovými atributy tohoto objektu jsou *plocha*, *průměrný sklon* oblasti ve stupních a hodnoty *CN*. Tyto atributy jsou k objektu doplněny až v průběhu výpočtu.

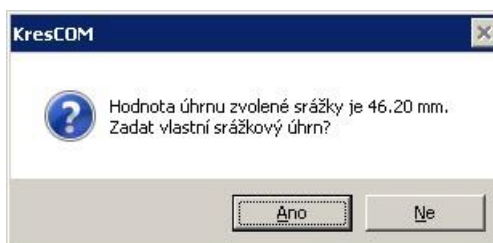


Spuštění výpočtu

Po startu výpočtu je uživatel vyzván k výběru **souboru CSV** s průběhem návrhových srážek. Ten je v případě předchozího využití webové služby uložen ve složce základních výstupů a v jeho názvu figuruje statistická doba opakování. Soubor CSV obsahuje časové řady šesti typů průběhu srážky (A-F). Zvolený typ volí uživatel v následujícím dialogu.



Všechny v souboru zaznamenané typy průběhu představují stejný srážkový úhrn. Ten je zobrazen v dalším dialogovém okně a uživatel jej může změnit.



Pokud se tak stane, srážka si ve výpočtu zachová zvolený typ průběhu, avšak hodnoty úhrnů v jednotlivých časových krocích budou přepočteny tak, aby celkový srážkový úhrn dosáhl velikosti zadané uživatelem.

V současné verzi modulu Atlas HYDROLOGIE se pracuje s výše popsaným jednoduchým "srážkovým scénářem" spočívajícím pouze ve volbě doby opakování srážky, zadání typu jejího průběhu a případné změně velikosti celkového úhrnu. Název scénáře je odvozen z názvu výpočtového objektu, doby

opakování srážky a typu průběhu (případně s příznakem vlastní hodnoty srážkového úhrnu - VS), např. *Hy_C 1_N10_tD*.

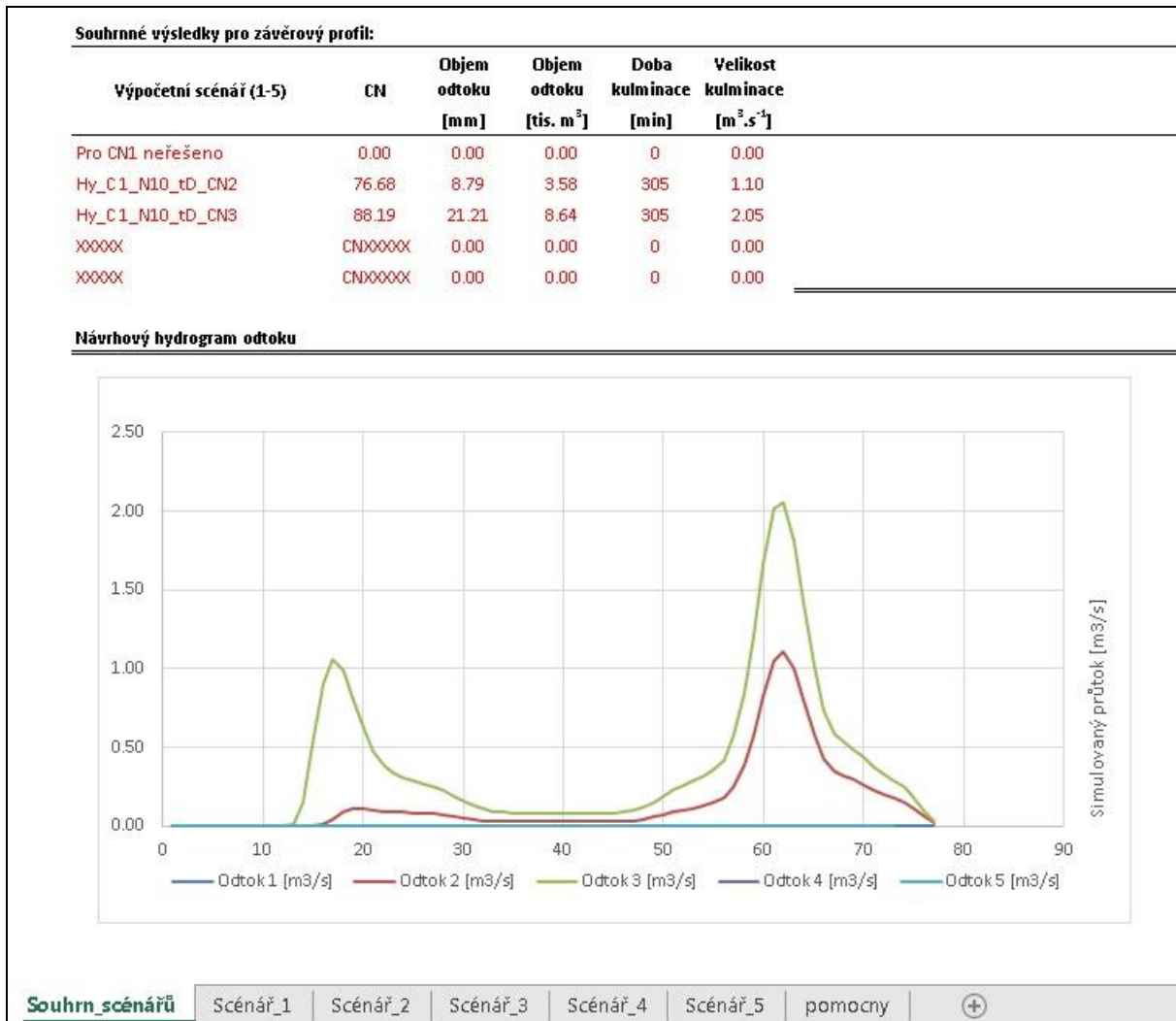
Za "výpočetní scénář" zde považujeme použití daného srážkového scénáře pro zvolné stavy nasycenosti půdy vodou podle výběru *indexu předchozích srážek (IPS 1-3)*, provedeného v dialogu *Hydrologie - základní parametry*, přičemž výpočet pro průměrnou nasycenost (*IPS 2*) se provádí vždy. Pojmenování výpočetního scénáře vychází z názvu srážkového scénáře a stavu nasycenosti, např. *Hy_C 1_N10_tD_CN2*.

