

Interakční modelování v grafickém prostředí IDRISI Kilimanjaro Macro Modeler

Vladimír Židek, MZLU v Brně

1. Úvod - alternativní scénáře a modelování

K důležitým operacím při plánování lidské činnosti v krajině patří tvorba alternativních scénářů (co se stane, když ...), které umožňují předem vyhodnotit rozsah plánované činnosti a její dopad na stávající prostředí. Digitální modely v moderních GIS poskytují k tomuto účelu vhodné nástroje.

Tento příspěvek představuje (na příkladu lesnické aplikace) způsob tvorby digitálního modelu v grafickém prostředí **Macro Modeler** systému IDRISI Kilimanjaro. Ukazuje, jak lze u vytvořeného modelu velmi snadno měnit parametry jednotlivých operací, testovat výsledky a s využitím získaných informací efektivně dospět k optimálnímu rozhodnutí.

1.1. Makra

Prostorovou analýzu lze výhodně automatizovat prostřednictvím dávkového zpracování dat (batch processing), které umožňuje najednou zpracovat celou skupinu datových souborů. K usnadnění takového procesu mnohé softwarové systémy obsahují jazyk pro tvorbu maker. Makro lze považovat za meta-program, který spouští soubor programových operací nebo soubor programů v definované návaznosti. Ve většině softwarových aplikací (včetně IDRISI) se jedná o ASCII soubor, který obsahuje seznam programů a jejich parametrů, které se mají při zpracování použít. Klasicky se makra spouštějí jako instrukce z příkazového řádku.

V IDRISI je k dispozici jazyk pro tvorbu maker IML (IDRISI Macro Language). Pro každý modul produkující výstup a nevyžadující přímou interakci s uživatelem existuje makro-instrukce. Makro-instrukce pro výpočet sklonitosti a expozice svahů (v IDRISI modul **SURFACE**) může vypadat např. takto:

surface x 3*relief*sklon*expozice*p

Spuštění modulu v dávkovém režimu vyžaduje zadat název modulu a následující parametry (oddělené hvězdičkou):

- 1: x (indikace makro režimu)
- 2: kód operace (1=sklon svahů / 2=expozice / 3=sklon i expozice / 4=stínování reliéfu)
- 3: jméno vstupního souboru (obrazový soubor který obsahuje hodnoty pro výpočet)
- 4: jméno výstupního souboru (nový obrazový soubor který se má vytvořit)
- 5: jméno druhého výstupního souboru (počítá-li se sklon i expozice, # když se tato volba nepoužije)
- 6: míra sklonitosti ("d"=stupně/ "p"=procenta)
- 7: konverzní faktor (nepovinný -- transformuje hodnoty implicitních jednotek na hodnoty referenčních jednotek)

Příslušné instrukce lze sekvenčně seřadit a uložit do ASCII souboru s příponou IML. Takové makro se spouští příkazem Run Macro. Výhodou aplikace maker je, že lze tímto způsobem velmi rychle vytvářet výstupy odpovídající změnám podmínek/parametrů na vstupu.

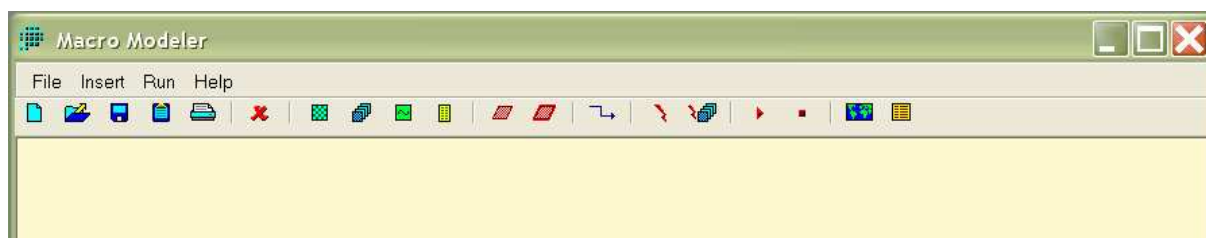
Tvorba a používání klasického dávkového souboru však často působí potíže uživatelům, neseznámým s postupy sekvenčního programování, a ti pak tento nástroj ke své škodě

opomíjejí. Systém IDRISI ve svých 32-bitových verzích umožňuje pohodlně řešit problém dávkového zpracování pomocí subsystému **Macro Modeler**.

2.2. Macro Modeler v IDRISI Kilimanjaro

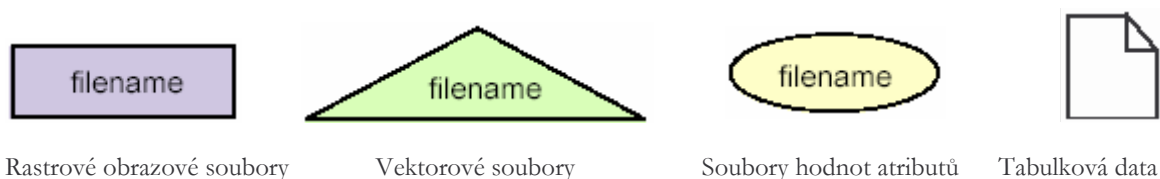
Macro Modeler systému IDRISI Kilimanjaro je grafické modelovací prostředí, kombinující snadnost používání s efektivitou maker. Umožňuje tvorbu a spouštění modelů složených z řady na sebe navazujících kroků.

Kromě služeb pro dávkové zpracování (tzn. zpracování mnoha vstupů ve stejném modelu a produkci mnoha výstupů), je také nástrojem pro dynamické modelování (které využívá výstup jedné iterace modelu jako vstup do další iterace).



Obr. 1: Hlavní nabídka subsystému **Macro Modeler**

Model zpracování prostorových dat v subsystému IDRISI **Macro Modeler** se skládá ze tří základních typů: **datových prvků**, **příkazových prvků** a **spojovacích linek**.



