



TARTU ÜLIKOOL
LOTE Geograafia osakond

IDRISI algkursus

(LOOM.02.245)

Jüri Roosaare



Euroopa Liit
Euroopa Sotsiaalfond



Eesti tuleviku heaks

2010

Sissejuhatus tarkvarasse IDRISI

Andes Edition (ver.15.01 alusel)

dots. Jüri Roosaare



Kursuse korraldus

- $6L + 7*2P + 10e + 22i = 2EAP$
- Eesmärk: teha algtutvus edaspidises õppetöös vajaliku konkreetse geoinfo tarkvaraga.
- Lõpeb arvestusega, milleks on vaja:
 - sooritada ettenähtud praktilised harjutused;
 - tunda programmi kasutajaliidest harjutusülesannete sooritamise mahus.
- Kursuse edukalt lõpetanu oskab kasutada tarkvara Idrisi Andes lihtsamate ülesannete lahendamiseks ning tunneb tarkvara üldist ideoloogiat sel määral, et suudab iseseisvalt edasi õppida.

Andes



idrisi

IDRISI algkursus

Geograafiaosakonnas on olemas ***Idrisi Andes Campus License***, mis lubab kasutada tarkvara piiramatult paljudes arvutites, seetõttu toimub kursus Andide versioonile tuginevalt.

Mõne muu versiooni kasutamine oleks pigem erand (mõeldav vaid sisulisel põhjusel).

Andid on olemas arvutiklassis (ruum 106), samuti paljudes personaalarvutites.

Kes soovib seda oma arvutisse, palun pöörduda paigaldusfailide ning kasutusnäpunäidete saamiseks

Kalle Tihemetsa poole
(LOOM infotehnoloogia
peaspetsialist,

tel. 737 5088, 506 7366,

meil: kalle.tihemets@ut.ee

10e

Kursuse "kodu"

Inimesed

Osalejad

Tegevused

Foorumid

Kursuse materjalid

Ülesanded

Administreerimine

Online Users (mobile)

(last 5 minutes)



- e-õppe keskkonnas **MOODLE**
- vastavalt ÕIS-is registreerumisele saadan ma meilitsi kursusele sisenemise **võtme**

Andes

Euroopa Liit
Euroopa Sotsiaalfond

Eesti tuleviku heaks

IDRISI algkursus

(LOOM.02.245)

Tere tulemast
loomuga tarkvarakursusele,
stabiilset universaalset,



Kuna MOODLE'is – erinevalt Blackboardist – puudub mõistlik **meilihaldussüsteem**, siis isiklikku laadi mured tuleks läkitada mu tavameilile: roosaare@ut.ee



AINEKAVA

6L

- Rasterkujutised ning nende käsitleus geoinfosüsteemides.
- Tarkvarapere IDRISI: ajalugu, üldpõhimõtted ja **Andide** kasutajaliides.
- Kujutiste visualiseerimine ja kaardi-kompositsiooni loomine.
- Üksikkujutiste teisendamine.
- Kaardialgebra ja kartograafiline modelleerimine.
- Töö atribuutandmetega; andmevahetus ja -teisendused



14P

AINEKAVA

1. PILTIDE VAATAMINE
Kasutajaliides; projekti haldamine; Idrisi kui ruumiandmete brauser.
2. KAARDIKOMPOSITSIiooni LOOMINE
Andmekihid, nende import ja eksport. Rasterdamine. Värvipaletid ja sümbolite valik.
3. SOBIVUSKAART
Ümberklassifitseerimine ja ülekatteoperatsioonid.
4. AJALINE KAUGUS
Kaardialgebra keerukamad operatsioonid.
- 5.-6. KOOLUTAMINE
Projektsiooniteisendused; digimine skaneeritud kujutiselt ning tulemuse koolutamine
7. RUUMILISED PÄRINGUD
Andmebaaside töötuba; andmeväljavõtted rastrilt ning nende import andmebaasi.



Iseseisev töö

22i

- ülesannete lõpuni lahendamine (klassis jõuab keskeltläbi poole peale);
- lugeda, mida Idrisiga veel teha saab ja mõelda, mida teie temaga teha tahate.



Rasterkujutised ning nende käsitletus geoinfosüsteemides

Lähme alustuseks koolilastele mõeldud veebilehele:

[Eesti Geograafia CD](#)



Vektorpilt suumimisel



Idrisi Explorer

Sissejuhatus





Vektorpilt suumimisel

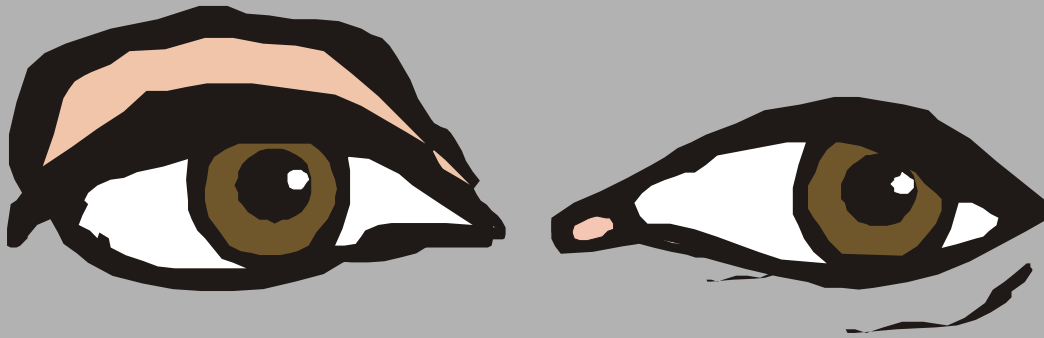


Vektorpilt suumimisel





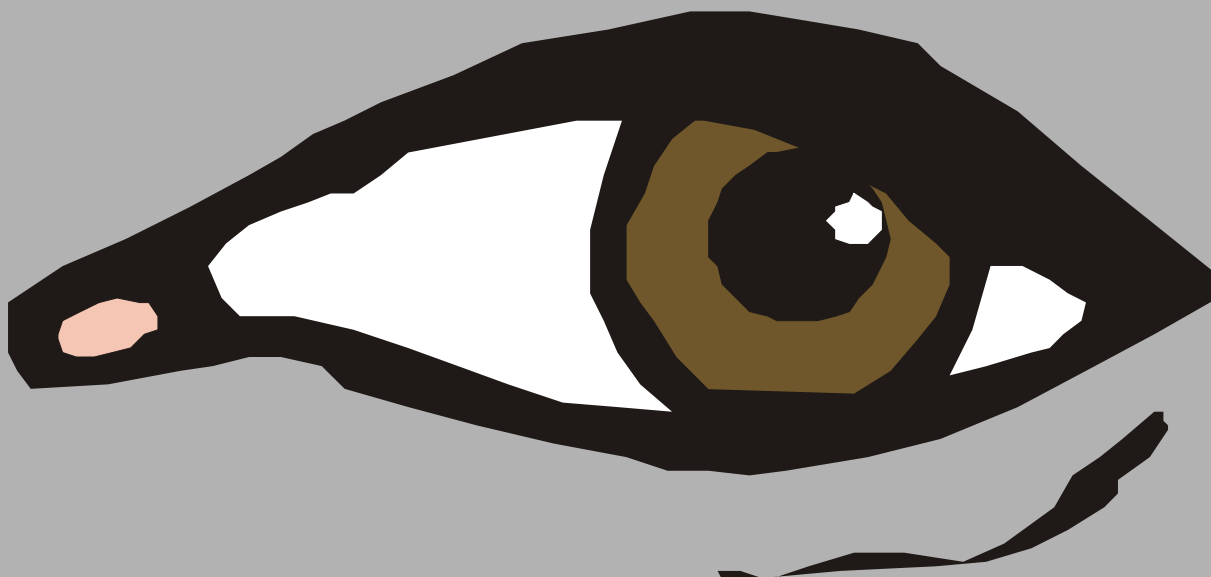
Vektorpilt suumimisel



Lincolni silmad pildil on konkreetset graafilised objektid, mis suumimisel ei muutu...



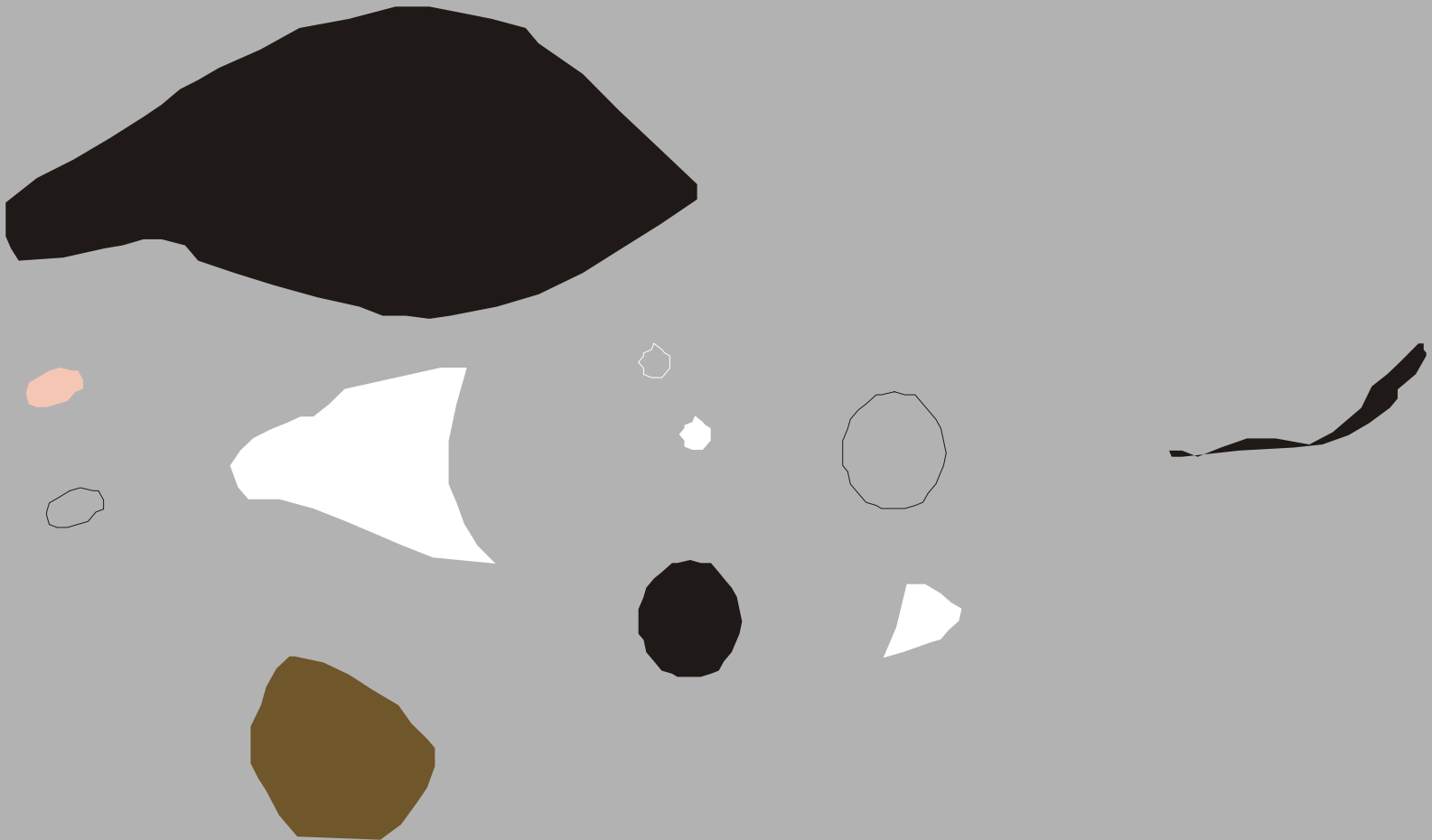
Idrisi Explorer



Sissejuhatus



Idrisi Explorer



Sissejuhatus

...ja mis koosnevad mitmesugustest
geomeetriaprimitiividest



Idrisi Explorer

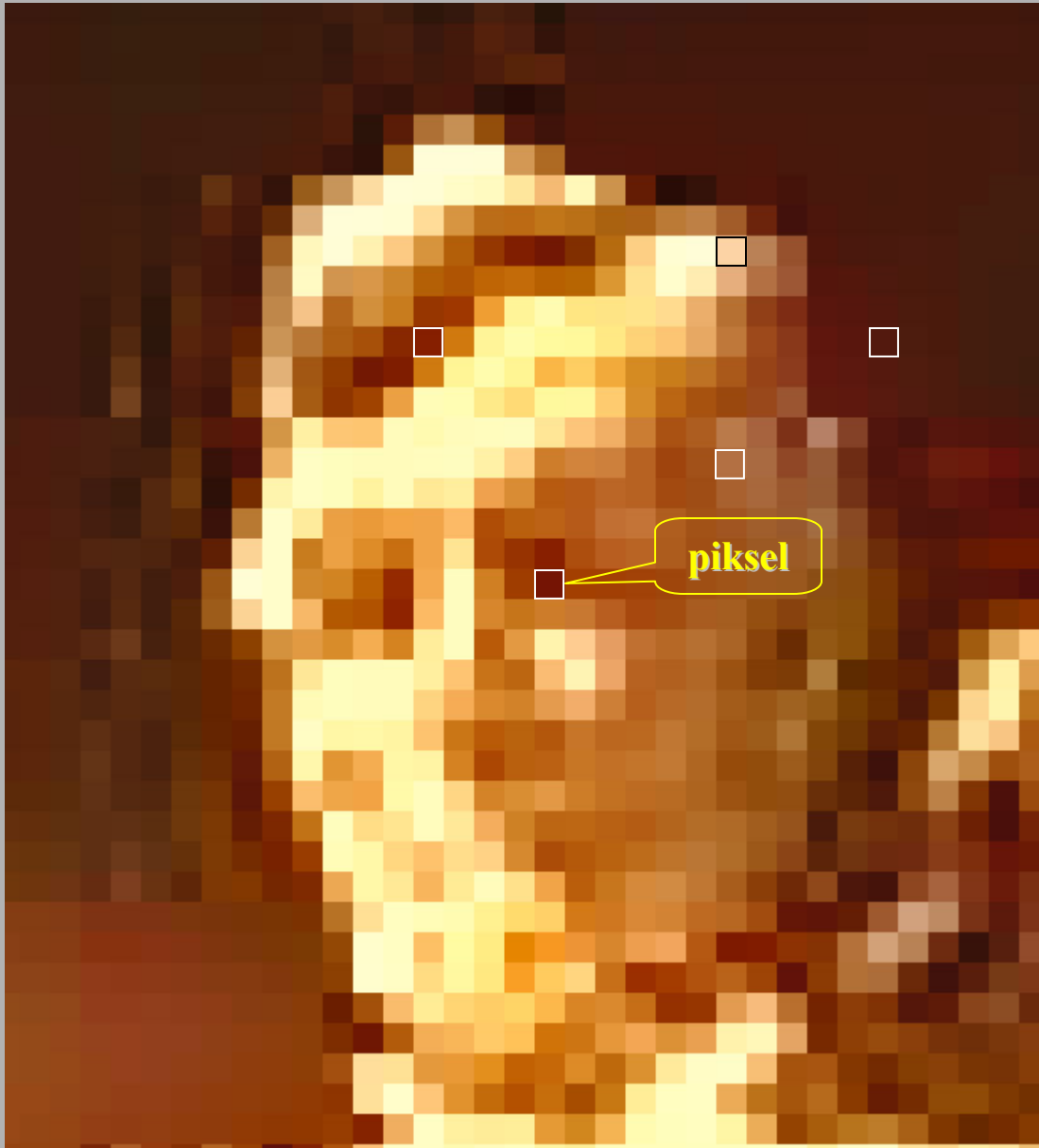


Raster suumimisel

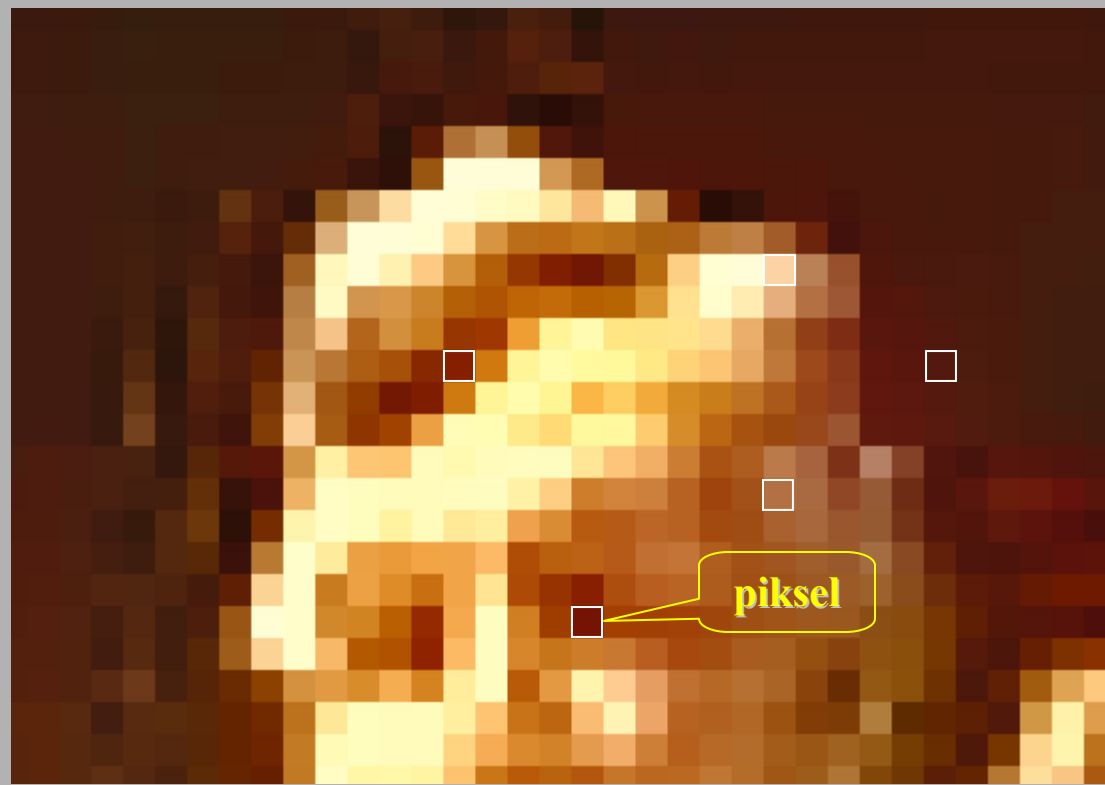
Sissejuhatus



Idrisi Explorer



Sissejuhatus



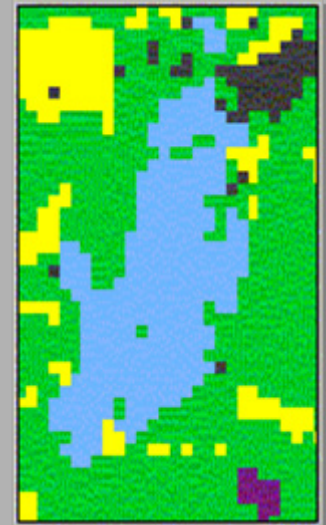
- Igal piksilil on ainult üks atribuudi väärtus:
 - värv, heledus;
 - identifikaator (ID).

ID-ga saame siduda suvalise omaduse tabelandmetest!

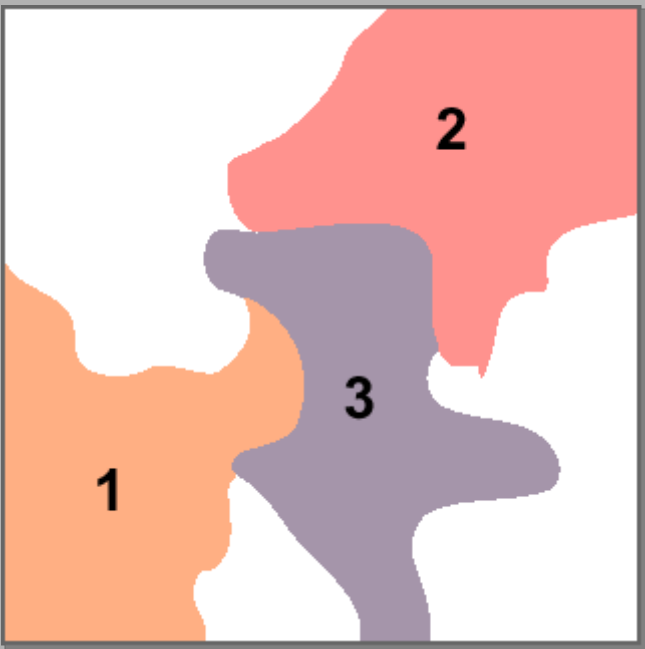
- “Pildi” meie silmale moodustavad paljud pikslid üheskoos
 - Lincolni silmad pildil on statistiline nähtus

RASTERANDMED GISis

- Sisuliselt:
 - rasterkuju puhul esitatakse andmed pikslite ehk tsellide ehk rastrielementide kaupa;
 - rasterkujul esitatakse eeskätt pidevaid, väljana vaadeldavaid nähtusi.
- Tehnilistel põhjustel:
 - rasterkujul on kaugseire- ja skannerseadmetest saadavad andmed;
 - rasterkujul on väljundseadmetesse saadetavad andmed.