Během výpočtu se některá vstupní data převádějí na pracovní rastrové modely, jež po skončení zůstávají uložené ve složce s *doplňkovými výstupy*. Rastrový model rozložení hodnoty CN2 (průměrný stav nasycenosti území) se generuje do adresáře *základních výstupních souborů* (při každém výpočtu se aktualizuje), je vložen do dokumentu a zobrazen v *Půdorysu*. Při standardním nastavení *základních parametrů* má tento model jméno "*název_modelu_HYCOMP.grb*".

Na závěr program otevírá výstupní protokol ve formátu MS Excel. Jeho název je zkombinován z názvu základních výstupních souborů, srážkového scénáře a výpočetního scénáře (výpočetních scénářů),

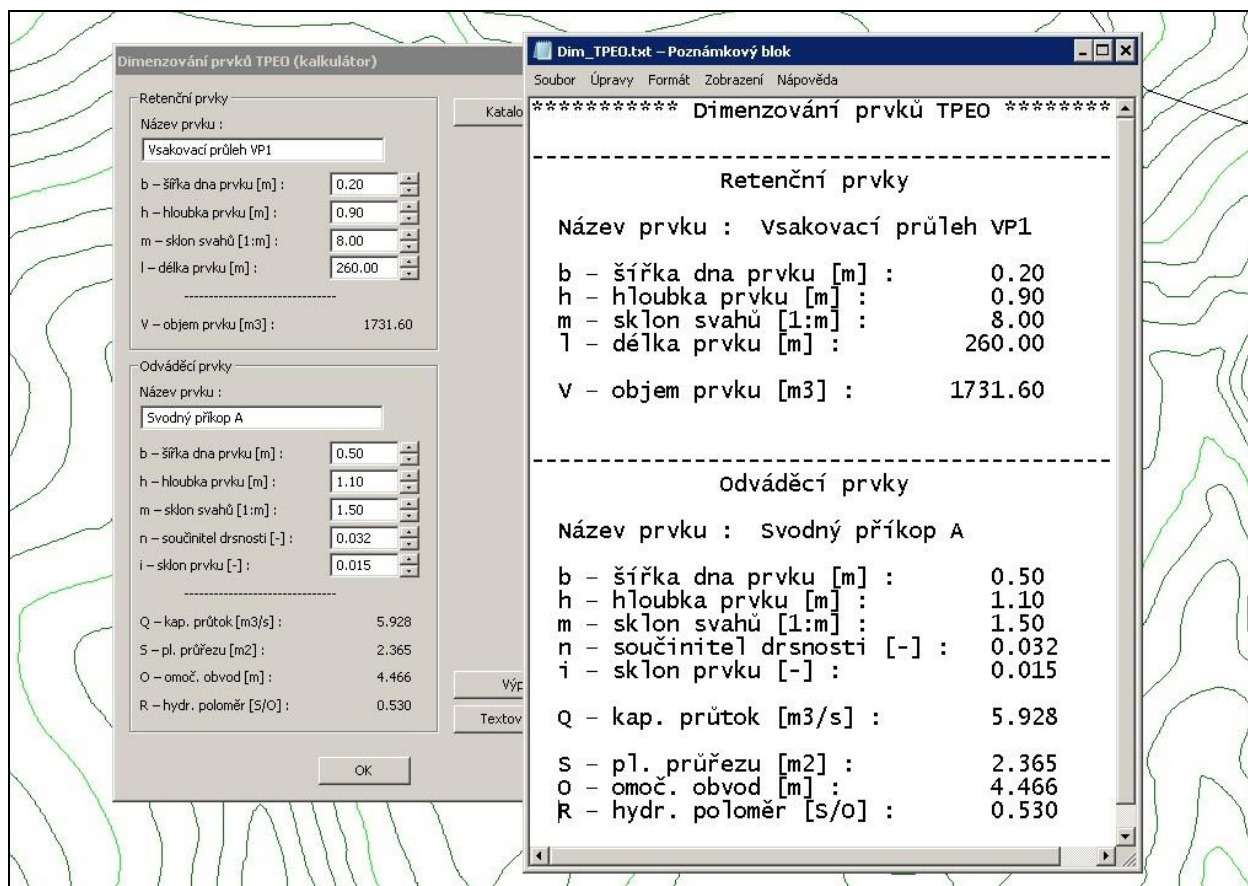
např. *Teren_m_HYCOMP_Hy_C 1_N10_tD_CN23.xlsx*.

Protokol obsahuje několik listů (souhrn, výpočetní scénáře, pracovní data).



Dimenzování prvků TPEO (kalkulátor)

Pro implementaci do modulu Atlas HYDROLOGIE byla vybrána technická opatření, která bude možné s využitím tohoto modulu dimenzovat. Jedná se retenční a odváděcí prvky, jež jsou běžně projektovány v rámci KPÚ i jiných projektů. U liniových prvků se předpokládá jejich topologické umístění na základě výpočtu erozního ohrožení v modulu Atlas EROZE.



Retenční prvky