Obr. 2: Stavební prvky kartografického modelu

- **Datové prvky** zahrnují rastrové a vektorové vrstvy, soubory hodnot atributů, a skupinové soubory (rastrové skupinové soubory a soubory časových sérií). Speciální roli při dávkovém zpracování má zvláštní typ skupinového souboru, tzv. „dynamická skupina“ (DynaGroup).
Datové prvky lze vybírat a umísťovat je do pracovního prostoru modelu pomocí ikon na nástrojové liště nebo pomocí volby z příslušné nabídky. Jména výstupních datových prvků (pro které systém automaticky nastavuje předvolby) lze změnit po kliknutí pravým tlačítkem myši.
- **Příkazové prvky** zahrnují moduly a submodely. U modulů se jedná o standardní analytické IDRISI moduly, jako např. **OVERLAY** a **SCALAR**. Submodely jsou uživatelem vytvořené modely, které byly uloženy způsobem, který jim umožňuje fungovat jako nové začlenit příkazové prvky do modelu.
Po kliknutí pravým tlačítkem myši na příkazový prvek se zobrazí dialogové okno s tabulkou vlastností, tj. parametry a možnostmi které jsou potřebné pro spuštění operace. V případě alternativ lze zobrazit nabídku pravým tlačítkem myši a výběr potvrdit levým tlačítkem. Numerické a textové parametry se vepisují do odpovídajících políček.

- **Spojovací linky** (Links) definují posloupnost zpracování. Spojovací ikona (šipka) na nástrojové liště umožňuje nastavit základní typy propojení mezi daty a příkazovými prvky. Po kliknutí na tuto ikonu lze nadstavit spojení mezi výchozím prvkem a prvkem návazným. Pro dynamické modelování existuje zvláštní propojení, tzv. dynamická linka (DynaLink). Ta poskytuje zpětnovazební smyčku pro případy, kdy výstupy procesu slouží jako vstupy v následných iteracích.

Stiskem tlačítka Run nebo příslušné ikony (červený trojúhelník) v hlavní nabídce **Macro Modeleru** lze spustit běh modelu. Nejprve se objeví dialogové okno upozorňující na to, že budou přepsány všechny přechodné nebo dříve vytvořené soubory, pokud existují. V průběhu zpracování **Macro Modeler** zvýrazňuje zelenou barvou ty příkazové prvky, které jsou v činnosti. Závěrem automaticky zobrazí výsledek.

Vytvořený model lze uložit pro případ revize nebo dalšího zpracování (ukládá se jako soubor s příponou IMM). Kromě toho lze každý model uložit také jako submodel. Takový submodel lze pak využívat jako příkazový prvek.

2. Příklad tvorby modelu v Macro Modeleru a jeho použití

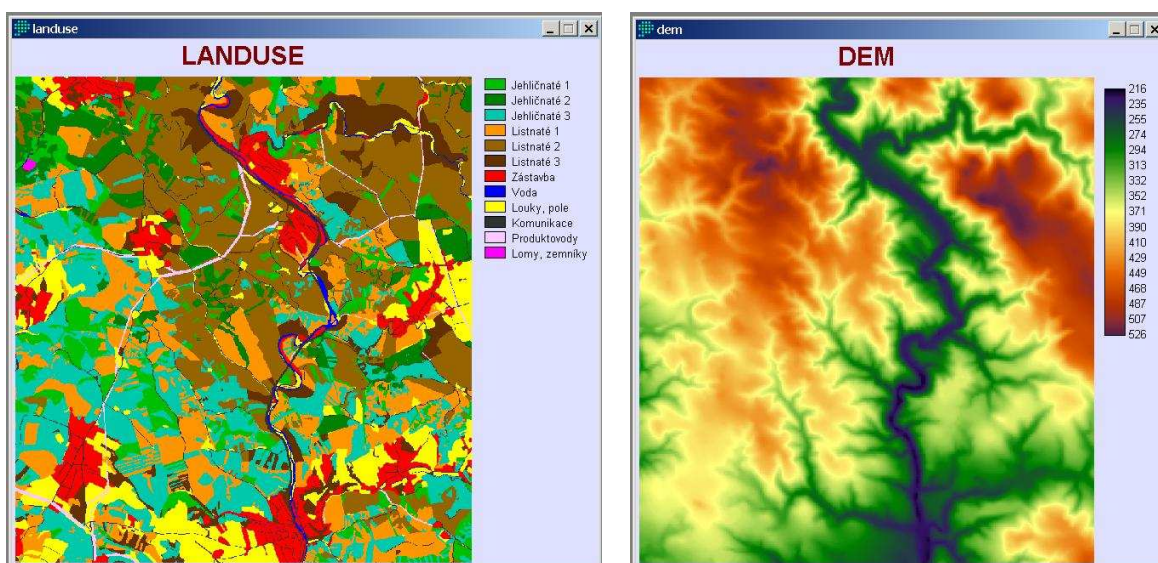
Uvedeme příklad jednoduché úlohy typu multikriteriální analýzy, kterou lze pomocí **Macro Modeleru** výhodně zpracovat:

Cíl: Najít vhodné místo pro založení lesní školky na pozemcích Školního lesního podniku Křtiny Mendelovy zemědělské a lesnické university v Brně.

2.1. Vstupní datové soubory a podmínky pro lokalizaci:

Pro řešení úlohy jsou k dispozici tyto vstupní digitální datové soubory zájmového území:

- Mapa využití půdy LANDUSE
- Digitální model reliéfu terénu DEM



Obr. 3: Vstupní datové soubory pro úlohu "založení lesní školky"

Lokality vhodné pro založení lesní školky by se měly splňovat tyto podmínky:

- ležet na svazích se sklonem menším než 4 stupně
- nacházet se ve vzdálenosti méně než 200 metrů od komunikací (silnic, cest a železnice)
- být situovány na lesní půdě (kategorie les)
- zaujímat souvislou plochu 3 alespoň hektary.

V rastrově orientovaných systémech jako je IDRISI, se úlohy typu multikriteriální analýzy obvykle řeší tak, že se jednotlivá kritéria vyjadřují pomocí logických (booleovských) souborů, které obsahují pouze nuly nebo jedničky. V booleovském souboru nula označuje pixel respektive objekt, ve kterém není splněna stanovená podmínka, zatímco jednička označuje pixel respektive objekt, ve kterém podmínka splněna je. Kombinací kritérií, tj. překrytem booleovských souborů s využitím logických operátorů **AND** (konjunkce), **OR** (disjunkce), **NOT** (negace), **XOR** (exkluzivní disjunkce) pak lze určit v zájmovém území ty plochy, které vyhovují všem stanoveným podmínkám.