Rasterkujutisele vastab arvutis arvumaatriks.



0	0	0	0	0	2	2	2	2
0	0	0	0	2	2	2	2	2
0	0	0	2	2	2	2	2	2
0	0	0	3	3	3	2	2	0
1	0	0	1	3	3	2	0	0
1	1	1	1	3	3	0	0	0
1	1	1	3	3	3	3	3	0
1	1	1	0	3	3	0	0	0
1	1	1	0	0	3	0	0	0

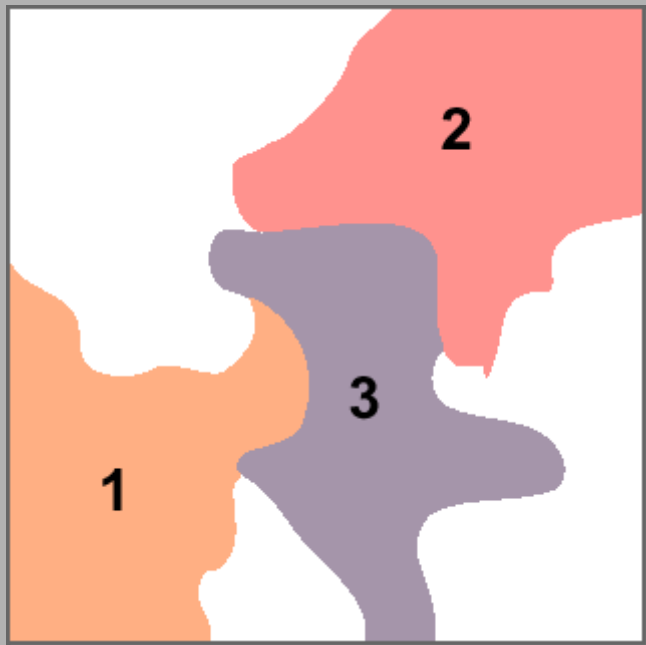


- 0
- 0
- 0
- 0
- 0
- 2
- 2
- 2
- 2
- 2
- 2
- 0
- 0
- 0
- 0
- 0
- 2
- 2
- 2
- 2
- 2
- 2
- 0
- 0

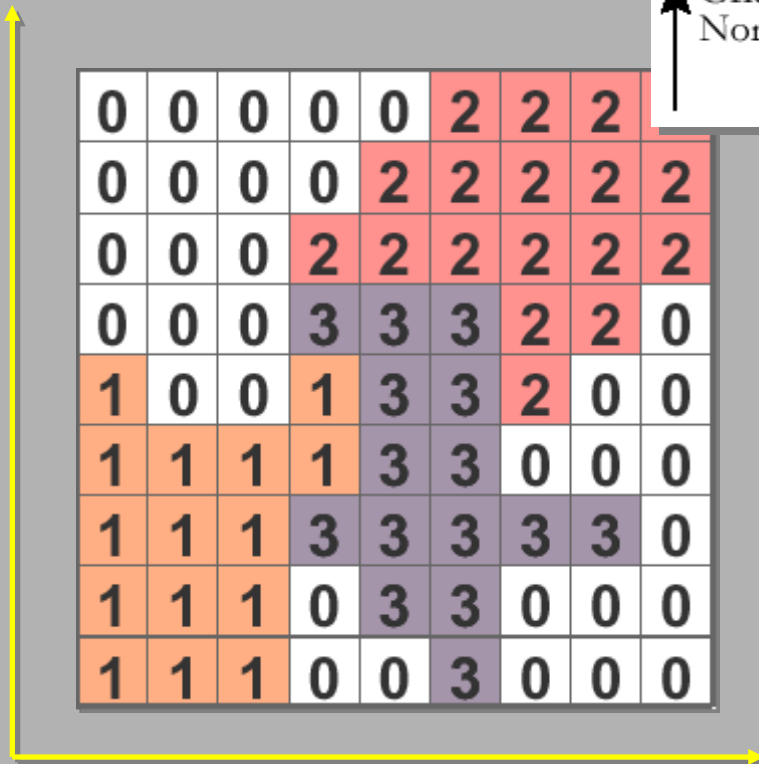
Rasterandmeid kirjeldatakse GIS-tarkvarades

- ridade ja veergude arvuga;
- rastrielemendi suurusega;
- asendiga koordinaatide süsteemis.

Rasterkujutisele vastab arvutis arvumaatriks.



y



x

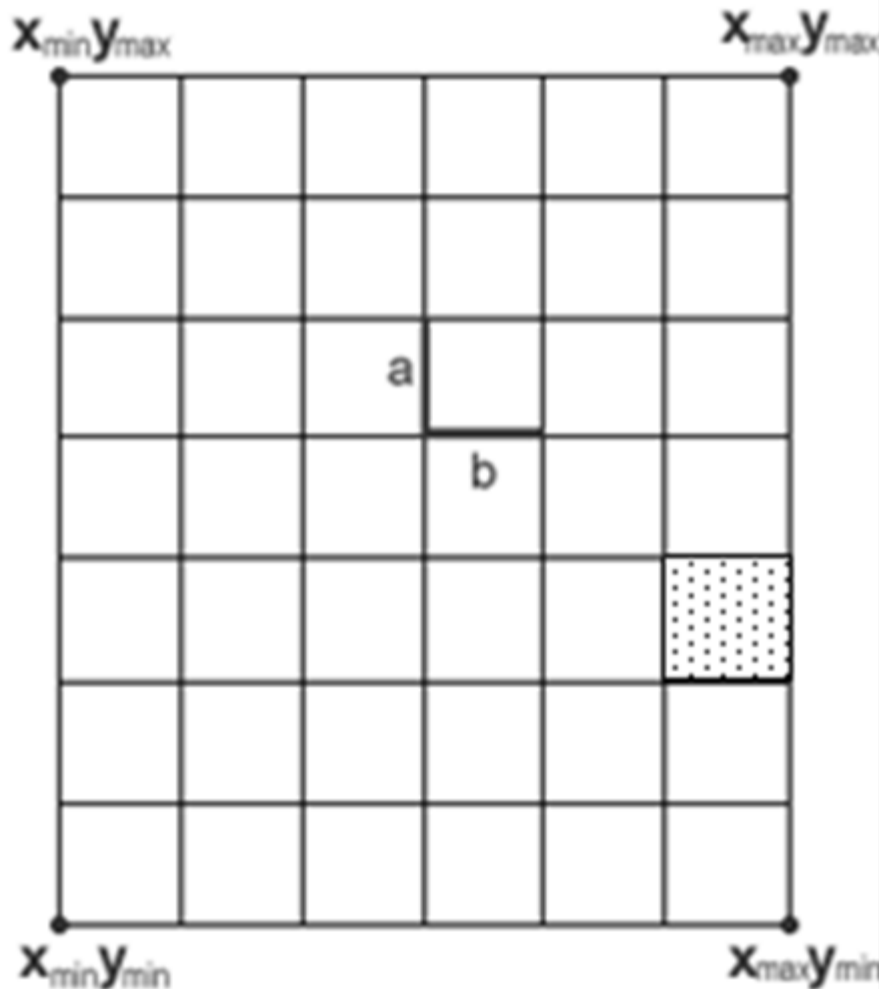
Rasterandmeid kirjeldatakse GIS-tarkvarades

- ridade ja veergude arvuga;
- rastrielemendi suurusega;
- asendiga koordinaatide süsteemis.

Nende vahel on lihtsad matemaatilised seosed, mida peab mõistma, et mõista, kuidas toimib raster-GIS



Idrisi Explorer



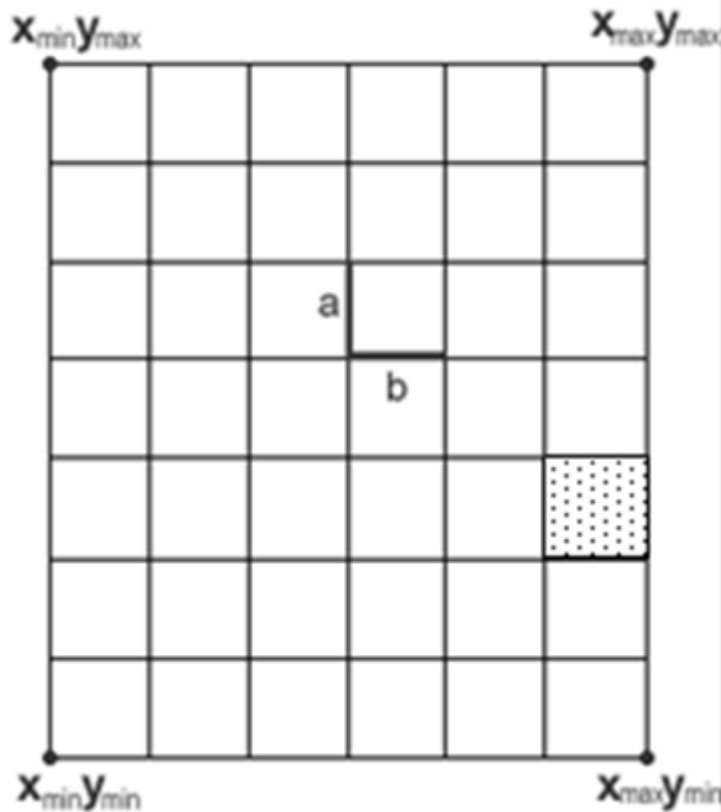
Rastri mõõtmed

- Kõrvaloleval illustratsioonil on 42 pikslist koosnev raster.
- Kui on teada, et rastris on 7 rida ($M = 7$) ja 6 veergu ($N = 6$), et pikslid on ruudud ($a = b$) ja otspunktide koordinaadid on $(x_{\min}y_{\min}, x_{\min}y_{\max}, x_{\max}y_{\max}, x_{\max}y_{\min})$ on antud mingis referentsüsteemis (näiteks Eesti põhikaardi ristkoordinaadistikus), siis sellega on määratud ka iga piksli suurus.
- Kui lepime kokku pikslite nummerdamise reeglites – näiteks vasakult paremale, ülalt alla – on määratud ka iga piksli nurgapunktide asukoht.
- IDRISIs on nii kokku lepitud, et ridade ja veergude loendamist alustatakse nullist!

Sissejuhatus

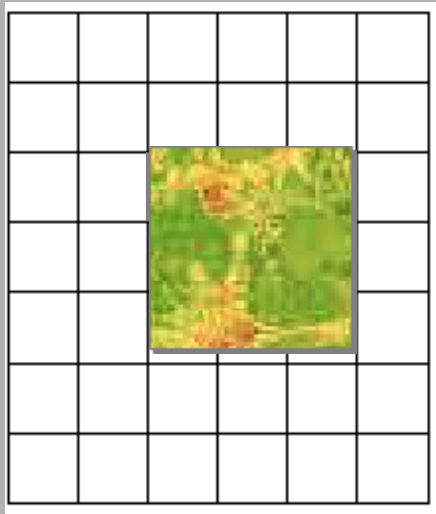
Näiteks 30. piksli nurkade koordinaadid on

$[x_{\min} + 5b, y_{\max} - 5a]; [x_{\min} + 5b, y_{\max} - 4a]; [x_{\max}, y_{\max} - 4a]; [y_{\max} - 5a].$



Rastri mõõtmed

- Tegelikult oli eeltoodus andmeid isegi liiast, mistõttu neid arvutusvalemeid saaks kirjutada välja mitmel moel ja osa andmeid võiks ka ära jätta.
- Näiteks $N = (x_{\max} - x_{\min}) / b$ ja $M = (y_{\max} - y_{\min}) / a$, millest on näha, et vajalikud on:
 - rastri kahe nurgapunkti koordinaadid (tavaliselt kasutatakse $x_{\min}y_{\min}$ ja $x_{\max}y_{\max}$) ja
 - piksli suurus.
- Piksli number (toodud näites 30.) või tema rea ja veeru number (4. rea 5. veerg) on lokaalsed (maatriksisisesed) koordinaadid.
- Neid kasutatakse sageli arvutustes, kus on tähtis pikslite omavaheline suhteline asend (eri kihtide ülestikku asuvad pikslid, sama kihi naaberpikslid jms), mitte aga geograafilised koordinaadid.



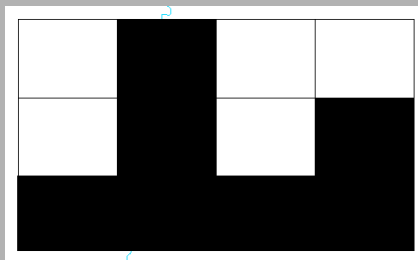
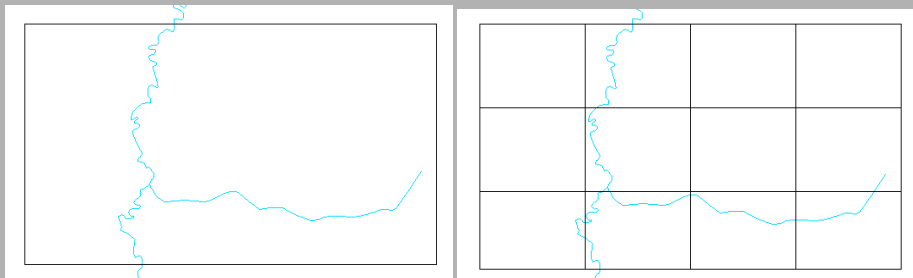
Kuidas on saadud rastrielemendi väärtus?

- Rastrielemendi keskväärtus
- Rastrielemendi keskosa väärtus
- Väärtus võrepunktides (rastrielemendi nurgas)
- Iga element võiks vajada “sisulist lahendust”
 - näiteks maakasutuse puhul peaksime kasutama **moodi**
- Tavaliselt võetakse rastrielement “piisavalt väike”

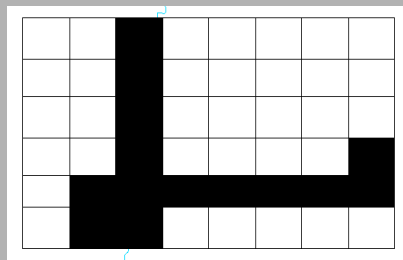
Kui detailne (suur/väike) peab raster olema?

- Pikel peab olema sisuliselt vaadeldav **geograafilise punktina**

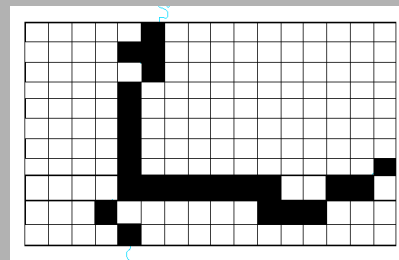
jõgedevõrk



1 x 1 km



0.5 x 0.5 km



100 x 100 m

● Töötuse käigus võib vaja olla rastrit muuta

Sissejuhatus



Piksli referentspunkt

- IDRISIs kasutusel olev, matemaatikast lähtuv lähenemine võtab aluseks piksli alumise vasaku nurga.
- See teeb – kui kasutada näiteks eeltoodud joonise tähistusi – arvutusvalemid lihtsamaks.
- Kasutusel on ka teine, pigem geograafiast lähtuv lähenemine, mis võtab aluseks piksli keskpunkti kui ruudu ruumilise keskme (seda kasutab näiteks ArcGIS).



Kuidas rasterandmeid kokku pakkida?

- Rasterandmed võivad olla väga suured:
 - näiteks Eesti rasterkujutis 1x1 m piksli korral
 $400\ 000 \times 275\ 000 = 110\ 000\ 000\ 000$ pikslit;
 - kui iga piksel on 32-bitise arvuti “loomulikes värvides”, siis on vaja
 $4 \times 110\ 000\ 000\ 000 = 440\ 000\ 000\ 000 \sim 400$ Gbaiti

Kuidas rasterandmeid kokku pakkida?

- Sarikodeerimine (*run-length codes*)

- 5_0,4_2,4_0,5_2,3_0,...

- LZW (Lempel-Ziv-Welch andmetihendusmeetod):

- töötati välja 1984, ühesuguste pikslite asemel kodeerime sarnaseid pikslijadasid (nt “neli nulli ja neli kahte”).

- Blokk-kodeerimine, ruutpuud:

- sarnased pildiblokid (näiteks 3*4 nulli ülal vasakul).

- Lainekeste meetod - MrSID

0	0	0	0	0	2	2	2	2
0	0	0	0	2	2	2	2	2
0	0	0	2	2	2	2	2	2
0	0	0	3	3	3	2	2	0
1	0	0	1	3	3	2	0	0
1	1	1	1	3	3	0	0	0
1	1	1	3	3	3	3	3	0
1	1	1	0	3	3	0	0	0
1	1	1	0	0	3	0	0	0



Lähme nüüd IDRISI enda juurde...

IDRISI

ajalugu ja üldpõhimõtted

[IDRISI "kodu"](#)



Idrisi Explorer



Väike eraülikool Worchesteris,
Massachusettsis Bostoni lähedal,
tuntud psühholoogia ja geograafia
poolest



Professor **Ronald Eastman**

Sissejuhatus

IDRISI

- alates 1987
- nimi araabia kartograafi *Al-Idrisi* järgi
- algul puhtalt rastertöötlus pakett
 - aluseks kaardialgebra ideed
 - oluliseks osaks kogu aeg olnud kaugseire andmete töötlus
 - nõrgaks kohaks kogu aeg olnud
 - vektorandmete käitlus (vahepeal **CartaLinx** ja **AnaLinx**, nüüd koostöö ArcGIS-iga)
 - andmebaasitoe kohmakus
 - kartograafilise väljundi kujundamine
- algul MS DOS keskkonnas (levinuim versioon 4.1)
- alates 1995.a. Windows versioonid
 - praegu võib käibelt leida:
 - Idrisi32R2
 - Idrisi Kilimanjaro
 - Idrisi Andes Edition
 - Idrisi TAIGA