Jsou to liniové protierozní prvky, jejichž hlavní funkcí je zachycení vody a umožnění jejího následného zasáknutí. Z tohoto důvodu je klíčovým parametrem retenčních prvků objem daného prvku, který je nutné dimenzovat tak, aby byl schopen pojmout celé návrhové množství vody (dle příslušného povodí a návrhové srážky).

Odváděcí prvky

Jedná se o liniové protierozní prvky, jejichž hlavní funkcí je odvedení vody do dalšího navazujícího prvku nebo do recipientu. Z tohoto důvodu je klíčovým parametrem odváděcích prvků průtok, který je prvek schopen převést (dle příslušného povodí a návrhové srážky).

Katalog TPEO

Přímo v dialogovém okně je odkaz na katalog, který popisuje princip návrhu vybraných prvků technických protierozních opatření. Do katalogu jsou vybrána taková protierozní opatření, při jejichž návrhu je možné s výhodou využít nástroj Atlas HYDROLOGIE. Popis prvků, doporučené využití s ohledem na jejich funkci a doporučené dimenze a vlastnosti prvků odpovídají aktuálně platné metodice.

Vzorová data

Testovací data jsou instalací programu Atlas DMT uložena vedle vzorových dat ostatních aplikačních modulů do složky "C:\ProgramData\AtlasLtd\AtlasDMT\Archive\Data\Hydrolog" a jejích dvou podsložek "CSV_srazky" a "SHP_HySkP_LU".

Vodítkem při práci s nimi může být také prezentace provedená na Setkání uživatelů firem GEPRO a ATLAS v říjnu 2020:

<https://youtu.be/Gz50f14gGhY?t=5196>