Pro náš případ, kdy je cílem najít vhodné místo pro založení lesní školky, připadají při zpracování v úvahu následující kroky, které lze modelovat samostatně:

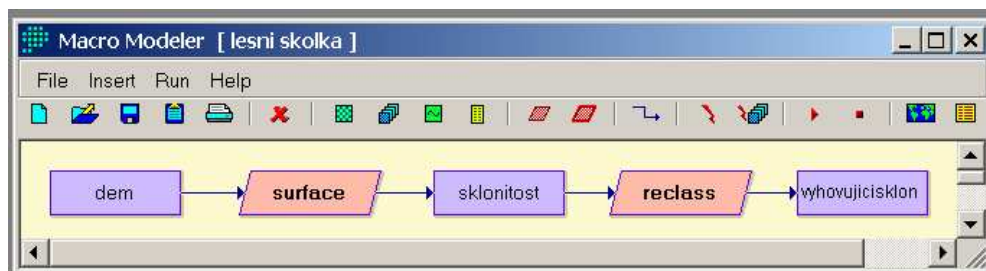
1. Zjištění ploch se sklonem menším než 4°
2. Zjištění ploch ležících ve vzdálenosti do 200 m od komunikací
3. Zjištění ploch, které v souboru LANDUSE nesou kód jehličnatého nebo listnatého lesa
4. Kombinace vrstev splňujících všechny kvalitativní podmínky
5. Řešení kvantitativní podmínky – zjištění vhodných souvislých ploch o výměře alespoň 3 ha
6. Tvorba finálního produktu

Jednotlivé podmínky lze v grafickém prostředí **Macro Modeleru** pohodlně zadávat řazením datových souborů a operací potřebných k jejich zpracování.

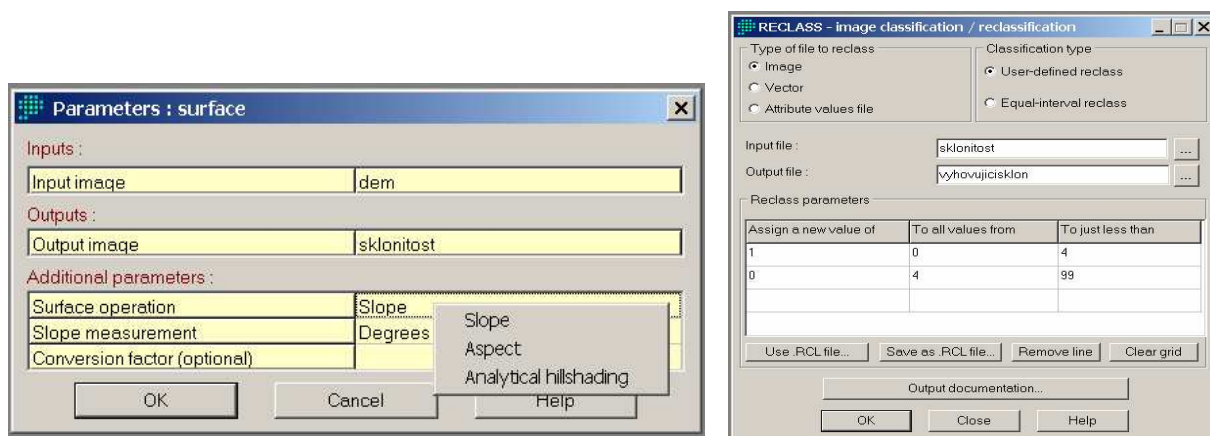
2.2. Interakční vytváření vývojového modelu pomocí nástrojů Macro Modeleru a programových modulů systému Idrisi Kilimanjaro

2.2.1. Řešení první podmínky – lokalizace ploch na svazích se sklonem menším než 4 stupně.

Na základě souboru s digitálním modelem reliéfu terénu DEM se pomocí modulu **SURFACE** (ve variantě **Sklon/Slope**) vypočtou sklony svahů ve stupních a výsledky se uloží do nového souboru **SKLONITOST**. Z tohoto souboru se vyberou operací reklasifikace (modul **RECLASS**) pouze plochy se sklonem svahů menším než 4°. Parametry reklasifikace se určí v dialogovém okně modulu **RECLASS** tak, že hodnota 1 se přiřadí svahům se sklonem od 0° do 4°, a hodnota 0 svahům se sklonem větším než 4°. Výsledek se uloží do booleovského souboru **VYHOVUJICISKLON**. Model těchto operací podává obr. 4, dialogová okna obr. 5, příslušné obrazové soubory jsou na obr. 6.



Obr. 4: Operace pro lokalizaci ploch na svazích se sklonem menším než 4 stupně (vytvoření souboru VYHOVUJICISKLON)



Obr. 5: Dialogové okno modulu **SURFACE** a dialogové okno modulu **RECLASS**

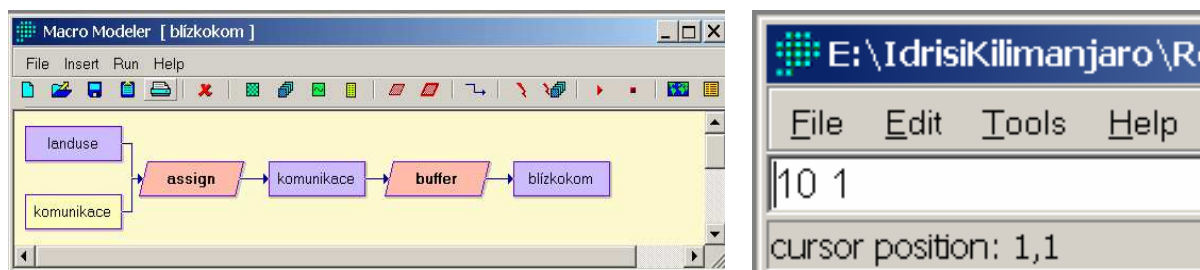


Obr. 6: Obrazové soubory při zpracování první podmínky – plochy se sklonem menším než 4°

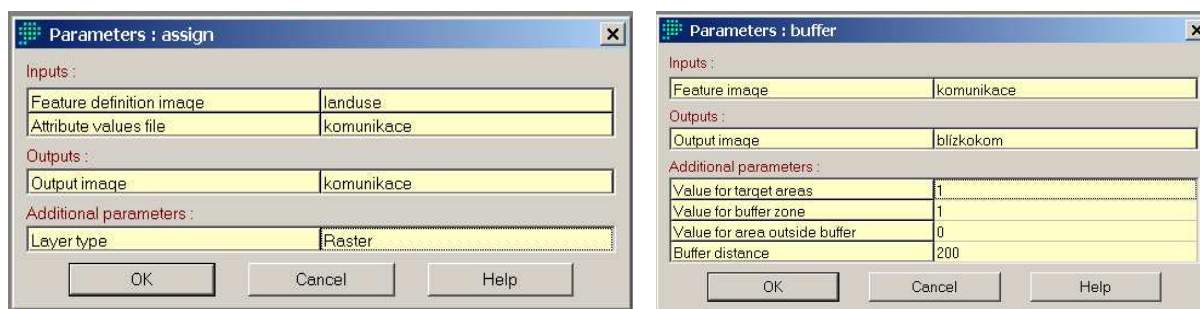
2.2.2. Řešení druhé podmínky – vyhledání ploch ležících ve vzdálenosti menší než 200 m od komunikací (tj. uvnitř 200-metrového bufferu komunikační sítě)