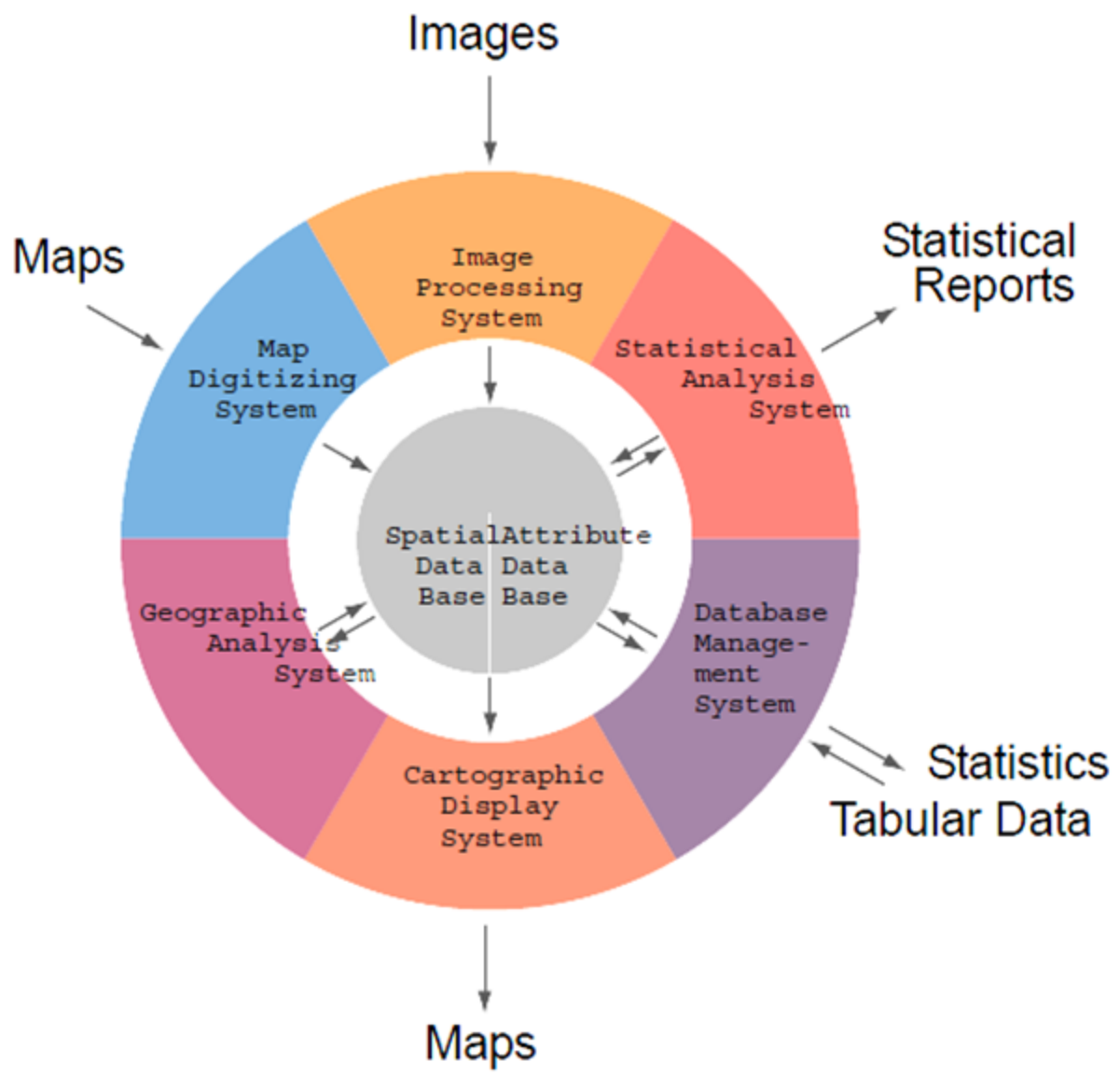


ärgi

peamine sihtühm: akadeemiline maailm

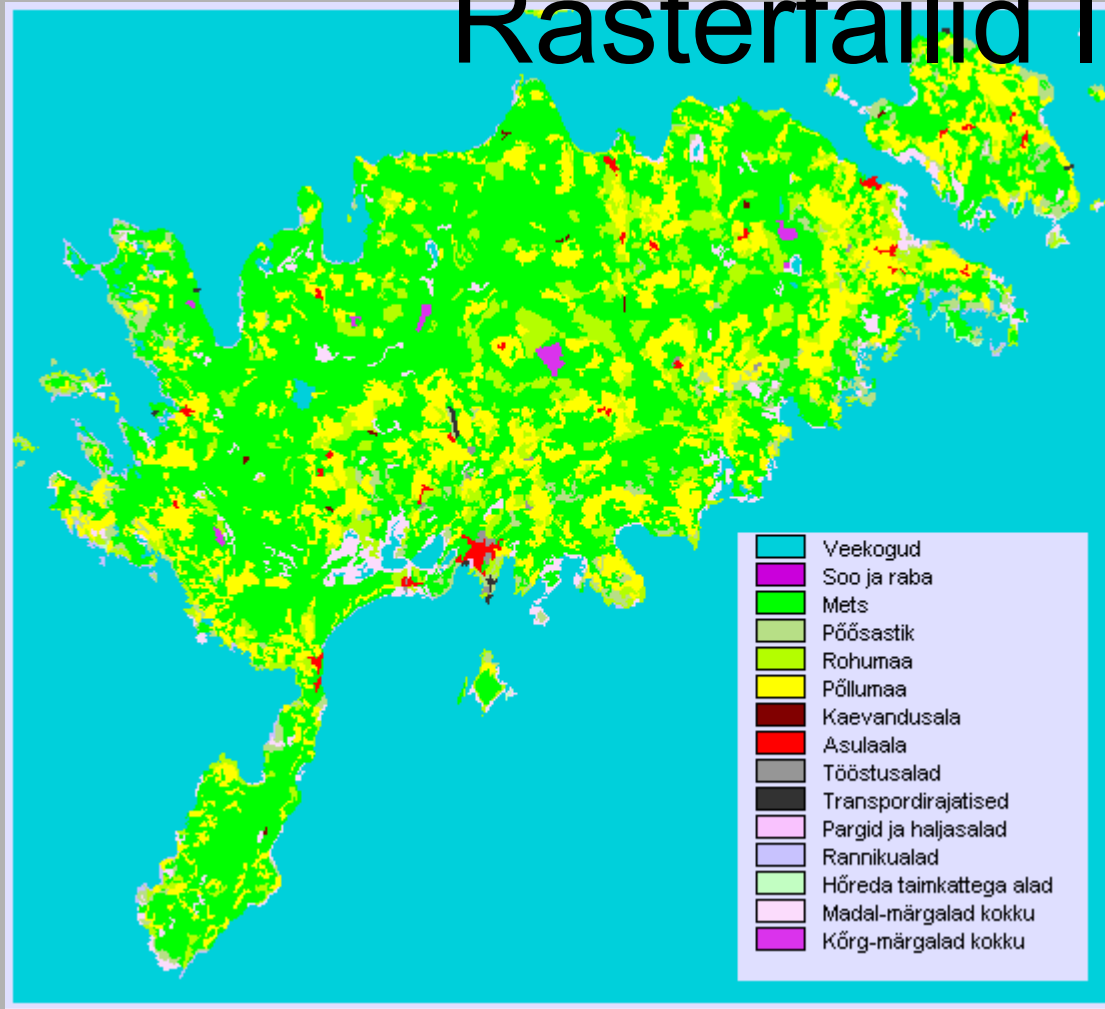
- nõrgaks kohaks kogu aeg olnud
 - vektorandmete käitlus (vahepea Geomatica ja ArcGIS-iga)
 - andmebaasid
 - kartograafiline väljund
- algul (võimalikult vinnuim versioon 4.1)
- alatehtud versioonid
 - p... leida:
 - Idrisi Kilimanjaro
 - Idrisi Andes Edition
 - Idrisi TAIGA

Sissejuhatus



IDRISI
komponendid
idrisilaste endi
nägemuses

Rasterfailid Idrisis



- raster ise
***.RST**
- metaandmete fail
***.RDC**
 - kõik oluline .rst rastri numbrijada tõlgendamiseks on siin!
- **rastri numbriline sisu ning selle visualiseerimine – mida mis värviga näidata – on lahus!**
 - värvipalett

2000_muumaa_dust.rst	700 KB	10.06.2009 11:30
2000_Saaremaa.RDC	2 KB	16.06.2009 11:08
2000_Saaremaa.rst	861 KB	16.06.2009 10:58



Idrisi Explorer

Projects Files Filters

- 2000_Eesti_16.rst
- 2000_Hiiumaa_uus.rst
- 2000_Saaremaa.rst
- 2006_Eesti_16.rst

.rst;.rgf;*.ts;*.vct;*.vtx;*.vqi

Metadata

Name	2000_Saaremaa
File format	IDRISI Raster A.1
File title	
Data type	Byte
File type	Binary
Columns	987
Rows	893
Ref. system	Lambert
Ref. units	Meters
Unit dist.	1.0000000
Min. X	369527.6250000
Max. X	468227.6250000
Min. Y	6417515.5000000
Max. Y	6506815.5000000
Pos'n error	Unknown
Y Resolution	100
X Resolution	100
Min. value	1
Max. value	15
Display min	1
Display max	15
Value units	Maakattekoodid
Value error	Unknown
Flag value	None
Flag def'n	None
Legend cats	15
Categories	1=Veekogud,"2=Soo ja raba"
Lineage	"This file was created by the A
Completeness	
Consistency	
Comment	

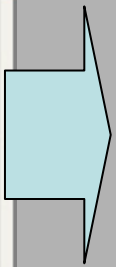
Metaandmed

Failihaldussüsteemi (*Idrisi Explorer*) ühes aknas avanevad vaatluse all oleva faili metaandmed.

Nende mõistmine on äärmiselt oluline!

Metaandmed

Metadata	
Name	2000 Saaremaa
File format	IDRISI Raster A.1
File title	
Data type	Byte
File type	Binary
Columns	987
Rows	893
Ref. system	Lambert
Ref. units	Meters
Unit dist.	1.0000000
Min. X	369527.6250000
Max. X	468227.6250000
Min. Y	6417515.5000000
Max. Y	6506815.5000000
Pos'n error	Unknown
Y Resolution	100
X Resolution	100



Current data type:		Current file type:	
Output data type		Output file type	
<input checked="" type="radio"/> Integer	<input type="radio"/> Real	<input type="radio"/> ASCII	<input checked="" type="radio"/> Binary
<input type="radio"/> Byte		<input type="radio"/> Packed binary	
Conversion type (if applicable)			
<input type="radio"/> Truncation	<input checked="" type="radio"/> Rounding		

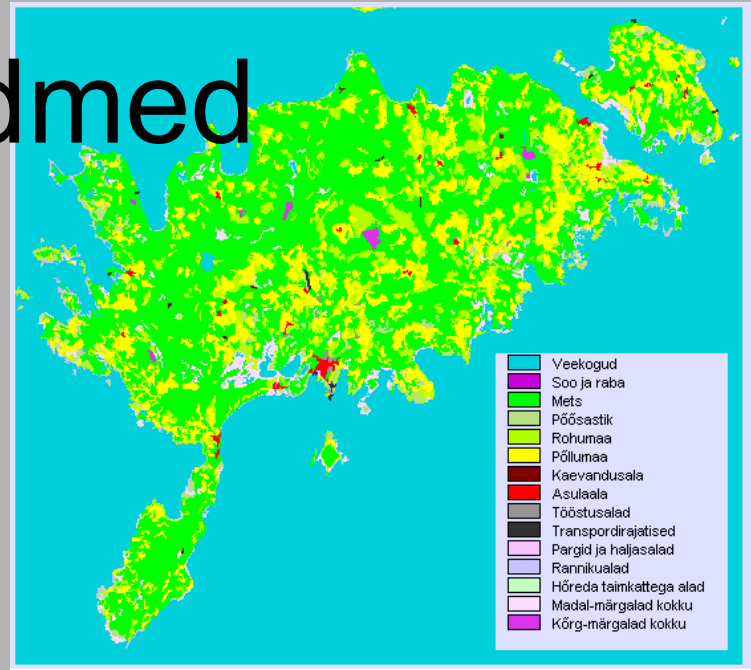
Idrisi Explorer

Projects Files Filters

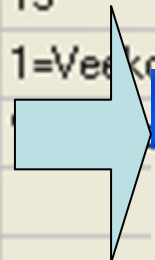
- 2000_Eesti_16.rst
- 2000_Hiiumaa_uus.rst
- 2000_Saaremaa.rst
- 2006_Eesti_16.rst

.rst;.rgf;*.ts;*.vct;*.vlx;*.vgi

Metaandmed



Min. value	1
Max. value	15
Display min	1
Display max	15
Value units	Maakattekoovid
Value error	Unknown
Flag value	None
Flag def'n	None
Legend cats	15
Categories	1=Veekogud "2=Soo ja raba"
Lineage	
Completeness	
Consistency	
Comment	



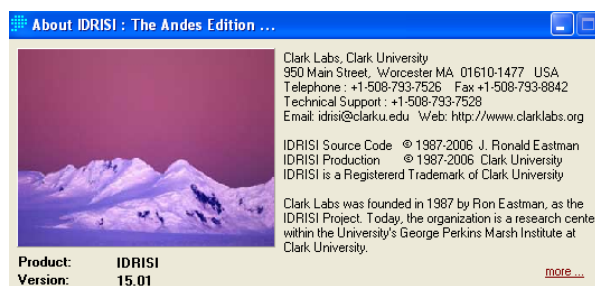
Lineage

2

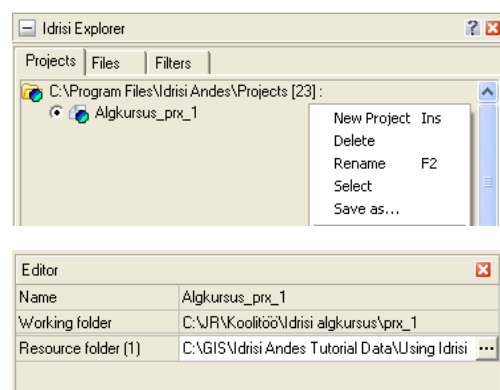
This file was created by the ASSIGN module with the command line:
 C:\GIS\CORINE\clc2000_Saaremaa.rst*C:\GIS\CORINE\2000_Saaremaa.rst*

IDRISI Andes Edition: esimene tutvus kasutajaliidesega; erinevate kujutiste kuvamine

Käesolev juhend eeldab, et õpitav tarkvara (*Idrisi Andes Edition*, edaspidi IA) on juba arvutisse paigaldatud ja esimene tutvus kasutajaliidesega (toimus loengus) on juba tehtud.



Ülesanne 1–1. Käivitage IA, avage failihalduri (*Idrisi Explorer*) vahekaust *Projects* ning looge uus projekt. IA küsib teilt selle projekti töökausta – looge see omale sobivas kohas. Projekti nimeks saabki töökausta nimi, kuid projekti saab (ja on ka soovitatav) ümber nimetada. Avatud projekti metaandmed kirjutatakse IA vastavasse kausta (*Projects*). Kui töötate üldkasutatavas arvutis (näiteks arvutiklassi omas), siis on mõistlik (korraldusega *Save as...* →) ka projekti enda metaandmed kuhugi oma kausta salvestada, sest siis pole need IA-d avades igäühele nähtavad (IA näitab kausta *Projects* all vaikimisi vaid projekte, mis on kaustas ...*Idrisi Andes\Projects*). Lisaks töökaustale, kuhu IA oma tulemusi kirjutab (sealt saab ta faile ka lugeda), tuleks seada samuti nn. **ressursikaustad**, kust IA faile üksnes loeb. Käesoleva praktikumi jaoks piisab vaid ühest, IA enda õppeandmeid sisaldavast ressursikaustast: ...*Using Idrisi*.



Ülesanne 1–2. Pakkige oma töökausta lahti **MOODLE**’ist alla laetud andmefail **prx1_andmed.zip**. Enamik kasutatavatest andmetest asub siiski õppeandmete kaustas ja ei puuduta Eestit – põhjuseks on vajadus piirata alla laetavate andmete mahtu. Avage *File/User Preferences* ning sealt seadke vaikimisi failinime prefiksiks **prx1_**.

Esimese asjana vaatame erinevaid juba valmis rasterkujutisi ning tutvume selle käigus kasutajaliidese põhiliste tööriistadega. Need aitavad teil vastata **Vastuste lehel** olevatele küsimustele.


Ülesanne 1–3. Avage failihalduri failide vaheleht, sealt kaust ...*Using Idrisi* ning seal tehke hiire topeltploks faili nimel **westluse.rst**. Avaneb Westboro linna lähiümbruse maakasutust näitav, praegu vaid ühest kaardikihist koosnev rasterkujutis. Samal ajal avaneb ka kujutisega manipuleerimise aluseks olev aken **Composer**, kust aktiivse kihi omadusi saab seada nupust **Layer Properties**. Vastake küsimustele, tehke selleks vajalikud operatsioonid.

Ülesanne 1–4. Lisage kujutisele kaks uut kihti: **westelev.rst** ja **westroad.vct**. Selleks ploksake algul **ühe korra** faili nimel ning uurige metaandmete paneelil avanevatest andmetest, millega on tegemist (faili formaat, klasside arv ja iseloom). Seejärel tuleks **Composer**’i kihi lisamise nupust avada spetsiaalne dialoogiaken ning seal teha sobivad valikud. Vastake küsimustele!


Ülesanne 1–5. Eemaldage kihid **westluse** ja **westroad** ning muutke (vajadusel) reljeefikiht läbipaistmatuks. Lahendage küsimustele vastamiseks vajalikud ülesanded. Sulgege Westboro reljeefi käsitlev kaardiaken.

Ülesanne 1–6. Loengus oli meil juttu erinevatest andmetüüpidest (baidilised, täisarvulised ja reaalarvulised andmed). Vaadake, milline on faili **sierra234.rst** andmetüüp. Kuvage see fail. Vastake küsimusele (vajadusel IA *Help*’i kasutades).

Ülesanne 1–7. Eelmises ülesandes vaadatud kaugseirepildi, nn. valemvärvilise sünteeskujutise sisulist poolt uurite edaspidi kaugseire kursuses. Käesolevas ülesandes me kasutame seda aga kolmemõõtmelise ortograafilise kujutise (veel üks kuvamisviis!) illustreerimisel. Sierra Nevada (Hispaania) ühe aheliku reljeefi kajastab kujutis **sierradem** (võite seda korraks vaikimisi seadetega vaadata). Moduliga ORTHO (käivitub nupuga

 saame luua reljeefi hästi esile toova pildi, mis tavaliselt drapeeritakse ortofotoga. Viimase asemel kasutame me satelliidipiltidest saadud kujutist **sierra234**. Käivitage ORTHO ja seadke paika kajastavaks ja drapeerivaks kujutiseks sobivad failid. Väljundfaili nimi laske IA poolt automaatselt genereerida, tehes vastavas lahtris hiire topeltploksu. Väljundi lahutusvõimeks (*Output resolution*) seadke oma kuvarist üh astme võrra madalamad väärtused. Vajutage **OK**.

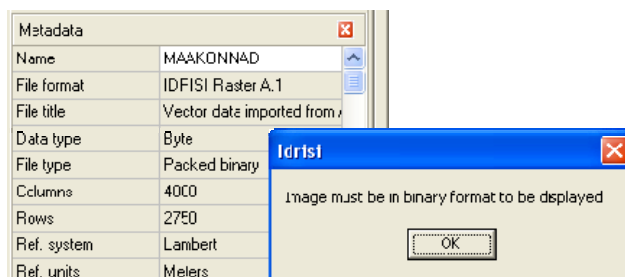
Küsimustele vastamiseks muutke väljundfaili nime, lahutusvõimet ja vaatenurka. Lõpuks sulgege ORTHO.

Ülesanne 1–8. Järgmiseks ülesandeks on vaadata stereopilti. Avage nupuga  *Display Launcher* ning kuvage fail **Ikonos1** halli paletiga (*GreyScale*). Lisage teise kihina **Ikonos2**, samuti halli paletiga. Viimatilisatud kihti sisse-välja lülitades (või selle kihi läbipaistvusega mängides) saate veenduda, et tegemist on sama ala kohta käivate, kuid veidi nihkes kujutistega. Tegelikult moodustavad nad stereopaari, mille stereoeffekti saab IA-s nähtavale tuua anaglüüfi meetodil.


Avage **Idrisi Tutorial** (menüüst *Help*) ning täitke seal ülesanne **1-3j** (lk. 21). Prillid saate praktikumi juhendaja käest. Kui olete edukalt lõpetanud, sulgege IA-s kõik aknad.


Järgmisena, õieti selle praktikumi viimase ülesandegrupina võtame käsile Bb-st allalaetud ruumiandmed, mis pärinevad koolilastele mõeldud EGCD-lt ning Eesti maa-ametist. Esiolgu olid nad vektorkujul, kuid käesoleva harjutuse jaoks on nad juba ära rasterdatud. Vektorandmetega tegeleme edaspidi. Meie eesmärgiks nüüd on luua Eesti maakondade keskmist rahvastiku tihedust näitav rasterkujutis, lisada sellele vajalikud kaardielemendid ning salvestada kaardikompositsioon tavalise rasterpildina.

Ülesanne 1–9. Teie oma töökaustas on lahtipakitult failid **maakonnad.rdc** ja **maakonnad.rst** (loengus oli juttu, et iga IA rasterkujutis on kahe failina: .rdc sisaldab metaandmeid ning .rst andmemaatriksit ennast). Neist IA failihalduris peaksite nägema vaid .rst faili, mille plöksates kajastub paneeli allosas .rdc faili sisu. Püüdke hiire topeltploksuga kuvamisaknas avada faili **maakonnad.rst**. Tulemus peaks olema selline nagu kõrvaloleval illustratsioonil.




Järelikut peame faili tüüpi muutma (menüüst *Reformat/CONVERT*). Uueks sobivaks tüübiks on *Byte* ja *Binary*. Andke väljundfailile sobiv, **lähtefailist erinev** nimi. Konverteerige, kuvage tulemus, vastake küsimusele.

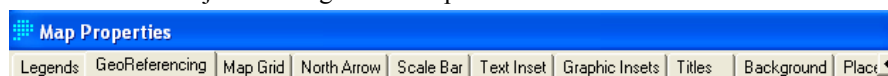
Ülesanne 1–10. Vajutage alla kursorpäringu nupud  ning vaadake, millised andmed meil maakondade kohta teada on. Veenduge, et seda pole just palju. Täiendavad andmed on omaduste tabelis, mis praegu on meil MS Accessi faili **mk_2006.mdb** kujul.

Käivitage nupuga  IA andmebaasitugi ning avage seal eelnimetatud andmebaasifail. Avanenud tabeli 1. veerus on maakonna ID-d (veenduge, et ID-de numbrid tabelis ja kujutisel klapiivad kokku!) ning veerus TIHEDUS on kaardistatavad rahvastiku tiheduse andmed. Andmetabeli sidumiseks rasterkujutisega tuleb IA-s luua teatud tüüpi abifail (nõndanimetatud väärtusfail – .avl laiendiga). Valige andmebaasitoe menüüst *File/Export/Field/to AVL* ning andke avanenud akna lahtritele sobivad väärtused.

Tekitatud väärtusfaili (selle sisu saate soovi korral vaadata, kui seate IA failihalduri vahelehe *Filters* abil näidatavaks failitüübiks ka *.avl, vahelehel *Files* valite hiire parema klahvi alt avanevast rippmenüüst *Refresh* ning seejärel failil plöksates rippmenüüst *Show Structure*) abil arvutame kujutise maakonnad.rst ID-sid kajastava rasti ümber tihedusi kajastavaks rastroks. Selleks käivitage menüüst *GIS Analysis/Database Query/Assign* ning pange seal paika sobivad parameetrid; saagu näiteks väljundfaili nimeks **el_tihedus**.

Kui arvuti lõpetab ja kuvab tulemuse, siis veenduge kursorpäringutega, et tulemus on see, mida tahtsite.

Kujutise tagapõhja paremaks kuvamiseks saab kasutada *Composer*'i nuppu . Püüdke leida sobiv klasside arv, klassifitseerimisviis (saab ja tuleb lihtsalt katsetada!) ning värvipalett. Lisage kaardile mõõtkava, põhjasuund, pealkiri (soovi korral ka muud tekstid), kasutades selleks *Map Properties* all avanevaid võimalusi. Kui olete valmis, siis salvestage tulemus *Composer*'i nupu *Save* alt avaneva akna kaudu nn. bitmapina (BMP formaadis). Vastake küsimustele ja manustage oma .bmp fail vastuste faili.



IDRISI Andes Edition: esimene tutvus kasutajaliidesega; erinevate kujutiste kuvamine**Ülesanne 1–3.**

Kujutise **westluse** vaikimisi värvipaletiks on

Mis juhtub, kui värvipaletiks seada IDRIS256? Miks?

Selle kujutise ühe rastrielemendi (piksli) mõõdud on: ... Selgitage, kuidas te need leidsite!

Mis juhtub kujutisega, kui kasutada alltoodud nuppe?



Milline on maakasutus punktis koordinaatidega: $x=253.5$; $y=292.5$?

Milline on suurima maakasutusliigi pindala? **Selleks on pindalagaha**

Sellele küsimusele vastamiseks tuleb viia kursor legendile ning parema hiireklahviga avada rippmenüü, kust saab valida *Calculate Area* ning sobivad ühikud.

Ülesanne 1–4. Maakasutuse rasterkiht jäi nüüd reljefikihi alla. Maakasutuse nähtavaks tegemiseks on kolm võimalust. Millised need on?

1. ...
2. ...
3. ...

Ülesanne 1–5. Vaadake *Layer Properties/Display Parameters* alt, millist värvipaletti kasutatakse. See on

Proovige, kas teil õnnestub leida sobivam palett. Kui jah, siis:

- a) mis on selle nimi ? –
- b) mille poolest on ta sobivam? –

Reljefikaardi kõrgusvahemik (kõrguste amplituud) on:

Vaikimisi kasutatud klassifitseerimismeetod on ning klasside arv on

Kui teie arvates klasside arv ei ole optimaalne, siis millist klasside arvu kasutaksite teie? Miks?

Ülesanne 1–6. Mida tähendavad selle faili nimes olevad tähed **RGB**?

Miks selle kujutise kuvamisel ei ole võimalik valida värvipaletti?

Ülesanne 1–7. Mis juhtub kui muuta väljundi lahutusvõimet (minimaalseks, maksimaalseks)?

Mis juhtub, kui vähendada vaatenurka poole võrra (seada *Viewing angle* 30 kraadi peale)?

Ülesanne 1–9. Vaadake oma töökaustast, milline oli esialgse faili **maakonnad.rst** suurus (see oli) ning milline on uue, binaarformaadis faili suurus (see on). Millest niisugune suur erinevus

Ülesanne 1–10. Millised valikud tegite ja miks?

1. Klasside arv:
2. Klassifitseerimisviis:
3. Värvipalett:

Lisage siia pildina oma rahvastiku tiheduse kaardikompositsioon (Wordis: *Insert picture from file...*):

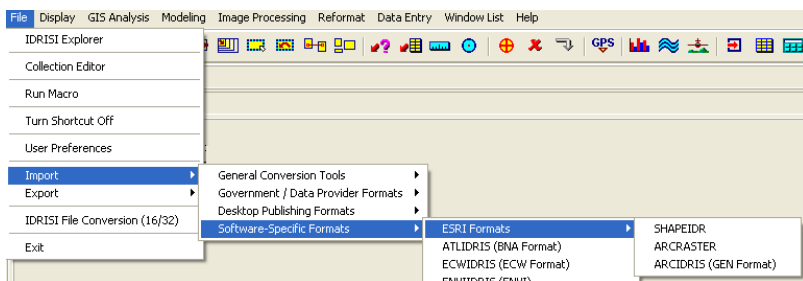
IDRISI Andes Edition: oma kaardi kokkupanek

Teises praktikumis eesmärgiks on kokku panna oma kaart, tehes selleks kõik vajalikud andmeteisendused, analüüsid ja kujunduse. **Käesolev juhend** eeldab, et 1. praktikumi ülesanded on lõpetatud.

Võtame vaatluse alla tükikese – täpsemalt, Kuutsemäe ümbruse – Eesti baaskaardi alusel loodud rasterkujul kõrgusmudelilt (konstrueerimise, täiendamise, parandamise jms tehnilistel detailidel peatumata), millele lisame veekogude kihi. Disainime kõrgusmudelile sobiva värvipaleti. Uurime nõlvakaldeid ning koostame kõrgusprofiili, õppides selle käigus ka kuvarilt digimist. Lõpuks paneme kõik kokku üheks kaardikompositsiooniks.

Ülesanne 2–1. Käivitage IA, soovitatavalt looge selle praktikumi jaoks uus projekt uue töökaustaga. Eraldi ressursikaustu seekord vaja ei ole. Pakkige alla laetud andmefail **prx2_andmed.zip** lahti oma töökausta. Sinna peaks tekkima üks IA rasterkujutise failipaar ning kaks vektorandmete komplekti (ESRI *shape*-failid). Viimased tuleb kõigepealt IA-sse **importida**, sest otse IA neid lugeda ei suuda ja seepärast pole neid ka failihalduris näha.

Ülesanne 2–2. Importige (→) Kuutsemäe ümbruse järvede ja vooluvete vektorandmed IA-sse. Referentssüsteemiks valige *plane* (tasapinnalised ristkoordinaadid) ja mõõtühikuiks – meetrid. Vaadake imporditud vektorikihte ning olemasolevat kõrgusmudelit ja vastake **Vastuste lehel** olevatele küsimustele.



Ülesanne 2–3. Kuna kõrgusmudeli rasterkihil on nurkades piirkonnad, mille kohta kõrgusmudel puudub (praeguses variandis on kõrguseks 0, aga see ei näita mitte merepinda, vaid andmete puudumist), siis peaksime lähteandmetest sobiliku tüki **välja lõikama**, nii et meie kaardile ei jääks puuduvate andmetega piirkondi. Sellisteks operatsioonideks (neid nimetatakse graafikaprogrammides ka **kadreerimiseks** – *crop*) on IA-s moodul WINDOW (menüüs *Reformat*), kuid praegusel juhul, kui meil on vaja lõigata vaid ühte kihti (vektorkihte IA lõigata ei oska), on seda lihtsam teha *Composer*'i korraldusega **Save**, valides variandi „*Save current view of highlighted raster layer...*”. Tehke seda.

Ülesanne 2–4. Vaadake nüüd eelmises ülesandes loodud kujutist. Vastake küsimustele!

Kuigi vaikumisi kasutatav kvantitatiivne värvipalett annab kõrgusmudeli värve edasi tõenäoliselt üsnagi hästi, võtame järgmiseks ülesandeks uue, oma maitsele vastava **kasutaja värvipaleti** loomise. Harjutamise mõttes teeme seda nullist alustades, kuigi edaspidi mõnd värvipaletti luues võite aluseks võtta mõne olemasoleva, seda muutes ning tulemuse uue nime all salvestades.

Ülesanne 2–5. Käivitage *Symbol Workshop* (🎨) ning seal valige *File / New / Palette*. Nimetage oma värvipalett näiteks **reljeef_eesti_moodi**. Avanevas ruudustikus on 256 lahtrit värvidele 0...255. Neist esimest kasutatakse tavaliselt tagapõhjaks (soovitav jätta mustaks või valgeks). Ülejäänuid võib igaüht eraldi disainida (hiireplöks avab disainiakna), kuid eriti reljeefi puhul oleks mõistlik kasutada nuppu *Blend*, mis automaatselt interpoleerib kahe etteantud värvilahtri alusel vahepealsed lahtrid sujuva värvi üleminekuga. Katsetage ja lõpuks sobiva tulemuseni jõudes salvestage oma palett. Kasutage seda kadreeritud kõrgusmudeli vaatamiseks. Vastake küsimusele.



Ülesanne 2–6. Reljeefi morfoloogiliste omaduste esile toomiseks kasutatakse nn nõlvade **analüütilist varjutamist**. Seda tehakse IA-s mooduli SURFACE (menüüst *GIS Analysis / Context Operators*) tingimusega *Analytical hillshading*. Tehke seda ja – vastamaks küsimusele – katsetage erinevaid parameetrite väärtusi. Väljundkujutistele on mõistlik anda automaatsed vaikumisi nimed (vt. eelmise praxi juhend), siis saab need hiljem kergesti ära kustutada.


Järgnevana käsitleme mõningaid kõrgusmodeli uurimise võimalusi, otsides vastust kahele küsimusele:

1. Kus asuvad järsud nõlvad ning kui suur on nende pindala?
2. Kui palju on alasid, mille kõrgus on 200 m või rohkem?

Ülesanne 2–7. Kasutame nüüd moodulis SURFACE nõlvakalde arvutamise tingimust (*Slope*). Valime nõlvakalde ühikuteks protsendid ning väljundfaili nimetame näiteks **kaldenurgad**. Kui arvutuste aluseks oleval kõrgusmodelil on kõrgusväärtuste ühik (metaandmetes *Value units*, sisuliselt Z-koordinaat) erinev kihi kauguseühikutest (metaandmetes *Ref.units*, sisuliselt X- ja Y-koordinaat), siis nõuab moodul SURFACE teisendus-tegurit (*Conversion from...*). Teie kõrgusmodelil võib väärtusühikuks olla näiteks *Classes* (vaadake metaandmetest järele!), kuigi sisuliselt on mõlemal juhul tegemist meetritega – seepärast sisestage vajadusel teisendusteguri väärtuseks 1. Looge nõlvakallete kujutis ja vastake küsimusele.

Ülesanne 2–8. Kujutiselt **kaldenurgad** oleks meil vaja eristada „järsud nõlvad”. Järskuse kriteeriumi paikapanekuks võiksime silma järgi hinnata kui palju on ühe või teise kaldega nõlvu. Seda saab visuaalselt teha kihi omaduste aknas, seades erinevaid miinimume kuvata-vatele väärtustele. Kui seame vastavasse lahtrisse soovitava väärtuse, siis asendab IA selle automaatselt lähima realselt esineva nõlvakaldega (→). Proovige!



Ülesanne 2–9. Nüüd sooritame sama operatsiooni analüütiliselt, selleks et saaksime hiljem täpselt välja arvutada huvipakkuvate alade pindalad. Kasutame moodulit RECLASS, mis on üks IA sagedamini rakendust leidev abivahend olemasoleva kujutise väärtusvahemike paindlikuks muutmiseks. Käivitage moodul RECLASS (ikoon  või menüüst *GIS Analysis/Database Query*), määratledes sisendkujutiseks **kaldenurgad**. Väljundkujutisele võib anda nimeks näiteks **kaldeklassid**, see saab olema täisarvuline. Seejärel märkige tingimus "kasutaja poolt määratud klassifikatsioon" (*user-defined classification*) ja hakake klassifitseerimisparameetrite aknasse sisestama vajalikke kaldeklasside piire.

Ümberklassifitseerimise loogika, mis mõnevõrra erineb tavapärasest, on järgmine:

<i>Assign a new value of: [arv]</i>	Omistada uus väärtus: [arv]
<i>to the old values ranging from: [a]</i>	vanadele väärtustele alates: [a]
<i>to those just less than: [b]</i>	kuni väärtusteni, väiksemad kui: [b]

Esimese klassi alampiiriks ja viimase klassi ülempiiriks valitakse hästi suur või hästi väike arv nii, et kõik kujutise elementide väärtused oleksid tingimata klassifikatsioonist hõlmatud. Siin võiks kasutamist leida suvaline number, mis on suurem tegelikust maksimumist, kuna tingimuseks oli "**vähem kui**" (*just less than*).

Eristage 1) järsud nõlvad kaldega üle 20%, 2) keskmised nõlvad kaldega 10-20%, 3) lauged nõlvad kaldega 1-10% ning 4) tasased alad kaldega alla 1%.




Ülesanne 2–10. Eristage samamoodi kõrgusmodelilt omaette kujutisse nimega **dem200m** need alad, mille kõrgus on vähemalt 200 m, andes neile aladele klassinumbri 1 ning muudele (madalamatele aladele) klassinumbri 0.

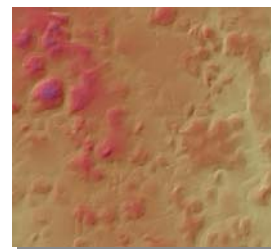
Teie poolt koostatud on **binaarne, loogiline** või nn. **boole'i** (*boolean*) kujutis, kuna ta sisaldab üksnes väärtusi 0 või 1. Väärtus 0 näitab, et antud piksel ei rahulda meid huvitavat tingimust (olla ala kõrgusega vähemalt 200 m) ja väärtus 1 tähendab, et rahuldab. Ehkki sõna "binaarne" (kahend-) on väga tavaline, kirjeldamaks kujutisi, mis koosnevad üksnes ühtedest ja nullidest, kasutame me edaspidi terminit "**boolean**", hoidmaks ära segadusi mõistega "binaarne", sest "binaarne" (*binary*) tähendab meil IA-s eeskätt **andmefaili tüüpi**. Mõiste "boolean" pärineb matemaatilise loogika rajaja George Boole'i (1815–1864) nimest. See termin on siinkohal vastuvõetav ka veel seetõttu, et loogilised operatsioonid, mis mida me hakkame edaspidi sooritama kujutistega, on tuntud kui Boole'i algebra.

Ülesanne 2–11. Järgmiseks ülesandeks on leida nõlvakaldeklasside ning kõrgete alade pindalad. Tehke seda mooduliga AREA (proovige see moodul menüüst ise üles leida või kasutage *Shortcut* akna võimalust). Valige tabelväljund (*Tabular*) ja esitage vajalikud pindalad vastuste faili ruutkilomeetrites. Nn. „mõtlemisküsimusele” ei pea kohe vastama, pigem on see üleskutse iseseisvaks kodutööks.

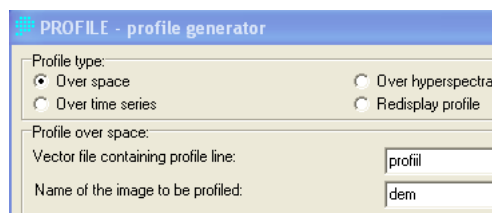
Ülesanne 2–12. Kõrgusprofili koostamine on meie järgmiseks ülesandeks. Et seda parem teha oleks, kombineerime kõigepealt kaks kujutist: kõrgusmodeli ning nõlvade analüütilise varjutuse. Kuvage kõrgusmodel teie poolt loodud värvipaletiga (ül.2-5) ning lisage sinna teise kihina ül.2-6 tulemusena saadud parim kujutis halli

paletiga (*Greyscale*). Edasi muutke nõlvavarjutuse kihi läbipaistvust (vt. eelmine praktikum), nii et tekiks ilmekas kujutis (näiteks →).

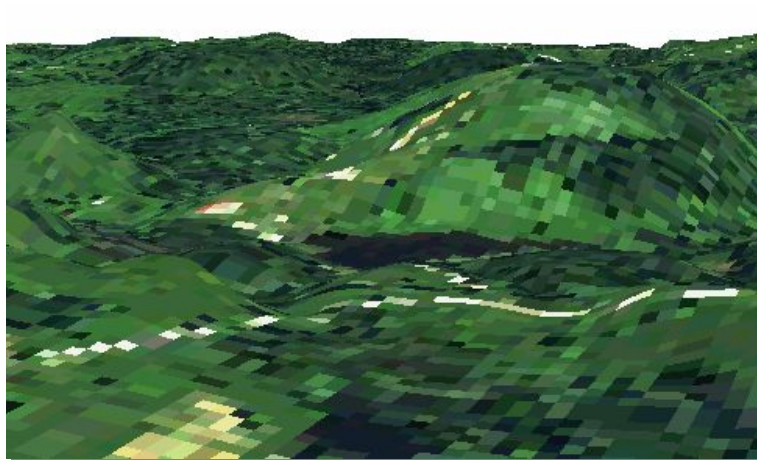
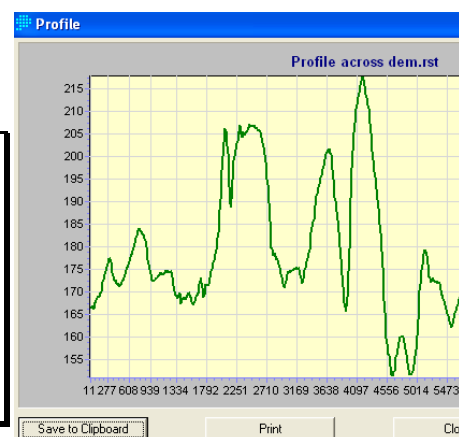
Ülesanne 2–12. Sellele kujutisele tuleks digida profiiljoon, nii et ta läbiks ka Kuutsemäe ja annaks ülevaate ala kõrgusvahedest. Digimine käivitatakse nupuga . Avanevas dialoogiaknas tuleks valida loodava kihi tüübiks joon, identifikaatorid võiks olla täisarvulised. Joone kuvamisstiilil pole tegelikult tähtsust, sellele võib jätta vaikimisi väärtuse. Peale klahvile OK vajutamist muudab kursor kuju ning saategi tegelikult digima hakata. Nupp  võimaldab kustutada, nupp  aga tulemusi salvestada (värv näitab, kas on salvestamata väärtusi). Proovige digida vajalik profiiljoon ja see ka salvestada (muutub siis omaette vektorfailiks). Kui midagi viltu läheb, saate alati kustutada või uuesti teha.



Ülesanne 2–13. Salvestatud profiiljoone vektorfaili alusel saab mooduliga PROFILE (menüüs *Database Query* all) luua kõrgusprofiili. Valige sobivad parameetrid (→) ja tehke seda. Saadud profiil on küll kujunduslikult primitiivsevõitu, aga ikka parem kui eimidagi. Salvestage see lõikepuhvrissse ning muutke mõne graafika-programmi (kui muud pole, siis PAINT) abil tavaliseks rasterpildiks. Manustage (mitte ärge linkige!) see pilt vastuste faili. Kuvage kõrgusmudel (ül.2-11 viisil) ja lisage sinna oma profiiljoon, valides nüüd selle esitamiseks sobiva stiili. Salvestage see samuti pildina ning manustage vastuste faili.



Iseseisva kodutöö ülesanne 2–14. Nagu võisite märgata, on andmete failis mõndagi justkui ülearust. Need „ülearused” andmed on mõeldud käesoleva kodutöö jaoks, mille eesmärgiks oleks kujundada **Kuutsemäe ümbruse kaardikompositsioon**. Sellele saate lisada nii jõed ja järved (sobiva sümbolikaga) kui ka profiiljoone ning eraldi pildina ka kõrgusprofiili. Kes on eriti tubli, võiks uurida *Tutorial* lk. 37, kuidas IA käsitleb **fotokihte** (*Photo Layers*) ning proovida lisada ka kas andmetes toodud kujutisi kui fotosid või siis isegi omatehtud fotosid selle piirkonna kohta. Tulemustest võiks teada anda Foorumis.



IDRISI Andes Edition: oma kaardi kokkupanek

Ülesanne 2–2. Kas kõigi kolme kihi (2 vektor- ja 1 rasterkiht) **ulatused** (s.o. x_{\min} , x_{\max} , y_{\min} , y_{\max} koordinaadid) langevad kokku?

Kui ei, siis kui suur on suurim kiht kilomeetrites? See kiht on, suurusega**x**..... **km**

Ülesanne 2–4. Leidke peale kadreerimist saadud uue kujutise ülemise parempoolse nurga koordinaadid selle kujutise metaandmetest.

Need on ...

Ülesanne 2–5. Mis juhtub, kui te 256 klassi asemel hakkate kasutama üha väiksemat klasside arvu?

Ülesanne 2–6. Milline parameetrite valik toob reljeefi omadused teie arvates kõige paremini esile?

Ülesanne 2–7. Kasutatud kõrgusmudelil on suurim nõlvakalle%

Ülesanne 2–11. Lisage vajalikud pindalad (vajadusel kasutage mõnd kalkulaatorit):

1) Järskude nõlvade (kaldega üle 20%) pindala onkm²,

2) keskmiste nõlvade (kaldega 10-20%) pindala onkm²,

3) laugete nõlvade (kaldega 1-10%) pindala onkm²,

Tasased alad (kaldega alla 1%) moodustavad kogu kujutise pindalast%.