Z mapy využití půdy LANDUSE se reklasifikací pomocí přiřazovacího modulu **ASSIGN** (s využitím souboru atributových hodnot KOMUNIKACE.AVL, vytvořeného v modulu **EDIT**) extrahují komunikace (tj. pixely s kódem 10) a výsledky se uloží do nového

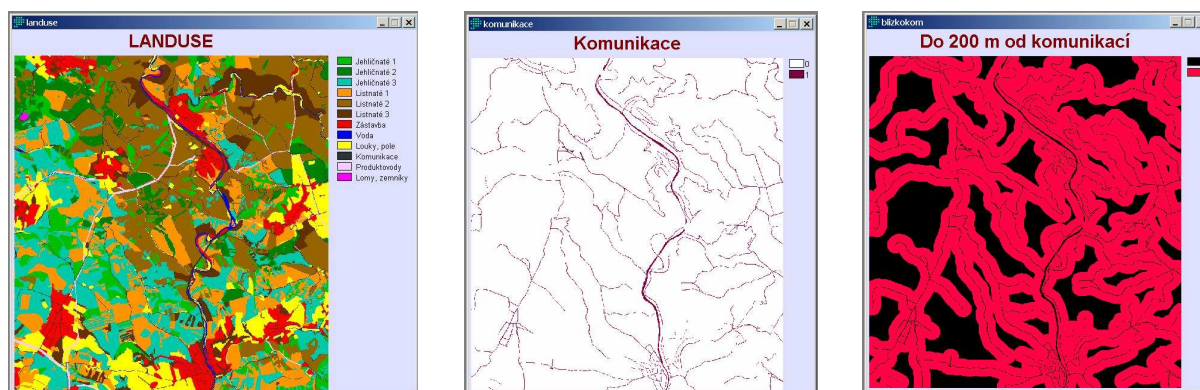
booleovského obrazového souboru KOMUNIKACE. V dialogovém okně modulu **BUFFER** se pak zadá určená maximální vzdálenost od prvků tohoto souboru, tj. 200 m; zjistí se tak plochy vyhovující stanovené podmínce vzdálenosti od komunikací. Tyto plochy se uloží do nového booleovského souboru BLÍZKOKOM. Dílčí model těchto operací podává obr. 7, dialogová okna obr. 8, příslušné obrazové soubory jsou na obr. 9.



Obr. 7: Operace pro vyhledání ploch ležících ve vzdálenosti menší než 200 m od komunikací (vytvoření souboru BLÍZKOKOM) a soubor hodnot atributů (KOMUNIKACE.AVL) pro reklasifikaci (třídám neuvedeným v tomto souboru se automaticky přiřazuje hodnota 0)



Obr. 8: Dialogové okno modulu **ASSIGN** a dialogové okno modulu **BUFFER**

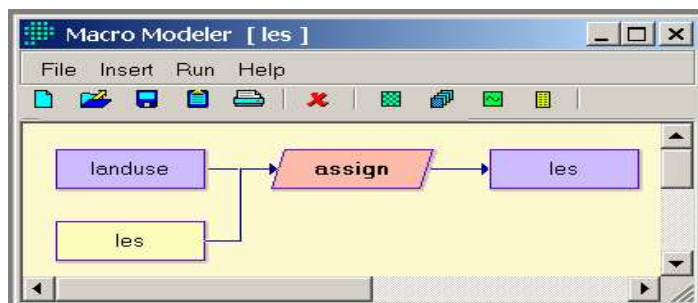


Obr. 9: Obrazové soubory při zpracování druhé podmínky – do 200 m od komunikací

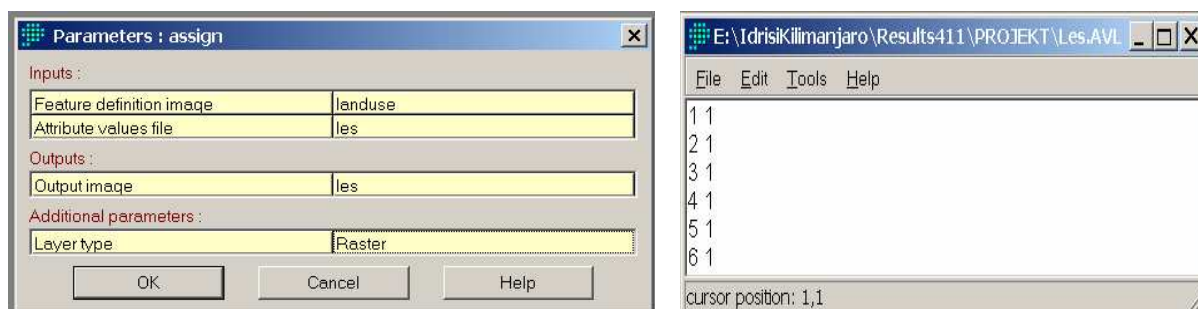
2.2.3. Řešení třetí podmínky – výběr ploch s kódem jehličnatého nebo listnatého lesa

Z mapy využití půdy LANDUSE se, obdobně jako v předcházejícím případě, pomocí přiřazovacího modulu **ASSIGN** (s využitím vytvořeného souboru atributových hodnot