Alasid, mille kõrgus on vähemalt 200 m üle merepinna, leidub kasutatud kõrgusmudelil km².

Mõtlemisküsimus (koduseks tööks): mida näitaks mooduli AREA abil saadud kujutis (*Output format: Image*) ning milleks võiks seda kasutada? Vastuse võiks postitada Foorumisse (kui seal on juba Teie omaga sarnaseid vastuseid, siis neid lihtsalt üle korrata pole vaja).

Ülesanne 2–13. Minu kõrgusprofiil paikneb maastikul järgmiselt:

[siia manustage kõrgusmudel profiiljoonega]

Minu kõrgusprofiil ise on aga järgmine:

[siia manustage kõrgusprofiili pilt]



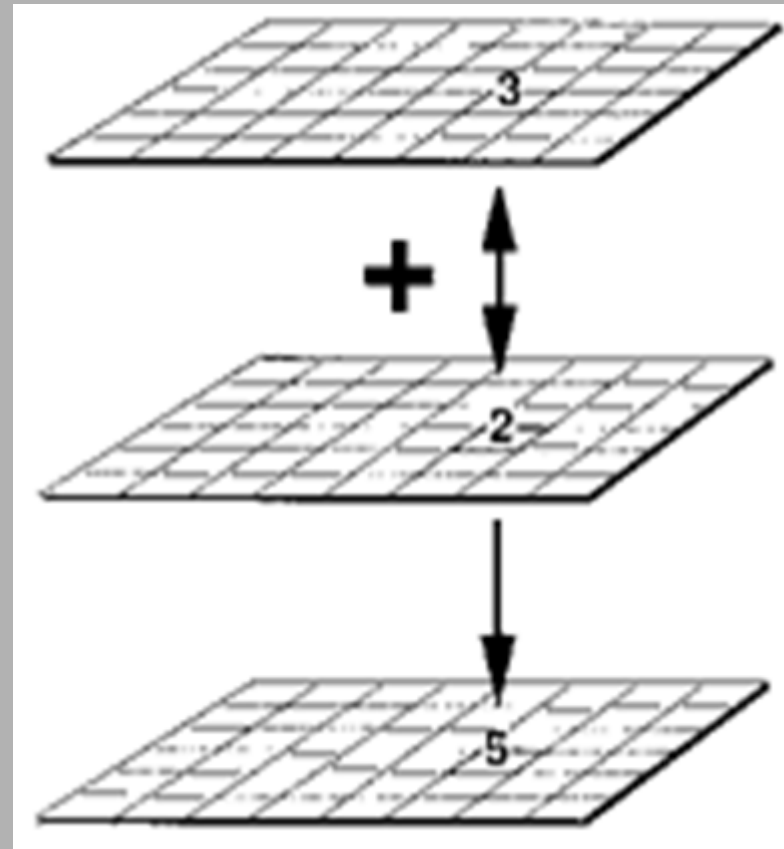
Kaardialgebra ja kartograafiline modelleerimine

Ruumiandmete töötamise üks, suhteliselt kindlapiiriline, hästi mõistetav ja eriti rastermudelile sobiv töötusvaldkond kannab lööksõnalist nime – **kaardialgebra**.

Teemakaartide pealeasetamine (*overlay*)

- Johannes Gabriel Granö 1921
- Ian McHarg 1969
- $U = f\{A, B, C, \dots\}$

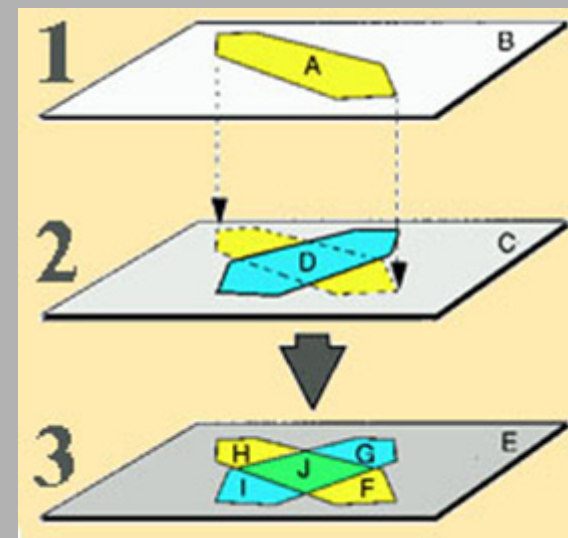
f on kõige lihtsamal juhul aritmeetiline (+, -, *, /), kuid võib olla ka mis tahes muu (logaritmine, juurimine, pöördväärtus, trigonomeetiline – peasi, kui oskame tõlgendada U-d





Eraldi tasub välja tuua:

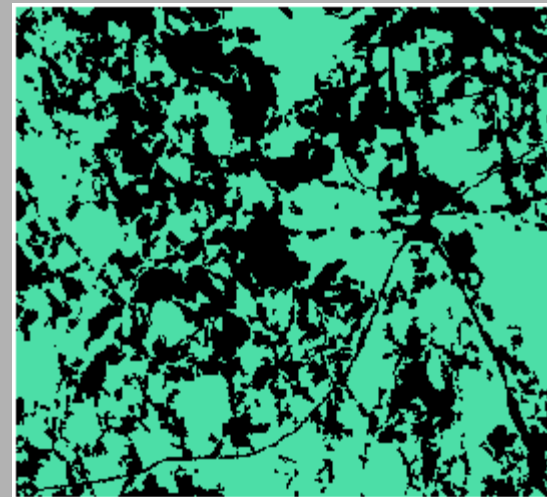
- Loogilised tehted kaardikihtidega:
 - ühend e loogiline liitmine:
VÕI (*OR*);
 - ühisosa e loogiline korrutamine:
JA (*AND*);
 - eitus – MITTE (*NOT*);
 - nende kombinatsioonid.



Venni diagramm

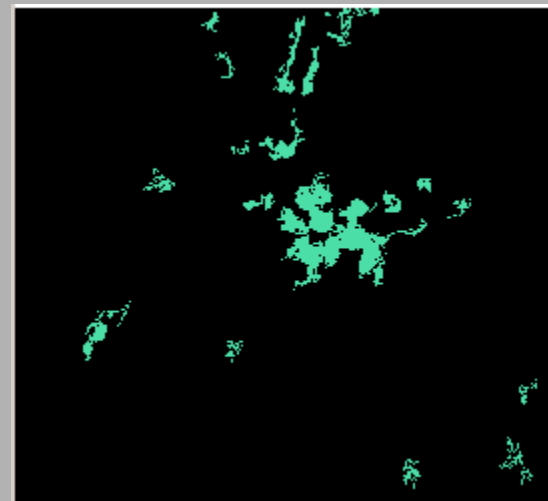


- Näide: kaardikihtide kombineerimine
(nn ülekatteoperatsioonid – i.k. *overlay*)
– Kus asuvad metsased alad?





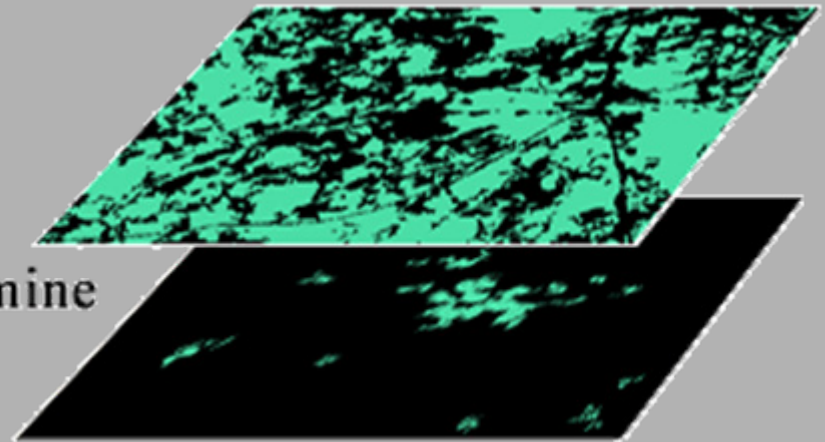
- Näide: kaardikihtide kombineerimine
(nn ülekatteoperatsioonid – i.k. *overlay*)
 - Kus asuvad metsased alad?
 - Kus asuvad märjad alad?



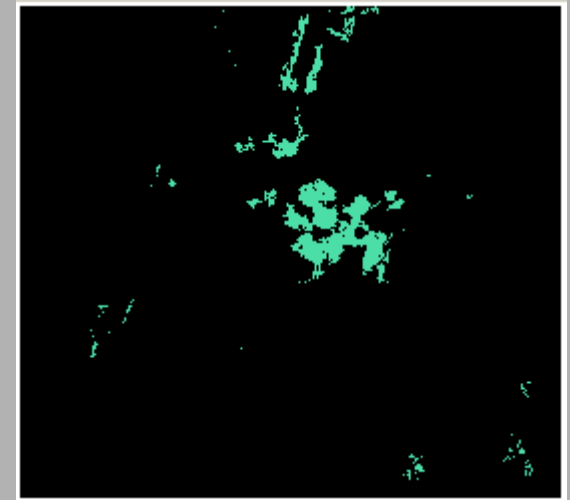


- Kus asuvad alad, mis on metsased JA märjad:

JA
loogiline korrutamine



nii metsased kui ka märjad:



Idrisi Explorer

Kartograafiline modelleerimine

- Kaardialgebra kui mõiste pärineb C. Dana Tomlini töödest (alates doktoritööst 1983) ja tähendas tal
 - mitte ainult “kihtide pealeasetamist” (*overlay*),
 - mitte ainult mingit kindlat meetodit,
 - vaid **lähenemisviisi**.
- Viimases tähenduses (kaardialgebra laias mõistes) on siiski parem rääkida **kartograafilisest modelleerimisest**

8



Kartograafiline modelleerimine

Nii nagu traditsiooniline algebra formuleerib teatava keele, nii on ka kaardialgebra aluseks teatud keel kartograafiliseks modelleerimiseks, mille abil saab teostada operatsioone kaartidega, sõltumata nende konkreetsest sisust ja piirdumata eri kihtide vastavate elementidega.

Sellisele ideele tuginev tarkvara lubab teostada kartograafilist modelleerimist n-ö professionaalses keeles ja on **kartograafilise mõtlemise** vahend.

Nüüdistarkvarades on see realiseeritud

- **kaardikalkulaatoritena**
- **graafiliste modelleerimiskeskondadena**

Image Calculator - Map Algebra and Logic Modeler

Operation type : Mathematical expression Logical expression

Output file name : _____ = Expression to process : _____

7	8	9	/	^X	COVER	EXP	SIN	ARCCOS	
4	5	6	*	NRATIO	NEG	LOGIT	COS	ARCTAN	
1	2	3	-	MIN	RECIP	SQRT	TAN	RAD	
0	.	-	+	MAX	LN	SQR	ARCSIN	DEG	
()	[]	Insert Image				CLEAR	ABS

Process Expression Save Expression Open Expression Cancel Help

Kaardi-kalkulaator

Map Algebra and Logic Modeler

Operation type : Mathematical expression Logical expression

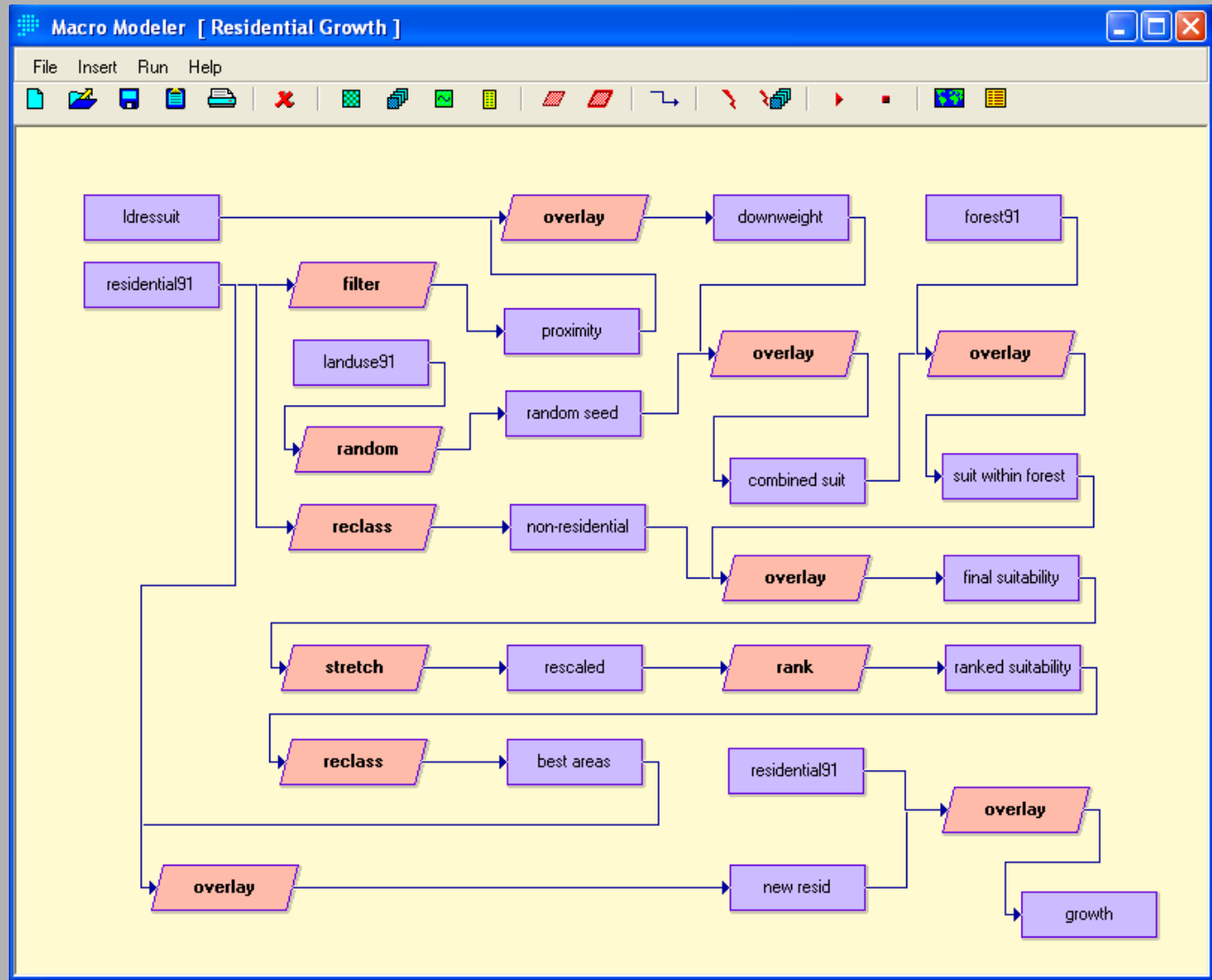
Output file name : _____ = Expression to process : _____

7	8	9	<	<=	AND
4	5	6	>	>=	OR
1	2	3	=		XOR
0	.	-			NOT
()	[]	Insert Image	
			CLEAR		

Process Expression Save Expression Open Expression Cancel Help

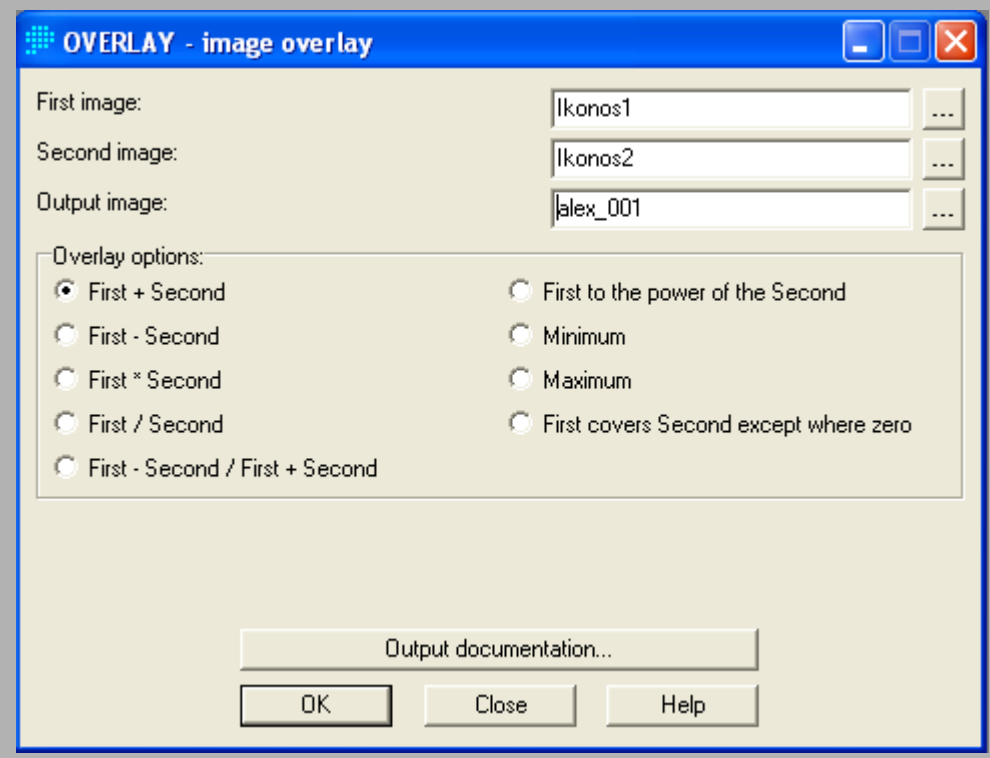
Modelleerimiskeskond

Kartograafiline modelleerimine



Kartograafiline modelleerimine rasterandmete korral

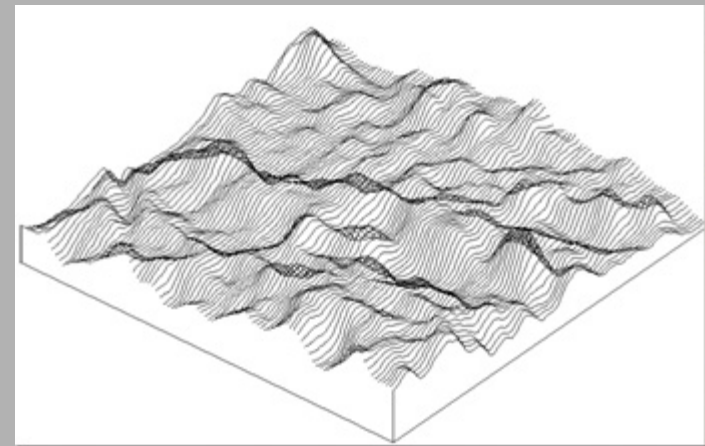
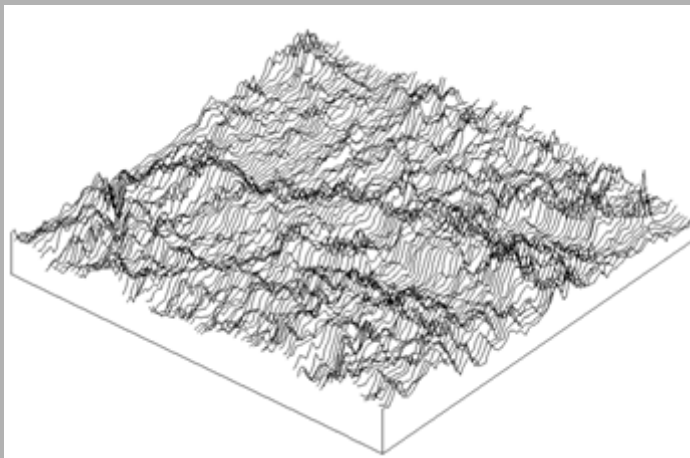
- Lokaalsed operaatorid
 - kaardialgebra kitsamas mõttes
 - operatsioonid erinevate kaardikihtide kohakuti asuvate rastrielementidega
- moodul **OVERLAY**:

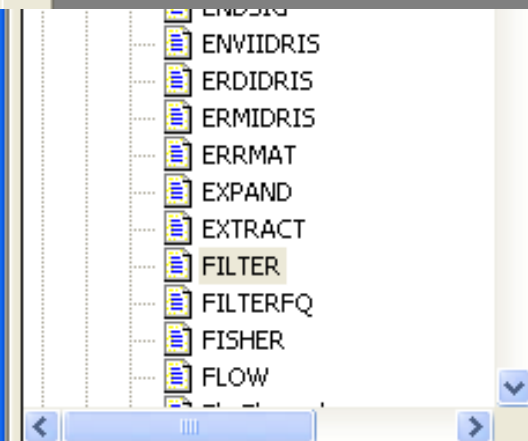
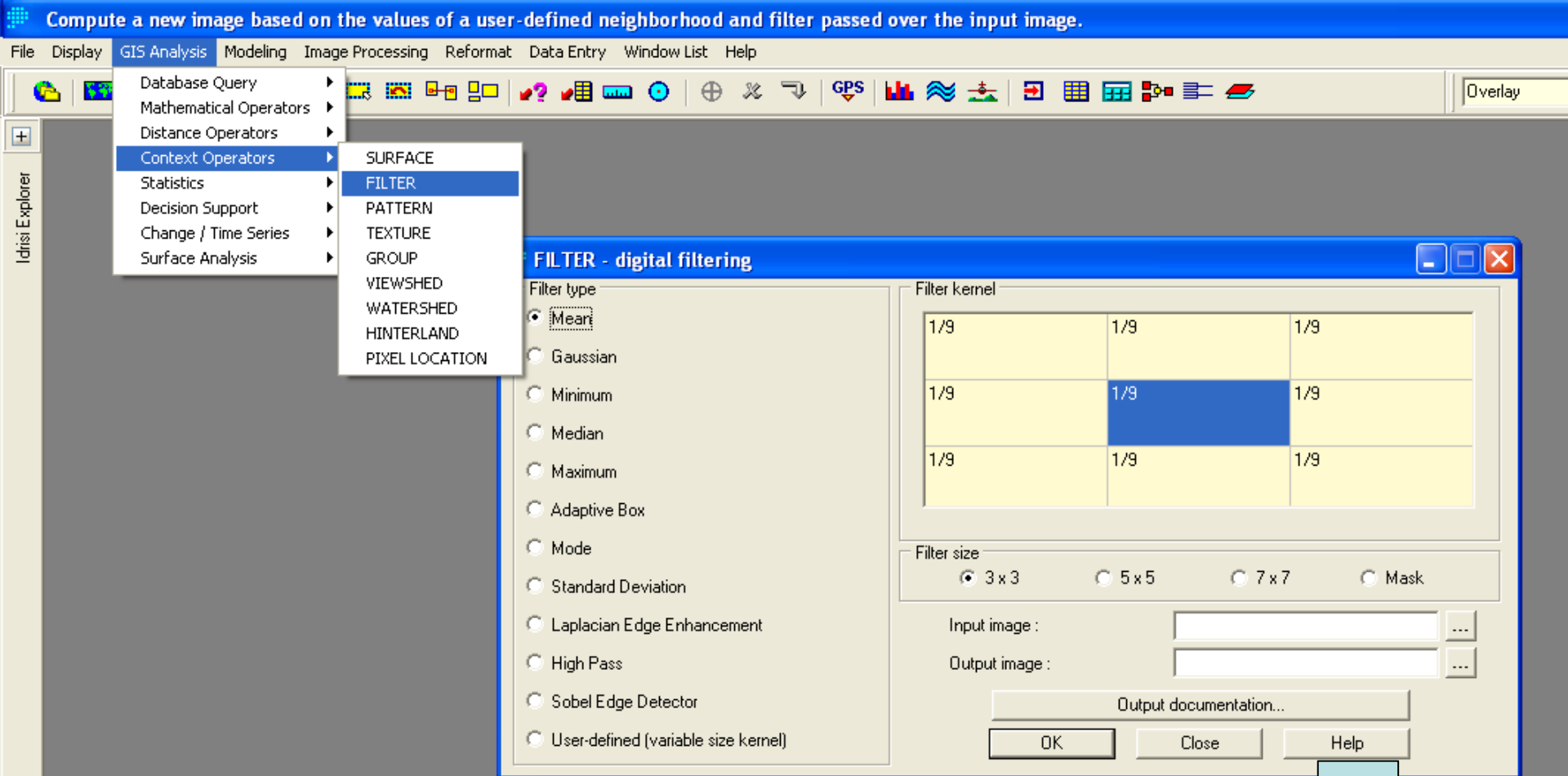




Kartograafiline modelleerimine rasterandmete korral

- Fokaalsed operaatorid:
 - leiavad otsitava(d) väärtuse(d) paiga lähiümbrust arvestades;
 - näiteks pindala või statistilised näitajad (MIN, AVG, MED, MAX, VAR);
 - kõige tüüpilisemad fokaaloperaatorid on filtrid,
 - keskmistavad filtrid siluvad ebatajasusi





An example of the application of this filter is presented by Eliason and McEwan for very noisy radar pixels contain valid data. They applied the filter three times, each time applying it to the output from

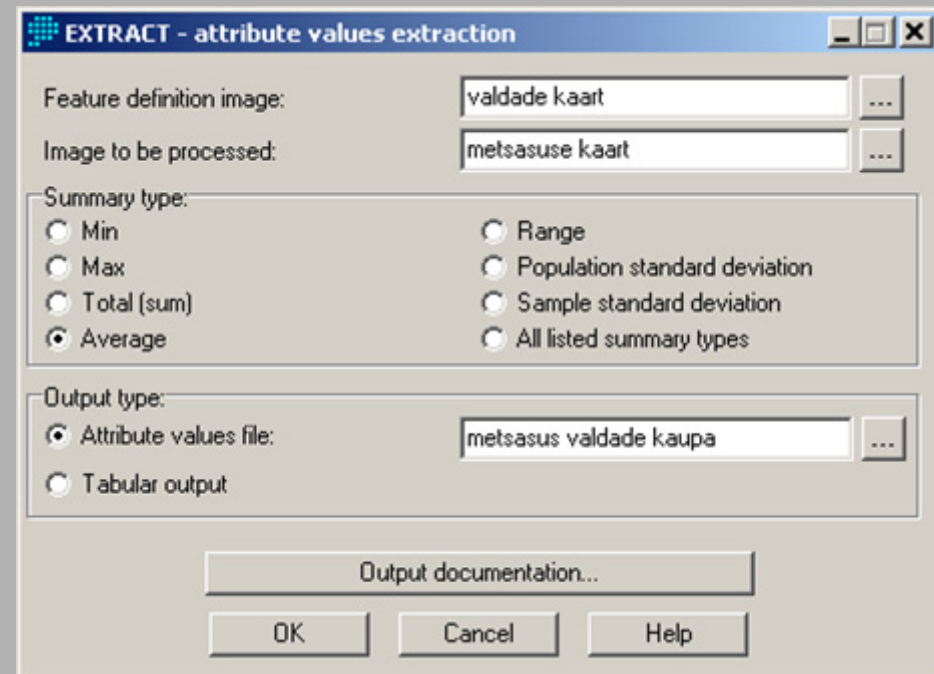
- Pass 1: 7 x 7 filter, 1 standard deviation, 0 difference threshold, replace with zeros
- Pass 2: 5 x 5 filter, 1 standard deviation, 0 difference threshold, replace with mean
- Pass 3: 3 x 3 filter, 1 standard deviation, 0 difference threshold, replace with mean

Passes 1, 2 and 3 correct for the noisiest pixels, second-order noise and third-order noise respectively



Kartograafiline modelleerimine rasterandmete korral

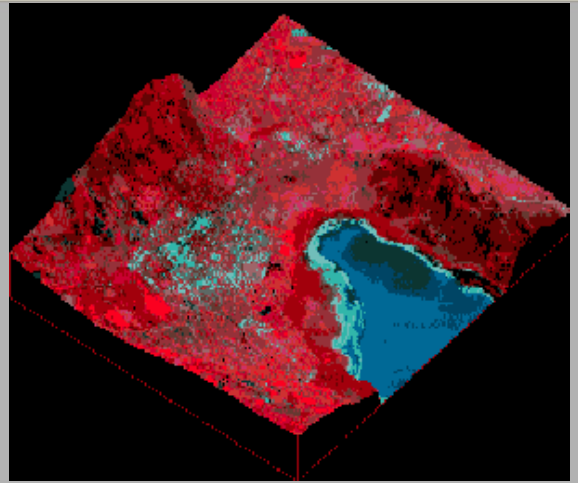
- Areaalioperaatorid (e tsonaalsed operaatorid)
 - Arvutatakse otsitava(d) väärtuse(d), näiteks pindala või statistilised näitajad (MIN, AVG, MED, MAX, VAR)
 - ühe kaardikihi alusel – seda kutsutakse **väärtuste kihiks**;
 - vastavalt areaalidele, mis on määratletud teisel kaardikihil – seda kutsutakse **nähtusi defineerivaks kihiks**.
 - Näiteks valdade keskmise metsasuse leidmine:
 - metsade kaardi (sealt võetakse arvutatavad väärtused) ja
 - valdade kaardi (defineerib, mille kohta arvutatakse) alusel.



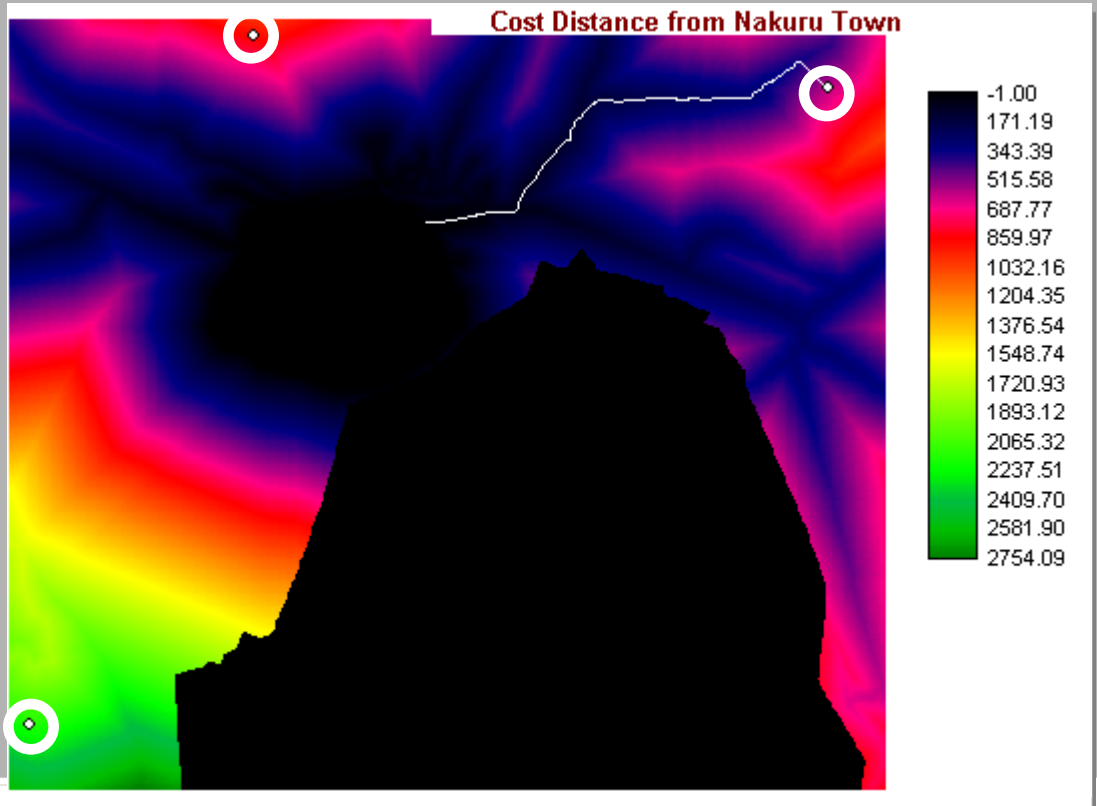


Kartograafiline modelleerimine rasterandmete korral

- Globaalsed operaatorid
 - erinevad fokaalsetest selle poolest, et potentsiaalselt võetakse arvutustes arvesse kõiki paiku;
 - kaugusülesanded;
 - lühima (maksumusliku) tee leidmine
 - näide: Nakuru linn Aafrikas:



- 1) maksimumuslik kaugus lähtepunkti(de)st - *COST*
- 2) sihtpunktide kujutis
- 3) lühima tee leidmine – *PATHWAY*





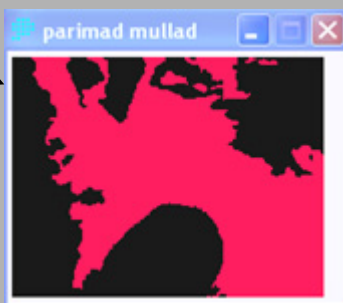
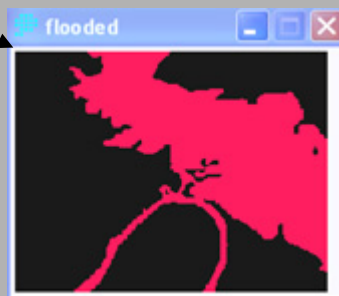
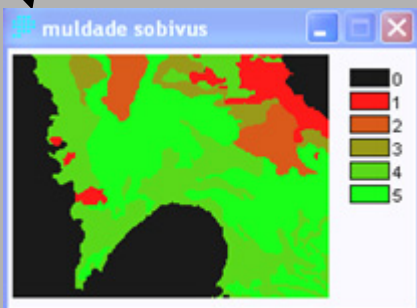
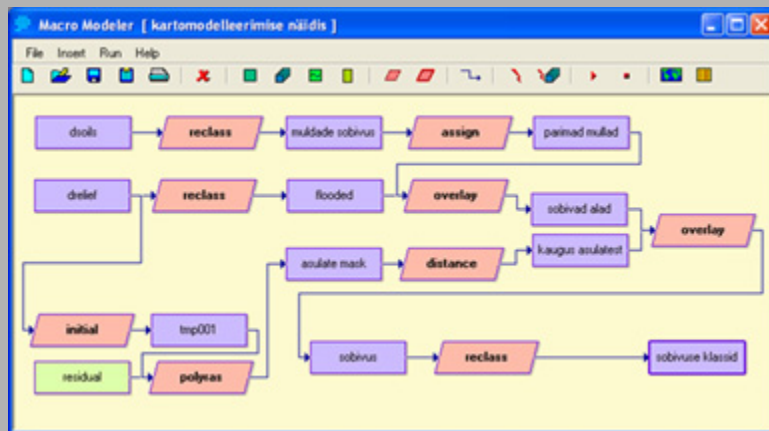
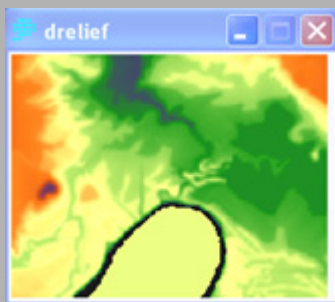
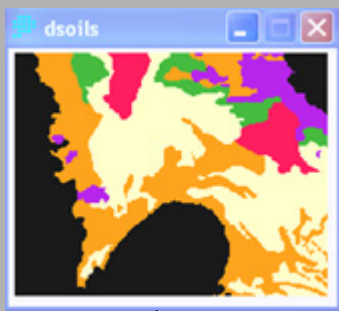
Kartograafiline modelleerimine rasterandmete korral

- Globaalsed operaatorid
 - erinevad fokaalsetest selle poolest, et potentsiaalselt võetakse arvutustes arvesse kõiki paiku;
 - kaugusülesanded;
 - lühima (maksumusliku) tee leidminenäide: Nakuru linn Aafrikas:
 - paigutusülesanded
 - ✓ lähema vaatluse all kursuses “Ruumilisi otsustusi toetavad süsteemid”.

Kartograafiline modelleerimine rasterandmete korral

Näide

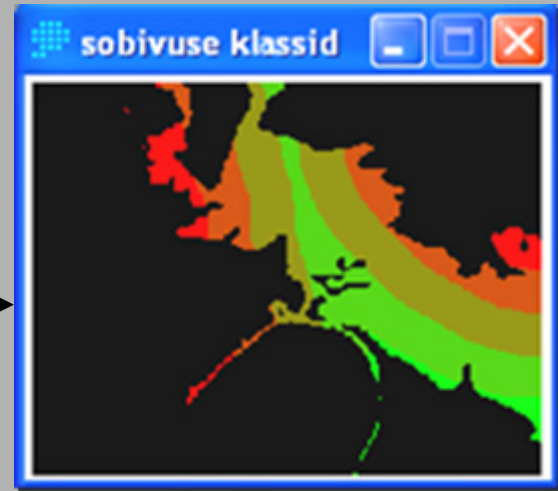
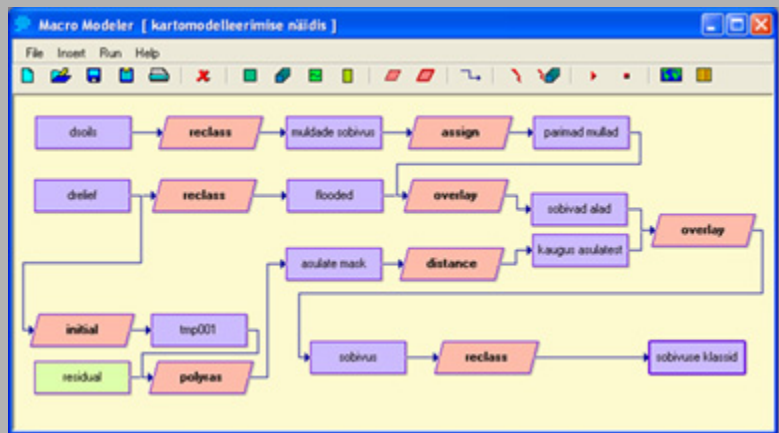
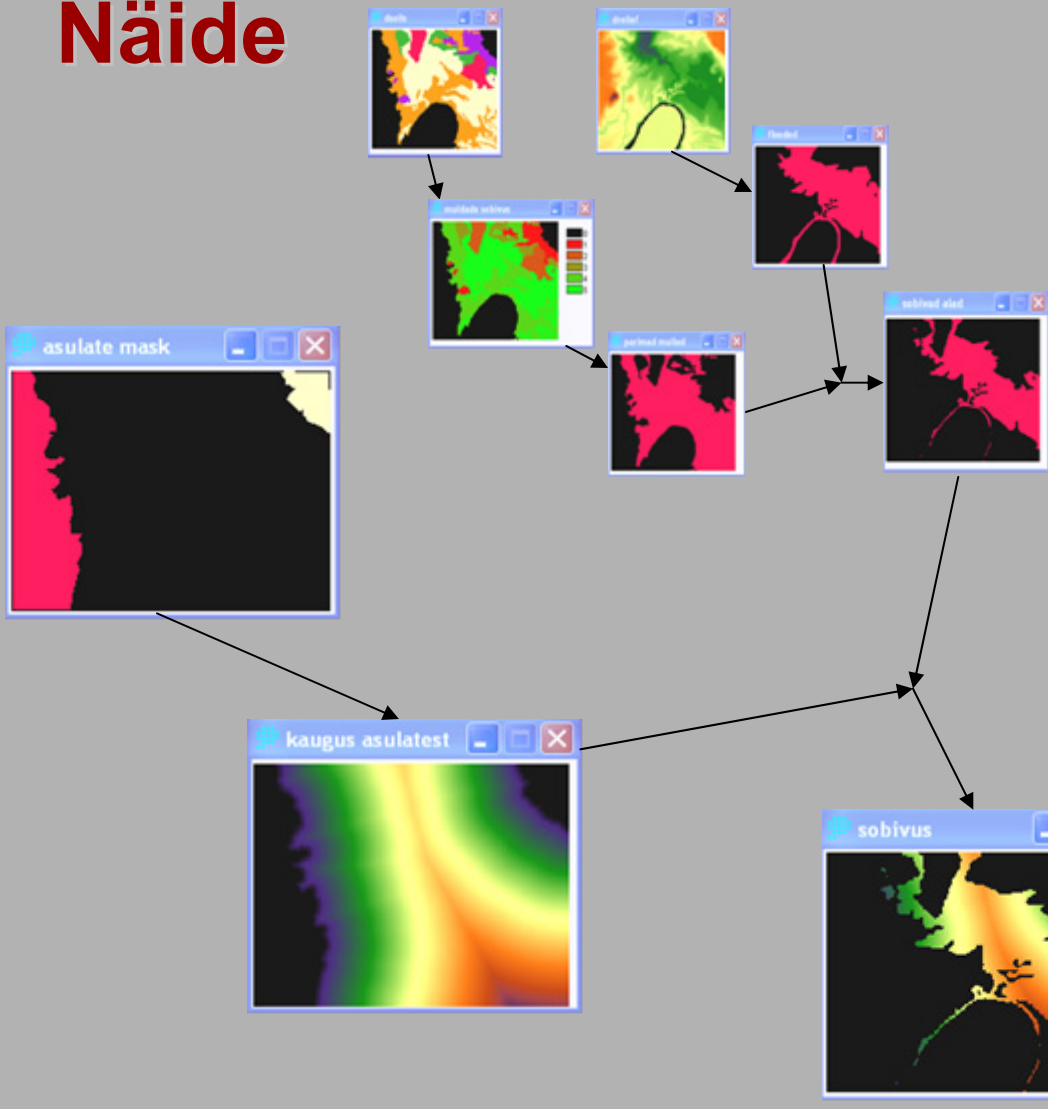
Kartograafiline modelleerimine



Kartograafiline modelleerimine rasterandmete korral

Näide

Kartograafiline modelleerimine



Kaardialgebra ja kartograafiline modelleerimine

Selle praktikumi andmetega siirdume Aafrikasse. Meie eesmärgiks on luua Keenia Nakuru ringkonna agroklimaatiliste tsoonide kaart.¹

Praktikumi keskseks teemaks on kartograafilise modelleerimise üks allosa – kaardialgebra, kus me kasutame rasterkujutisi nagu muutujaid tavalistes aritmeetilistes operatsioonides (vt. loengumaterjalid).