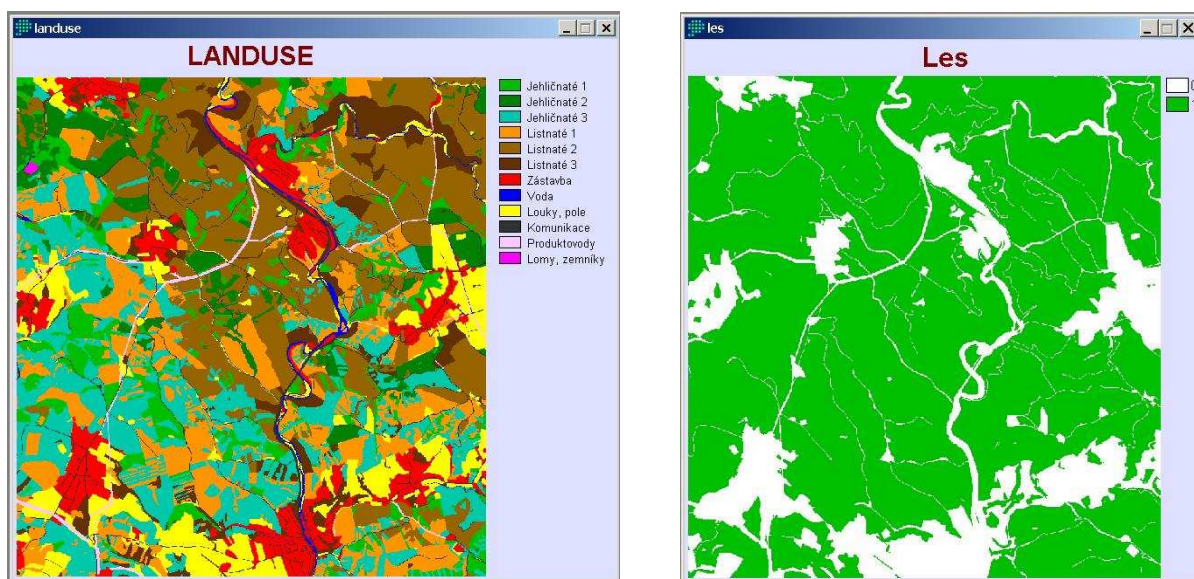
LES.AVL) extrahují plochy s kódy jehličnatého nebo listnatého lesa (tj. pixely s kódy 1, 2, 3, 4, 5, a 6) a výsledky se uloží do nového booleovského souboru LES. Dílčí model těchto operací podává obr. 10, dialogová okna obr. 11, příslušné obrazové soubory jsou na obr. 12.



Obr. 10: Operace pro zjištění ploch s kódy jehličnatého nebo listnatého lesa (vytvoření souboru LES)



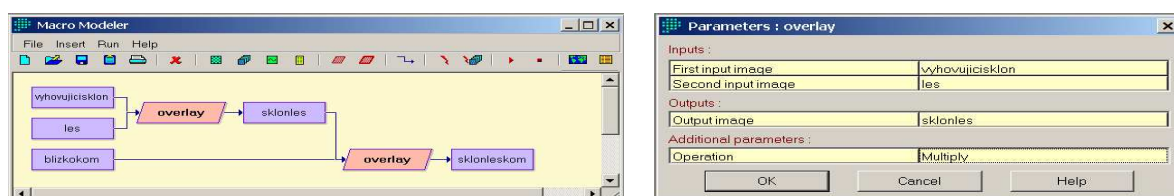
Obr. 11: Parametry modulu **ASSIGN** a hodnoty příslušného transformačního souboru hodnot atributů LES.AVL (v okně modulu **EDIT**)



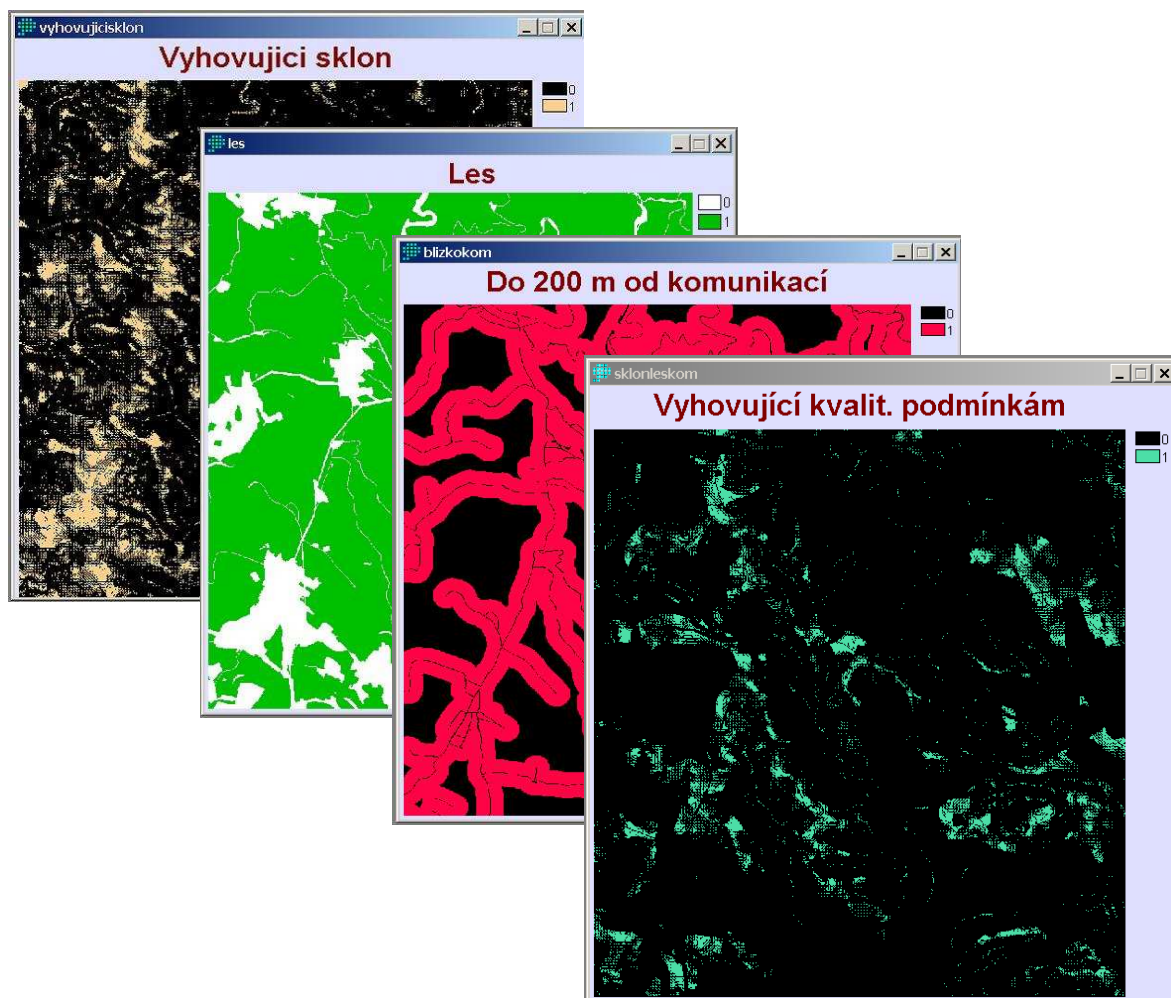
Obr. 12: Obrazové soubory při zpracování třetí podmínky – plochy s kódem les

2.2.4. Kombinace vrstev splňujících kvalitativní podmínky

Překrytem doposud získaných booleovských souborů (modul **OVERLAY**, operace násobení) se vytvoří nový booleovský soubor, ve kterém pixely s kódem 1 definují plochy vyhovující všem kvalitativním podmínkám a pixely s kódem 0 plochy, které tyto podmínky nesplňují. Dílčí model těchto operací podává obr. 13, příslušné obrazové soubory jsou na obr. 14.



Obr. 13: Operace pro vytvoření souboru SKLONLESKOM, který splňuje všechny kvalitativní podmínky

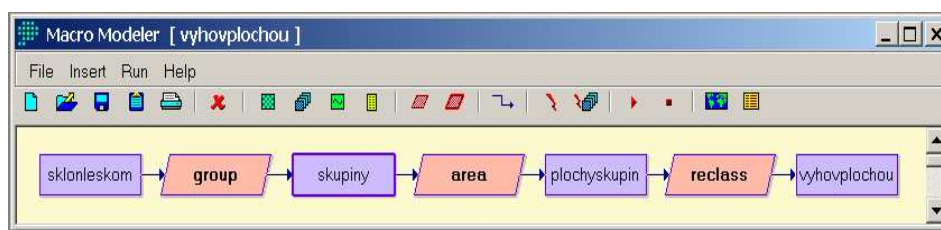


Obr. 14: Obrazové soubory při kombinaci všech tří kvalitativních podmínek

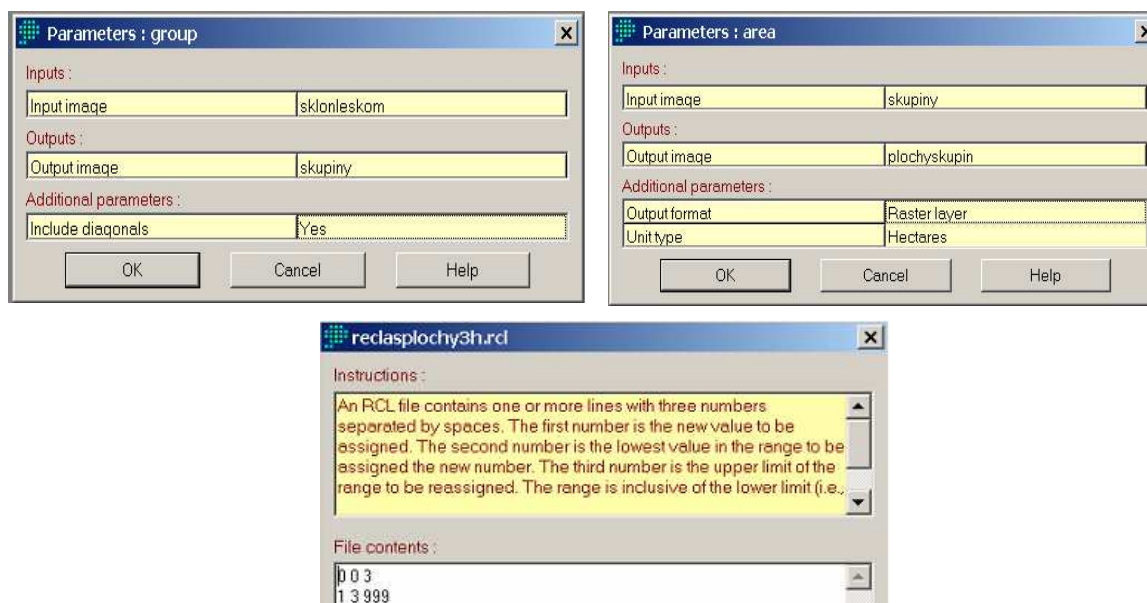
2.2.5. Řešení kvantitativní podmínky – zjištění vhodných souvislých ploch o výměře 3 ha nebo větší

V tomto kroku je nutno v souboru SKLONLESKOM (který vyhovuje všem kvalitativním podmínkám) vyhledat souvislé plochy tvořené skupinami prostorově souvisejících pixelů, označit je, vypočítat výměru jednotlivých skupin a vybrat do finálního booleovského souboru jenom ty skupiny, jejichž plocha je větší než 3 ha. Použijí se zde moduly **GROUP**, **AREA** a **RECLASS**. Modul **GROUP** umí v obraze najít a označit (přidělením identifikátorů) prostorově související skupiny pixelů stejných hodnot; je možno pracovat se stranovou nebo diagonální souvislostí pixelů. Modul **AREA** počítá plochy jednotlivých skupin. Výstupem je obrazový soubor, kde každý pixel nese kód plochy své skupiny, anebo soubor hodnot atributů, obsahující seznam jednotlivých skupin s příslušnými plochami. Modulem **RECLASS** (s využitím reklasifikačního souboru RECLASPLOCHY3H.RCL) se vyberou a do nového booleovského obrazového souboru VYHOVPLOCHOU uloží pouze skupiny s plochou nad 3 ha. Dílčí model těchto operací podává obr. 15, parametry modulů obr. 16, příslušné obrazové soubory jsou na obr. 17.