IA-s on kartograafilise modelleerimise nn. lokaalsed operaatorid jaotatud kolme mooduli – OVERLAY, TRANSFORM ja SCALAR – vahel (või üheskoos kasutatavad kaardikalkulaatoriga).

- **SCALAR** on kasutuses selleks, et muuta kujutise igat rastrielementi mingisuguse konstandi võrra.

Näiteks kui me sooviksime kujutise iga rastrielementi korrutada arvuga 3.280848 (selleks et muuta reljeefikaardil kõrgus meetritest jalgadesse), peaksime seda tege-ma mooduliga SCALAR.

- **OVERLAY** teostab kaardikihtide nn. pealeasetamise operatsioone kahe kaardi-ga.

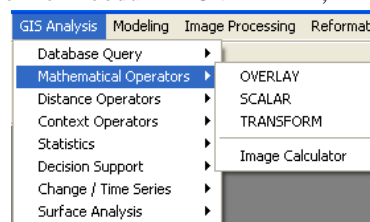
Näiteks kui ühel kujutisel (kui kaardikihil) on kujutatud lumikatte paksust (iga rastrielemendi keskmisena) ning teisel kujutisel on lumikatte keskmine tihedus, siis nende kahe omavahelisel korrutamisel saaksime kätte lumikatte veevaru.

- **TRANSFORM** võimaldab kujutise iga rastrielementi modifitseerida mingi funktsiooni alusel.

Näiteks saamaks kujutise pöördväärtust (1 jagatud iga rastrielemendi väärtusega), teostamiseks logaritmilisi või trigonomeetrilisi teisendusi (nõlvakalded radiaanidest kraadidesse).

Lisaks kasutame statistilise analüüsi mooduleid. Kahe nähtuse vahelist lineaarset seost leida (ja selle põhjal regressioonimudelit välja arvutada) võimaldab meile moodul REGRESS. Nähtustevaheliste seoste selgitamise teiseks abivahendiks on moodul CROSSTAB, mis võimaldab luua kahe kaardikihi pealeasetamisel tekkivate kõikvõimalike kombinatsioonide kaardi ja tabeli.

Eelnimetatud moodulid üheskoos annavadki meile võimaluse kartograafiliseks modelleerimiseks. Lisaks mooduli kaupa modelleerimisele, millega alustame, sest see võimaldab õppimise käigus toimuvast hästi aru saada, on meil kaasasgetes tarkvarades kasutada ka paremaid, modelleerimisprotsessi integreerida võimaldavaid vahendeid. Käesoleval juhul vaatleme neist vaid ühte – kaardikalkulaatorit.



Ülesande sisu ja lähteandmed

Looge Nakuru ringkonna agroklimaatiliste tsoonide kaart AGRZONES.

Nakuru ringkond asub Ida-Aafrika suures Riftiorus. Agroklimaatiliste tsoonide kaart on põhiliseks vahendiks, mis annab ülevaate geograafiliste alade kliimaatilisest sobivusest erinevateks põllumajanduslikeks kasutusviisideks. Siinkasutatud väga lihtne illustreeriv näide on adapteeritud Keenia agroklimaatiliste tsoonide kaardilt mõõtkavas 1:1 000 000.²

Kaardi agrzones koostamisel võtame aluseks mõõnduse, et põhilised taimekasvu mõjutavad kliimategurid on:

- 1) mulla niiskusvaru (kui sademete ja auramise suhe), mille tähistame **moistavl**;
- 2) keskmine õhutemperatuur (**tempera**).

Kuna praegu ei ole arvesse võetud selliseid tähtsaid faktoreid nagu kuiva ja märja sesooni pikkus ja iseloom ning temperatuuri ja sademete võimalik ajaline varieerumine, siis on selline lihtsustatud lähenemine oleks võimalikult põllumajandusplaneerimisel vaid põhialuseks.

Keenias kasutakse spetsiifilisi mulla niiskusvarude (tabel 1) ja temperatuuri (tabel 2) klasse, mis omavahel kombineerudes loovad erinevad sobivustsoonid põllumajandusele. Kui meil oleks juba olemas mulla niiskusvaru ja

¹ Käesoleva praktikumi aluseks on tarkvara loojate endi poolt koostatud harjutus ja selle juhend on adapteeritud järgmistest allikatest: Eastman, J.R. (2001). IDRISI32 Release 2 Tutorial. – Clark Labs, p.77–84; Eastman, J.R. (2006). IDRISI Andes Tutorial. – Clark Labs, p.93–101),

² Agro-Climatic Zone Map of Kenya, 1980 (Kenya Soil Survey, Ministry of Agriculture).

keskmist õhutemperatuuri kajastavad kujutised, vastavalt **moistavl** ja **tempera**, siis saaksime moodulit RECLASS kasutades leida kujutised **moiszone** ja **tempzone** ning neid kombineerides (moodul CROSSTAB) määrata Nakuru ringkonnas tegelikult esinevad mullaniiskuse ja temperatuuri erinevad kombinatsioonid.

Lähteandmetest on meil kasutada kolm Keenia põllumehe käsiraamatu alusel loodud andmekogumit, mis aitavad meil vajalikke lähtekaarte koostada:

- 1) aasta keskmiste sademete kujutis **nrain** (asub õppeandmete hulgas, kaustas ...\\Idrisi Tutorial Data\Introductory GIS),
- 2) reljeefi rasterkaart nimega **nrelief** (asub sealsamas),
- 3) valitud ilmajaamade temperatuuri- ja absoluutsete kõrguste andmed (tabel 3).

Põhilisteks **puuduvateks andmeteks** on temperatuuri ja auramise kaardid (nimetame neid vastavalt **tempera** ja **evapo**). Tabelit 3 silmitsedes võib oletada, et Nakurus on aasta keskmine temperatuur tihedas seoses kõrgusega. Peaksime selle seose leidma, arvutama talle vastava regressioonivõrrandi ning selle alusel looma kujutise **tempera**. Temperatuur omakorda on peamine auramist määrav faktor. Auramise ja temperatuuri vahelise seose alusel on uurijate poolt leitud regressioon kõrguse ja potentsiaalse auramise vahel (seos 3.1), mille abil saame leida kujutise **evapo** ning kasutades seda, kujutist **nrain** ja tabeli 1 andmeid – ka vajalikud niiskustsoonid.

Temperatuurikaardi loomine

Arvutusteks vajaliku seose saame leida näiteks Excelis või mõnes muus programmis, kuid ka IA moodul **REGRESS** pakub selleks võimaluse, sest lubab seose analüüsi nii kahe kujutise kui ka kahe atribuutide väärtusfaili vahel. Meie oma ülesandes saame need kaks atribuutfaili luua, kasutades moodulit **EDIT**. Esimene fail peaks loetlema ilmajaamu ja nende kõrgusi merepinnast, teine peaks loetlema ilmajaamu ja nende aasta keskmisi temperatuure.

Ülesanne 3-1. Seadke paika projekt ning sobivad töö- ja ressursikaustad. Looge mooduli REGRESS kasutamiseks vajalikud atribuutide väärtusfailid, nimetades nad vastavalt **alt** ning **temp**. Andmetüüp valige reaalarvuline (*real*), sest temperatuur on reaalarv. Andke igale failile pealkiri ja määratlege sobivad andmeühikud. Pange tähele, et faili omadused pannakse paika alles salvestamisel. ([Kuidas?](#))

Ülesanne 3-2. Käivitage moodul REGRESS (analüüsi statistika allmenüüs), valige sobivad argument- ja funktsioontunnused ning leidke regressioonivõrrand temperatuuri ja maapinna kõrguse vahel. ([Kuidas?](#)) Kirjutage võrrandi parameetrid vastuste lehele; neid läheb Teil töö käigus ka edaspidi vaja³.

Ülesanne 3-3. Kasutades leitud regressioonivõrrandit ning moodulit SCALAR looge kujutis **tempera**. Vaadake tulemust (milline palett tuleks valida ja miks?) – kujutis peaks reljeefikaardiga väga sarnane paistma, ainult et

Tabel 1

MOISTAVL	MOISZONE
< 0.15	7
0.15-0.25	6
0.25-0.40	5
0.40-0.50	4
0.50-0.65	3
0.65-0.80	2
> 0.80	1

Tabel 2

TEMPERA	TEMPZONE
< 10	9
10 - 12	8
12 - 14	7
14 - 16	6
16 - 18	5
18 - 20	4
20 - 22	3
22 - 24	2
24 - 30	1

Tabel 3

Jaama number	Kõrgus (jalgades)	Aasta keskmine temperatuur (C)
1	7086	15.7
2	7342	14.9
3	8202	13.7
4	9199	12.4
5	6024	18.2
6	6001	16.8
7	6352	16.3
8	7001	16.3
9	6168	17.2

³ Kuna järgmiste ülesannete vastused hakkavad sõltuma eelmistest, siis oleks kasulik iga ülesande järel veenduda selle õigsuses, enne kui edasi teha. Osaliselt abistavad Teid ka kontrollküsimused.

Võimalike vigade parandus on lihtsam, kui kasutate edaspidi kaardikalkulaatorit või *Macro Modeleri*, salvestades vastavalt oma võrrandi või mudeli.

näitama nüüd temperatuuri. (Vt. [näpunäidet!](#)) Vastake küsimusele.

Niiskusvarude kaardi loomine

Nüüd, kui meil on olemas temperatuurikaart, oleks vaja luua teine agrokliimaatiliseks rajoneerimiseks vajalik komponent – mulla niiskusvarude kaart. Mulla niiskusvarusid võime ligikaudselt arvutada, jagades aasta keskmise sademete hulga aasta keskmise potentsiaalse auramisega – saame mulla niiskusvarusid iseloomustava suhtarvu, mille ühest väiksem väärtus näitab, et niiskust jääb puudu, ühest suurem väärtus viitab aga liigniiskusele. Sademete kaart on meil kujutise **nrain** näol juba olemas, kuid vaja on luua kujutise auramise kohta. Me saame kasutada reljeefiandmeid, et määrata aasta keskmine potentsiaalne auramine (E_0). Regressioonivõtteid kasutades on Woodhead⁴ välja töötanud järgmise seose:

$$E_0 \text{ (mm)} = 2422 - 0.109 * \text{kõrgus [jalgades]}. \quad (3.1)$$

Ülesanne 3-4. Kasutage nüüd juba kaardikalkulaatorit, et luua kaart nimega **evapo**, lähtudes kujutisest **nrelief** ja ülaltoodud regressioonivõrrandist. Kas E_0 väärtused on realistlikud? Kontrollige tulemust, vastates küsimusele.

Ülesanne 3-5. Leidke sademete ja auramise **suhe**, niisutatus, jagades kujutise **nrain** kujutisega **evapo**. Nimetage tulemkujutis **moistavl** (*moisture availability*). Uurige seda kujutist ja tema metaandmeid. Vastake küsimusele.

Nüüd on meil olemas kogu vajalik lähteinformatsioon, et luua oma agrokliimaatiliste tsoonide kaarti **agrzones**.

Agrokliimaatiliste tsoonide kaardi loomine ja uurimine

Ülesanne 3-6. Looge resultaatakaart **moiszone** kasutades moodulit RECLASS ja jagades mulla niiskusvarud tabelis 1 toodud tsoonideks. Salvestage oma klassifikatsioon .rcl-failina.

Ülesanne 3-7. Analoogselt eelmisele ülesandele looge resultaatakaart **tempzone** (sobivustsoonid vastavalt tabelile 2).

Ülesanne 3-8. Vaadake kujutisi **tempzone** ja **moiszone** ning veenduge, et tulemus on usutav. Kui, näiteks, kogu ala osutub ühes äärmustsoonis olevaks, tekib kahtlusi tulemuste õigsuses ja tuleks samm-sammult tagasi liikudes hakata viga otsima. Kujutiste kuvamiseks tuleks kasutada sobivat (näiteks NDVI16) paletti. Vastake küsimusele.

Kuna agrokliimaatilised tsoonid kujutavad endast kombinatsioone temperatuuri- ja niiskusvarude tsoonidest, siis tulekski järgnevalt **luua kaart, mis näitab nende tsoonide kombinatsioone**. See on tehtav mooduliga CROSSTAB, mis loob kahe kujutise (meil on nendeks temperatuuri- ja mullatsoonide kujutised) üksuste kõikmõeldavate kombinatsioonide kujutise ja/või risttabeli.

Ülesanne 3-9. Käivitage CROSSTAB (pange tähele, et see on valitav nii Database Query kui ka Statistics allmenüüst), võttes väljundiks nii ristklassifikatsiooni kujutise kui ka risttabeli. Tulemuseks saadav ristklassifikatsioon annabki meile soovitud kujutise **agrzones**.

Risttabel näitab igale temperatuuri ja mulla niiskusvarude kombinatsioonile vastavat rastroelementide hulka; selle alusel on arvatud temperatuuri- ja mullatsoonide kombinatsioonide esinemise tõenäosuste tabel.

Tabelitele lisaks on toodud ka seosekordajad *Cramer's V* ja *KIA* (meil rohkem tuntud kui kapade indeks). *Cramer's V* on korrelatsiooni arvutamise meetod tabelites, milles on rohkem kui 2x2 rida ja veergu. *Cramer's V* väärtused ulatuvad 0-st 1-ni. 0 näitab seose puudumist kahe kategoorilise näitaja vahel; 1 näitab, et esineb seos. *Cramer's V*-d saab vaadelda kui kahe muutuja vahelist seost protsendina nende maksimaalsest võimalikust muutusest. Ta on sümmeetriline näitaja ning seetõttu ei ole oluline, mis millestki sõltub.

KIA kasutamine eeldab, et kummaski võrreldavas tabelis on võrdne arv klasse ning tema väärtus 1 näitab, et kõik risttabeli nullist erinevad väärtused paiknevad peadiagonaalil ehk lähtetabelid on identsed.

Ülesanne 3-10. Uurige risttabelit, saage selle struktuurist aru ja vastake küsimusele.

Ülesanne 3-11. Vaadake kujutist **agrzones**. Risttabelatsiooni kaart näitab kõiki temperatuuri- ja mullatsoonide kombinatsioone. Pange tähele järjekorda kombinatsioonides! Igale legendikategooriale vastabki üks agrokliimaatiline

⁴ In: *Studies of Potential Evaporation in Kenya*. Nairobi: EAAFR0, 1968

tsoon, mille järjekorranumber loetelus on ka tema koodiks kujutisel. Neid numbreid saab vaadata metaandmete alt (valides sealt legendi).

Agrokliimaatilised tsoonid näitavad soojuse ja niiskuse kui kasvutingimuste kombinatsiooni, mille optimaalne põllumajanduslik kasutamine on põllukultuuriti erinev. Näiteks on kindlaks määratud, et **püreetri** – see on taim, mida kasutatakse teatud putukatõrjevahendi saamiseks – kasvatamiseks **sobivad** alad, mille:

1) temperatuuritsoonid on 6 - 8

ja

2) mulla niiskusvarude tsoonid on 1 - 3.

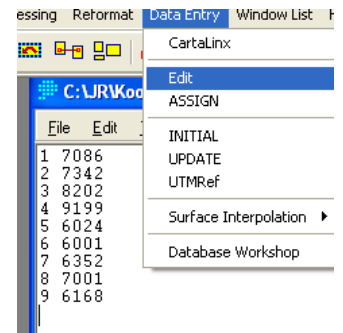
Püreetri kasvatamiseks sobivate alade leidmiseks on mitu moodust. Üks neist oleks kujutise **agrzones** põhjal välja selgitada sobivate tsoonikombinatsioonide koodid, nende alusel koostada väärtusfail ja rakendada moodulit ASSIGN. Teine, rohkem vaheastmeid nõudev võimalus oleks luua sobivate temperatuuri- ja niiskusvarude tsoonide Boole'i kaardid ning rakendada nende loogilist korrutamist.

Ülesanne 3-12. Looge rasterkujutis **püreeter**, mis näitab püreetri kasvatamiseks sobivaid alasid ja selle automaatseks vaatamiseks sobiv palettifail. Laadige loodud failid (metaandmed, raster, palett) **püreeter** üles MOODLE'isse!

Näpunäiteid

1. Kasutades IA EDIT moodulit ja valides salvestamisel sobiva faili tüübi. Pidage meeles, et iga .val-fail on tavaline tekstifail, mis peab koosnema kahest ühe tühikuga eraldatud veerust. Vasak veerg peab sisaldama jaama numbrit (1-9), parempoolne veerg – atribuutide väärtusi.

[Tagasi](#)



2. Osutage, et soovite arvutada regressiooni **väärtusfailide paari** vahel. **Argumentmuutuja** on selline, mida me peame **seose põhjuseks**.

Kui moodul REGRESS lõpetab töö, ilmub tulemiaknasse seose graafik ja selle ülaossa – seose võrrand. Graafik näitab meile mitmeid asju. Esiteks andmevalimit punktide kogumina, kust – lugedes iga punkti X ja Y väärtused, võime näha igale jaamale vastava kõrguse ja temperatuuri kombinatsiooni. Regressioonisirge näitab meile kõige paremini sobivat lineaarset seost antud valimi punktide jaoks. Mida enam reastuvad punktid selle sirge lähedusse, seda rangem on seos. Korrelatsioonikoefitsent ("**r**"), mis on ekraanil võrrandi juures, ütleb meile sedasama kvantitatiivselt. Kui regressioonisirge on langev, peab **r** olema negatiivne (osutades negatiivsele e pöördseosele – X suurenedes Y väheneb). Nii on see ka meil: kõrguse kasvades temperatuur kahaneb. Korrelatsioonikoefitsent võib varieeruda vahemikus -1.0 (rangelt negatiivne seos) ... 0 (seos puudub) ... +1.0 (rangelt positiivne)⁵.

Lineaarne regressioonivõrrand on siin antud kujul $Y=a+bX$, kus a on vabaliige ja b on tõus. X on sõltumatu ja Y sõltuv muutuja. Võrrand ise on sirgjoone matemaatiliseks väljenduseks.

Käesolev võrrand ütleb, et Te võite ennustada iga paiga temperatuuri selles regioonis, kui Te võtate maapinna kõrguse jalgades, korrutate selle -0.0016-ga ning lisate tulemusele 26.985. See ongi siis meie temperatuurimudel.

[Tagasi](#)

⁵ Parameetreid "t" ja "df" kasutatakse selleks, et määratleda seose olulisust. Kui Te tunnete statistikat, siis teate, mida nendega teha. Üldiselt – ruumilise autokorrelatsiooni tõttu tuleks neisse ettevaatlikult suhtuda!

3. Andke **tempera**-le pealkiri, siis on edaspidi lihtsam aru saada, mis on mis. Ühikuteks nimetage ‘Celsiuse kraadid’. Arvutusülesannete juures peaksite, enne kui minna järgmiste ülesannete juurde – praegu ja ka edaspidi – veenduma (näiteks miinimum- ja maksimumväärtuste alusel), et arvutustulemus on õige.

Kuna siin on tegemist reaalarvulise kujutisega, siis ta kuvatakse rühmitatult ja kaardipildis ei paista süstemaatilised vead välja, isegi siis kui õhutemperatuurid on tuhandeid kraade, nagu näiteks mõnel varasemal tegijal on juhtunud.

[Tagasi](#)

Kaardialgebra ja kartograafiline modelleerimine

Ülesanne 3–2. Regressioonivõrrand on:

Ülesanne 3–3. Milline on leitud temperatuurikaardi kõrgeim, milline madalaim temperatuur?

$t_{\min} =$

$t_{\max} =$

Ülesanne 3–4. Milline on auruvus punktis $x=43600$, $y=28400$? (Peaks olema 1801,57 mm)

Ülesanne 3–5. Milline on niisutatus niiskusega kõige paremini varustatud kohas? Kas see on realistlik?

Ülesanne 3–8. Millised nõuded tuleks esitada sobivale värvipaletile?

Ülesanne 3–10. Leidke risttabelist, milline on kõige ulatuslikum agroklimaatiline tsoon. Kui suur see (rastrielementide arvu poolest) on?

Kaugusoperaatorid ja lühima tee leidmine

Teoreetiline sissejuhatus

Kaugus on üks ruumi kui matemaatilise mõiste olulisemaid parameetreid ning ruumiandmete analüüsil on erinevad kauguse leidmise viisid paljude ülesannete lahendamise väga oluliseks osaks. Näiteks lühima tee leidmine toimubki kauguste kaardi alusel.