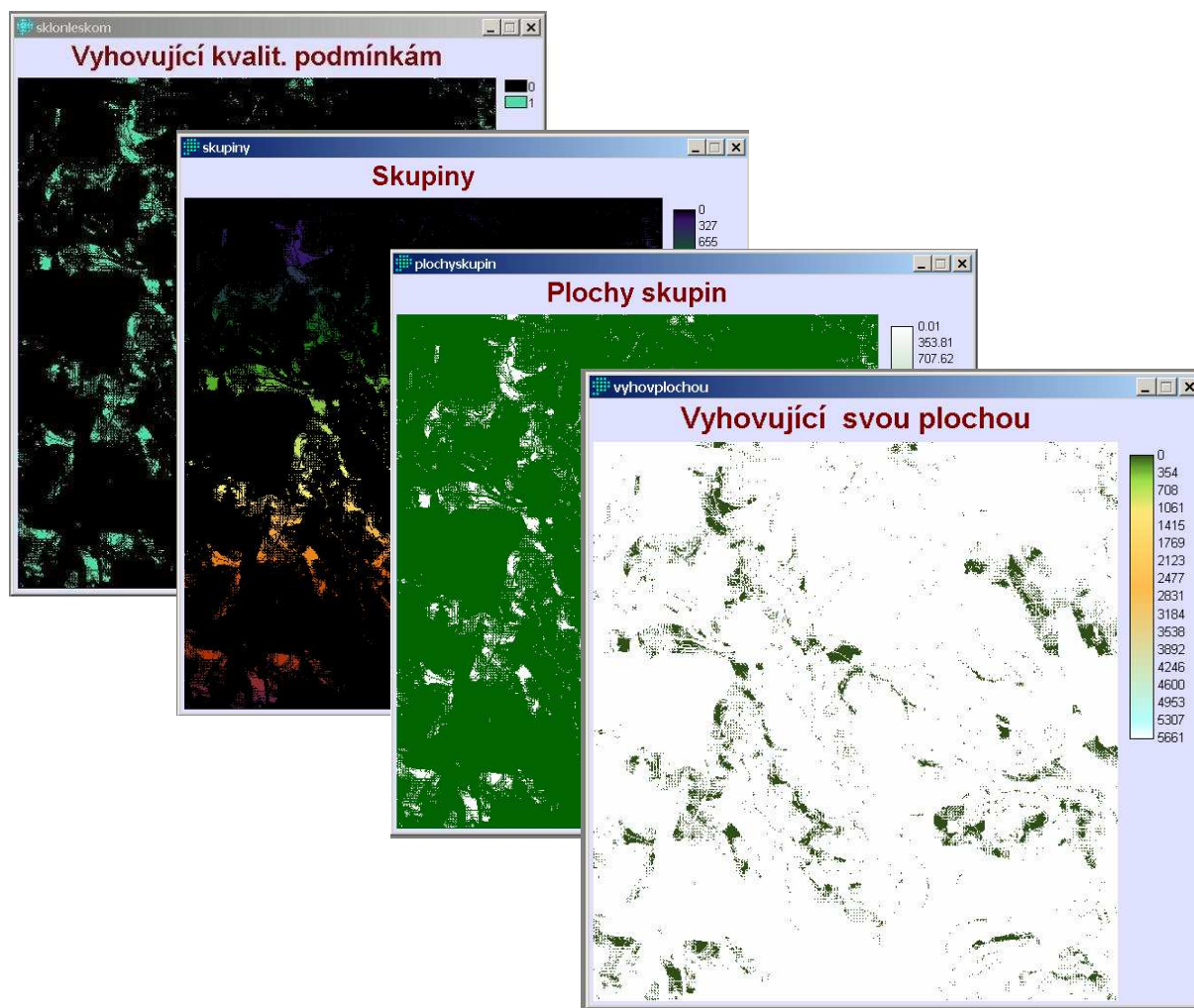
Tento postup však v sobě skrývá jeden háček, a to, že se do zpracování dostanou nejen pixely jejichž seskupení nás zajímají, tj. pixely nesoucí v souboru SKLONLESKOM kód 1, ale také pixely nesoucí kód 0, tj. pozadí. Jejich vyloučení je předmětem dalšího kroku.



Obr. 15: Operace pro vyhledání ploch o výměře větší než 3 ha



Obr. 16: Parametry modulů **GROUP**, **AREA**, a **RECLASS**



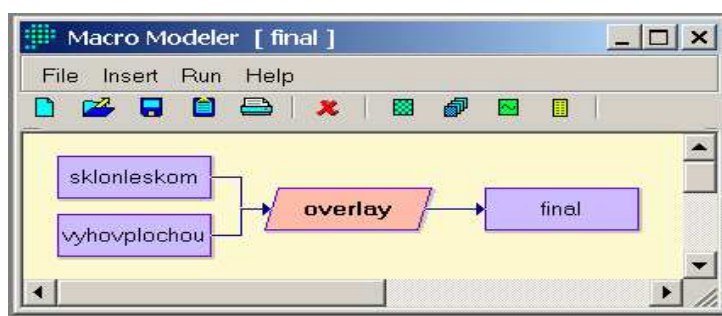
Obr. 17: Obrazové soubory při řešení kvantitativní podmínky – vyhledání ploch o výměře alespoň 3 ha

Při zpracování v tomto kroku se vytvořilo 5236 skupin pixelů, z nichž největší plochu (5661 ha) má skupina s identifikátorem 0, která reprezentuje pixely pozadí souboru SKLONLESKOM. Ta nás ovšem nezajímá, a proto ji musíme v dalším kroku vyloučit.

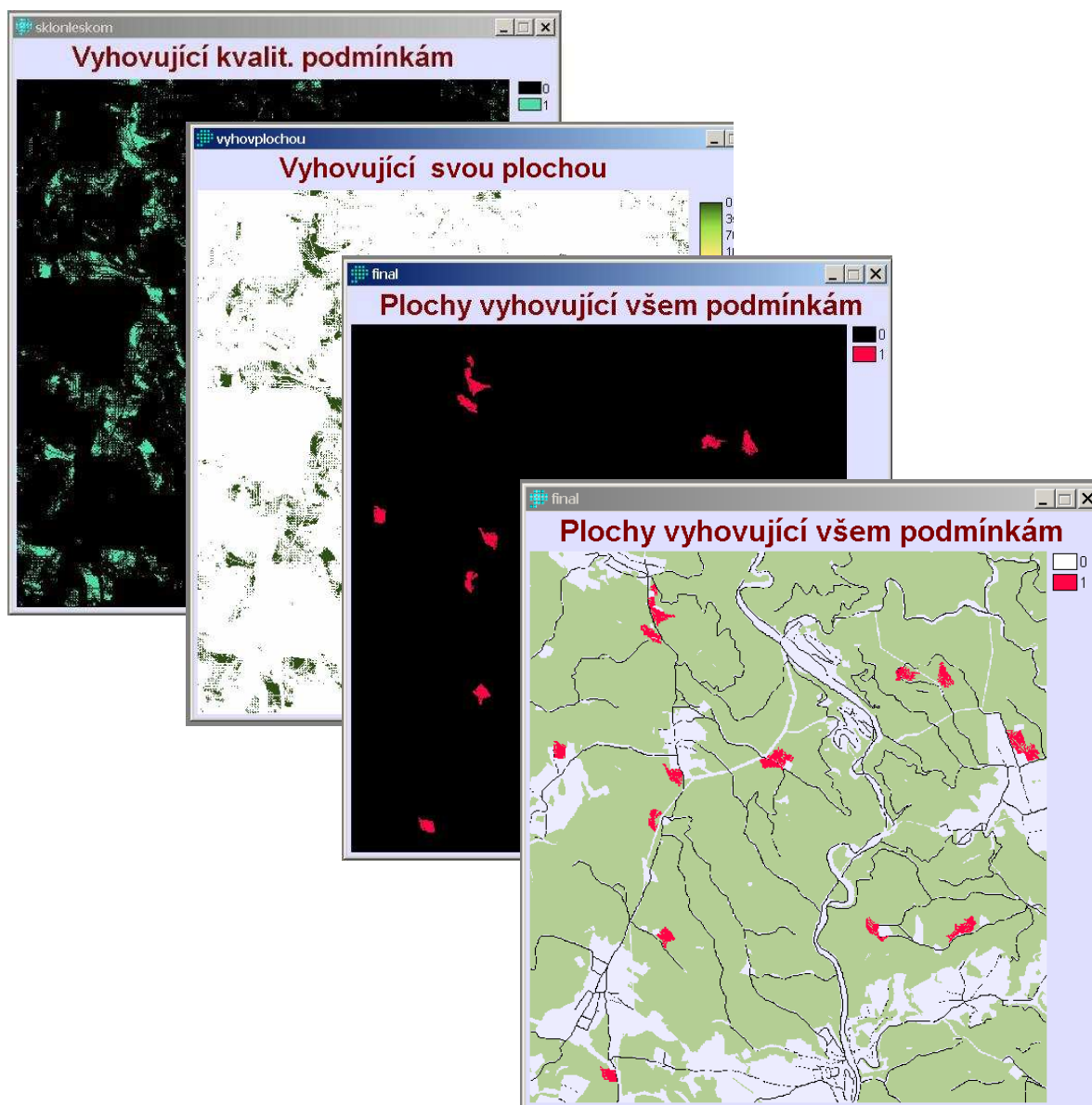
2.2.6. Závěrečný překryt

Tento problém se snadno vyřeší závěrečným překrytem (modul **OVERLAY**, operace násobení), při kterém se zkombinuje booleovský obrazový soubor vyhovující všem kvalitativním podmínkám (soubor SKLONLESKOM) s booleovským obrazovým souborem vyhovujícím kvantitativní podmínce >3 ha (tj. souborem VYHOVPLOCHOU). Dílčí model těchto operací podává obr. 18.

Výsledný booleovský soubor FINAL (viz obr. 19) pak znázorňuje (červenou barvou) jen ty plochy, které vyhovují všem stanoveným podmínkám. Zobrazíme-li si ho spolu se souborem LES a souborem KOMUNIKACE (obr. 19, výsledná kompozice), získáme velmi dobrou představu o poloze lokalit, které mohou být využity při založení lesní školky.



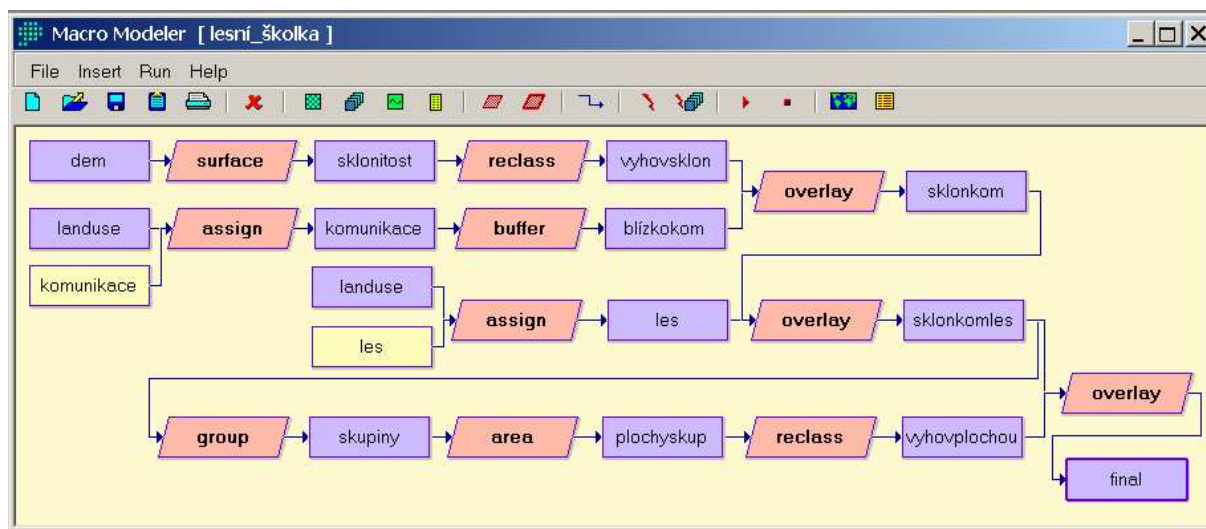
Obr. 18: Model finální kombinace mezivýsledků



Obr. 19: Obrazové soubory při závěrečném překrytu (tvorba souboru FINAL) a výsledná kompozice

2.3. Celkový diagram posloupnosti operací

Je samozřejmě výhodné začlenit všechny potřebné soubory, moduly a meziprodukty do jednoho modelu, který lze uložit a spouštět se změnami parametry. Pro naši úlohu vyhledání vhodných ploch pro založení lesní školky vypadá model následovně (obr. 20).



Obr. 20: Celkový diagram posloupnosti operací (model lesní školka)

3. Závěr

IDRISI **Makro Modeler** je grafické prostředí pro tvorbu jednoduchých i relativně složitých modelů. Jsou zde k dispozici nástroje pro dávkové zpracování a pro dynamické modelování.

Velkou výhodou jednou vytvořeného modelu je, že ho lze velmi snadno upravovat změnou parametrů jednotlivých operací. Stačí uložený model otevřít a v dialogovém okně příslušného modulu zadat upravené parametry, anebo v editačním režimu změnit příslušný reklasifikační soubor. Po novém spuštění modelu proběhnou modifikované operace se změnami parametry a uživatel se prostřednictvím finálního grafického výstupu může rozhodnout, zda získaný výsledek již splňuje jeho představy, nebo zda je nutné v úpravách parametrů pokračovat.

Přívětivé grafické prostředí IDRISI **Makro Modeleru** tak nabízí uživateli nejen jednoduchý způsob tvorby kartografického modelu, ale také možnost jeho rychlé modifikace. Na finálních obrazových výstupech lze výsledky dosažené prostřednictvím různých vstupů nebo různých parametrů snadno posuzovat, a tímto způsobem získávat (nejen při plánování lidské činnosti v krajině) podklady k optimalizovanému rozhodování.

Příspěvek vznikl jako součást řešení výzkumného záměru Lesnické a dřevařské fakulty MZLU Brno č. 434100005 (Trvale udržitelné obhospodařování lesů a krajiny - od koncepce k realizaci)

Kontakt:

Doc. Vladimír Židek, Ústav 411 (geoinformačních technologií), LDF MZLU v Brně, e-mail: zidek@mendelu.cz