Kaugust ennast saab aga määratleda üsnagi erinevatel viisidel. Nn. **lennulennulise kauguse** saame, kui ühendame lähte- ja sihtpunkti sirgjoonega ning mõõdame selle pikkuse. See põhimõte, et „lühim tee kahe punkti vahel on sirge“, kehtib küll vaid tasapinnal (GIS-i puhul – ristkoordinaatides arvutatuna). IA-s teostab niisuguseid kaugusarvutusi moodul DISTANCE. Kumeral ehk sfäärilisel pinnal on kahe punkti vaheliseks lühimaks jooneks ortodroom ning sellest tuleneva kauguse leidmiseks on moodul SPDIST. Lisaks eeltoodule saab aga kaugusi määratleda veel üsnagi mitmesugusel viisil (neist tuleb lähemalt juttu magistriõppe kursuses „Ruumiandmete analüüs“). Üheks praktilises elus sagedaseks kauguse mõõtmise viisiks on hinnata teekonna läbimise kulu – ajas (ajaline kaugus), rahas (maksumuslik kaugus) või vahemaa läbimiseks vajaliku mingisuguse muu ressursi kulu alusel. IA-s on niisuguse kauguse leidmise põhiliseks mooduliks COST.

Selle mooduli töö aluseks on rasterkujutis, mis näitab keskkonna läbimisel tekkivat takistust ehk **friktsiooni**. Näiteks kui tihe võsa on parkmetsaga võrreldes halvemini läbitav, siis tema friktsioon ehk „hõõrdumine“ on suurem. Friktsiooni arvutatakse alati mingisuguse kindlaksmääratud baasväärtuse suhtes, millele antakse väärtus 1. Kui näiteks ainsaks friktsiooni põhjustavaks teguriks oleksid nõlvad, siis me võiksime omistada tasastele aladele hõõrdeteguri 1 (see oleks tasase ala läbimise baas-maksumus). Järsemad nõlvad peaksid siis saama suuremad väärtused kui 1. Näiteks kui 2,5–5 kraadistel nõlvadel liikumine „maksaks“ keskmiselt topelt niipalju, kui liikumine tasastel aladel, siis peaks vastava nõlvakaldega rastrielementidele omistama hõõrdväärtuse 2. Hõõrded määratletakse reaalarvudena, et võimaldada murdväärtusi. Baasväärtustest 1.0 väiksemaid hõõrde-väärtusi kasutatakse siiski harva.

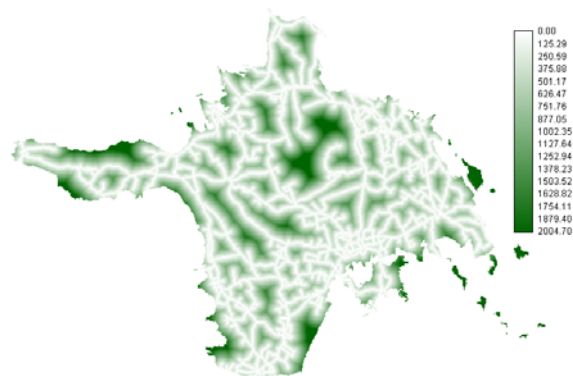
Kauguse leidmise edasiseks täpsustuseks on selle arvesse võtmine, et kaugus oleneb liikumise suunast (täpsemalt – keskkonna läbitavusest): pole ju sama, kas sõuda paadiga päri- või vastuvoolu, liikuda üles- või allamäge, sõita hommikul tippunnil linna või linnast välja (viimane näide osutab ühtlasi, et kaugus võib sõltuda ka ajast). Ka niisuguste nüansside arvesse võtmiseks on IA-s tööriistad olemas (*GIS Analysis / Distance Operators* allmenüüs, aga neid me käesolevas praktikumis ei käsitle).

Kui tavapärase teede kaardi puhul mõistetakse kaugusi kui andmeid iga teelõigu kohta (ning lühima tee leidmiseks tuleb valida neist teelõikudest selline lähtekohast sihtkohta viiv marsruut, et nende kauguste summa oleks minimaalne), siis rasterkäsitluses on kauguste kaart teistsugune. Selle iga piksel näitab kaugust valitud lähtepunkti(de)st, milleks võib olla nii üksikpunkt (näit. „minu asukoht“), punktide kogum („kõik linnad“) kui ka joon(ed) või polügoni(de) serv(ad). Näiteks ülaloleval illustratsioonil on kujutatud linnulennuline kaugus (m) Hiiumaa teedest.

Niisugused kauguste rasterkujutised on aluseks nn. **puhvrite** leidmisel – näiteks leides Hiiumaa teedele 100 m laiused puhvrid võiksime me mooduliga RECLASS ülaltoodud kujutiselt eristada need alad kus kaugus on kuni 200 m ning kasutada saadut maskina edaspidises analüüsis. IA-s sooritab sarnase operatsiooni moodul BUFFER (mis tegelikult põhineb moodulite DISTANCE ja RECLASS koostöös valitud parameetritega). Nagu paljudes muudeski tarkvarades, nii kasutab ka Idrisi mitmel pool oma töös omaenda töövahendeid – teatud moodul sooritab osa vaheoperatsioone teiste moodulite abil.

Kauguste rasterkujutised on aluseks ka teisele operatsioonile, lühima(te) tee(de) leidmisele, mida teeb moodul PATHWAY. Kuna ülesanne lahendatakse rastril, siis on ka tulemuseks rasterkujutis, mis paljudel juhtudel on otsustavalt muuta jooneks (vektordada, kasutades *Reformat* menüüst moodulit RASTERVECTOR).

Linnulennuline kaugus teedest



Ülesanne¹

Seekordne praktikum kasutab jällegi idrisilaste andmeid lühima tee ülesandes, kus leiame sobivaima trassi elektriliini rajamiseks, mida on vaja, et ühendada Massachusettsi osariigi keskossa Clarki ülikooli lähedale rajatavat kergetööstusettevõtet eemal asuva kõrgepingeliiniga.

Ülesanne 4-1. Seadke jällegi paika sobiv projekt (soovitav oleks igale praktikumile oma projekt) ning sobivad töö- ja ressursikaustad. Lähteandmed paiknevad IA õppeandmete *Introductory GIS* kaustas.

Ülesanne 4-2. Kuvage vaatlusalust piirkonda kajastav rasterkujutis **worcwest** (vaadatav koos samanimelise värvi-paletiga). Tegemist on Massachusettsis asuva Worcesteri linna läänepoolsete eeslinnade maakasutuskaardiga, mis on saadud Landsat TM satelliitpildi klassifitseerimisel klasteranalüüsiga). Lisage – valides sobivad sümbolfailid – kujutisele uute kihtidena vektorfailid **newplant** (ettevõte) ja **powerln** (kõrgepingeliin). Kuvatud kaart selgitab meie ülesannet.

Meie esimeseks sammuks on luua friktsioonipind, mis seostab ruumis liikumise maksumusega. Selleks me eeldame, et avatud maa-ala, näiteks põllu, läbimine elektriliini rajamisel maksab teatud baasilise hulga raha. Lähtudes sellest n.ö. baasilisest kulust on tabelis 4.1 antud suhtelised maksumused liini ehitamiseks ülejäänud maakasutus-tüüpide puhul.

Tabel 4.1.
Suhtelised maksumused liini ehituseks erinevate maakasutuskategooriate puhul

Maakasutus	Hõõrdetegur	Selgitus
Põllumajandus (<i>agriculture</i>)	1	baasiline pind
Heitlehised metsad (<i>deciduous</i>)	4	neli korda kallim
Igihaljad metsad (<i>coniferous</i>)	5	see puit ei ole nii hinnaline kui heitlehistel, et teenida rajamiskulusid tagasi
Linna-alad (<i>urban</i>)	1000	väga kulukas – sisuliselt barjäär
Sillutis (<i>pavement</i>)	1	võrdne baaspinnaga
Eeslinnad (<i>suburban</i>)	1000	samuti sisuliselt barjäär
Vesi (<i>water</i>)	1000	väga kallis, sisuliselt barjäär, kuna elanikud ei soovi, et elektriliinid häiriksivad vaateid järvedele ja veehoidlatele
Tühermaa/kruusakarjäärid (<i>barren/gravel pits</i>)	1	võrdne baaspinnaga

Ülesanne 4-3. Looge, kasutades IA tekstitoimetit ja tuginedes ülaltoodud tabeli väärtustele, **reaalarvuline** väärtusfail (nagu te tegite ka eelmises praktikumis).

Ülesanne 4-4. Kasutage moodulit ASSIGN ja looge, lähtudes kujutisest **worcwest**, reaalarvuline (kuivõrd seda nõuab edaspidi kasutatav moodul COST) kujutis **friction**.

Järgmisena oleks meil vaja rasterdada rajatava elektriliini lähte ja sihtpunktida, seega siis vektorpunkt failis **newplant** ja vektorjoon failis **powerln**. Rasterdamine toimub – nagu eespool vastupidise operatsiooniga seoses juba mainitud – mooduliga RASTERVECTOR, milleks on vajalik kõigepealt luua sobivate parameetritega tühjad binaarformaadis rasterkujutised, kuhu siis vektorandmeid teisendama („kirjutama“) hakatakse.

¹ Adapteeritud *Idrisi* erinevate versioonide harjutusülesannete alusel.

Ülesanne 4-5. Looge mooduliga INITIAL (*Data Entry* menüüst) tühjad aluskujutised **plant** ja **power**. Andmetüübiks valige *byte*, algväärtuseks 0 ning ruumilised parameetrid laske moodulil kopeerida kujutiselt **worcwest**.

Ülesanne 4-6. Rasterdage, valides sobivad parameetrid, vektorfailid **newplant** ja **powerln**.

Nüüd oleme jõudnud niikaugemale, et meil on olemas ülesande lahendamiseks (moodulitega COST ja PATHWAY) vajalikud lähteandmed. Mooduliga COST kaugust arvutades on tulemuseks nn. **maksumuslik kaugus** (*cost distance*). Mooduli töö tulemusena saame pinna, mis muidu sarnaneb mooduli DISTANCE poolt loodud pinnaga, kuid erinevuseks on see, et nüüd võeti arvesse friktsioone ja kauguse ühikud on pigem maksumuslikud kui pikkuse ühikud, nagu meetrid või kilomeetrid. Näiteks, kui üks rastrielement on meil määratletud maksumusliku kaugusega 5.25, siis see näitab, et liikumine neist (nn. lähimast etteantud omadusega joonest selle elemendini maksab 5.25 korda rohkem kui samapika tee läbimine mööda baasilise friktsiooniga pinda.

Moodul COST sisaldab tegelikult kaks algoritmi. Üks (COSTGROW) võib liikumisteel arvestada absoluutseid (so. lõpmata suure friktsiooniga) barjääre. Siiski, kui me soovime praktiliselt välistada, et marsruut neid pindu läbib, võime seda ära hoida piisavalt kõrge maksuga, määrates lihtsalt hõõrdumisväärtused äärmiselt suureks. See võimaldab meil kasutada palju kiiremat maksumusliku kauguse algoritmi nimega COSTPUSH (kuivõrd see algoritm ei luba arvesse võtta tõepoolest absoluutseid barjääre). Praegusel juhul, kui rasterkujutis on suhteliselt väike ning barjääre ei ole, võime kasutada ükskõik kumba neist.

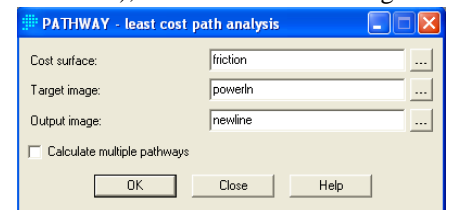
Kui meil on olemas akumulatsioonilist maksumust määrav pind (*cost surface*), mille miinimumväärtus on lühima tee leidmisel lähtepunktiks (meil vastaks sellele punktile ettevõtte asukoht), siis saame mooduliga PATHWAY leida maksumuslikult lühima tee. See ongi meie lõppeesmärk.

Ülesanne 4-7. Looge mooduliga COST kujutis **friction**.

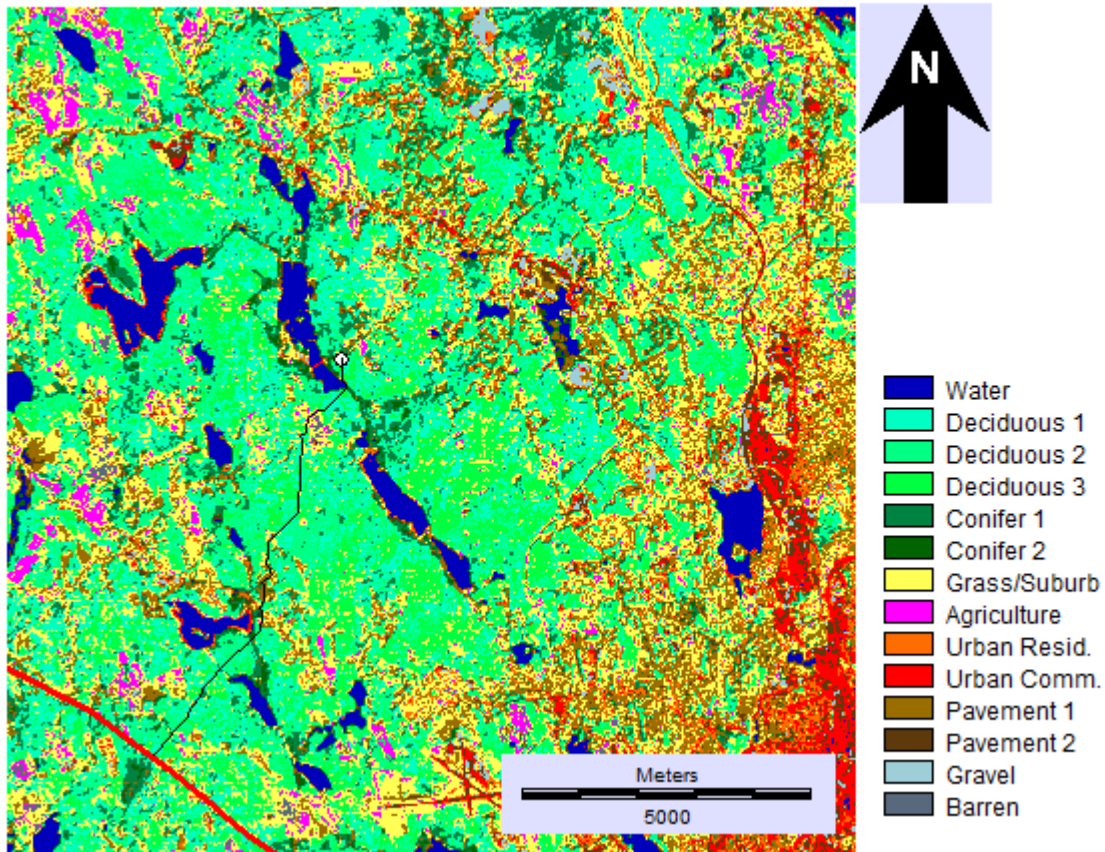
Ülesanne 4-8. Looge mooduliga PATHWAY otsitav elektriliin (→).

Ülesanne 4-9. Kasutage varasemates praktikumides omandatud oskusi ning looge käesoleva ülesande lahendamisel kasutatud ja leitud kujutiste abil kaardikompositsioon, kus oleksid sobival tagapõhjal nii rajatav ettevõtte, mõlemad elektriliinid, piirkonna maakasutus kui ka kõik kaardikompositsioonile omased lisavahendid.

Ülesanne 4-10. Looge uus vastuste fail (Wordi dokument) ja kirjeldage sinna lühidalt, mida te tegite ülesannet 4-9 täites. Lisage sinna pildina ka omaloodud kompositsioon ja laadige see fail üles MOODLE'isse.



Maakasutus, jaam, olemasolev liin ning rajatav liin



Kõige pealt vektoriseerisin newline rastri vektoriks. Seejärel panin kõik kihid kokku ning lisasin puuduvad elemendid (mõõtkava, nool, pealkiri). Võtsin ka halli tausta ära.

Koordinaatteisendused ja koolutamine

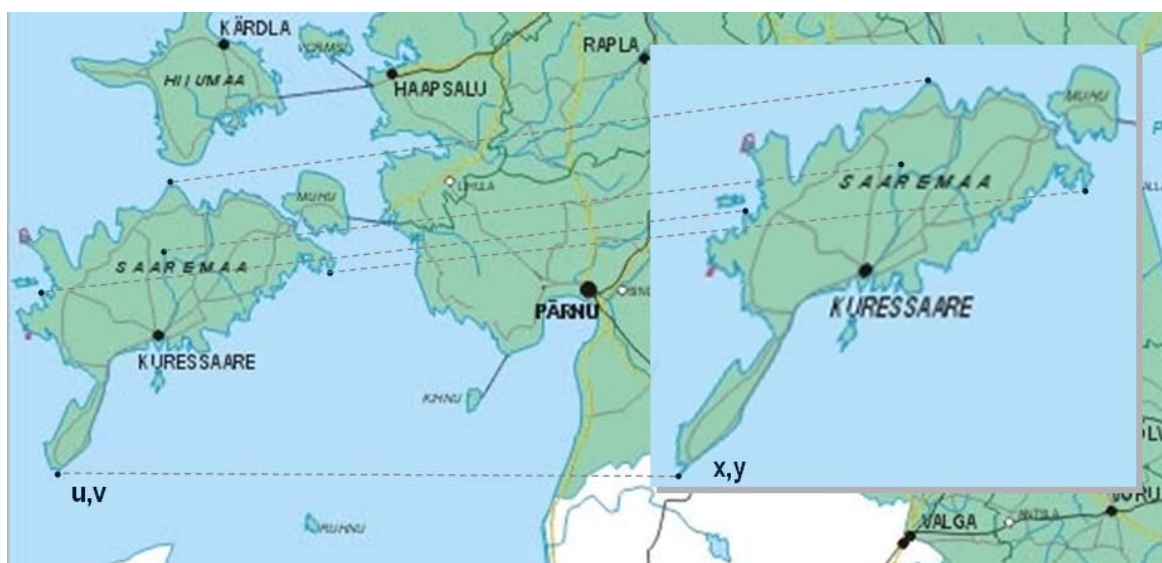
Teoreetiline sissejuhatus

Kaardiprojektsioon (kartograafiline projektsioon) on kartograafia keskne mõiste, mis tähistab mingit kindlat geomeetrilise projitseerimise viisi punktide ülekandmiseks maellipsoidilt või keralt tasapinnale või ka muule abipinnale (eelkõige silindrile ja koonusele). GIS-i kontekstis on aga sobivam rääkida kaardiprojektsioonist kui matemaatilisest funktsioonist geograafiliste koordinaatide ja tasapinnaliste rist- või ka polaarkoordinaatide vahel. Iga projektsioon on kirjeldatav talle iseloomulike valemitega. Kaardiprojektsioone on sadu, mõnikümmeend neist leiavad suuremat kasutamist. Soovi korral saate neist ülevaate koolilaste jaoks koostatud Kaardi-Jutsi õppematerjalist: <http://www.geo.ut.ee/kooligeo/EGCD/opik/juts/juts.html>.

Kui kaardikihid on erinevates projektsioonides, siis tuleb nad enne näiteks kaardialgebra operatsioonide sooritamist viia ühtsesse projektsiooni, mis praktilises töös tähendab seda, et küllaltki sageli on vaja teha erinevaid **projektsiooniteisendusi**. Need võime arvutuslikust küljest jagada kaheks.

1. Teisendus projektsioonist A projektsiooni B, juhul kui need projektsioonid ja nende parameetrid on teada – sel juhul pakub matemaatilise kartograafia teisenduseks analüütilist lahendust, ja ehkki selline teisendus ise võib olla küllaltki rehkendusmahukas, pole see arvutile üldiselt probleemiks. IA-s on sellisteks teisendusteks moodul PROJECT.
2. Olukorras, kus vähemalt üht kahest projektsioonist (A,B) pole teada, tuleb sama ülesanne lahendada empiirilisel, seades eelduseks, et on antud N erineva punkti vastavad koordinaadid mõlemas projektsioonis (koordinaatsüsteemis). Sellist ülesande lahendamist nimetatakse (kaardi) **koolutamiseks** (i.k. *rubber sheeting*, ka *warp*) ning IA-s on sellisteks teisendusteks moodul RESAMPLE.

Alljärgnevalt on selgitatud koolutamise põhimõtet käiku, teisendamaks kaardi A projektsioon võimalikult sarnaseks kaardi B projektsioonile. Kui on antud piisaval hulgal **ankurpunkte** $x_A(i)$, $y_A(i)$ ja $u_B(i)$, $v_B(i)$., siis saab statistiliste meetoditega leida arvutuseeskirja, mis teisendab: $[x,y] \rightarrow [x',y']$, nii et $[x',y'] - [u,v] \rightarrow 0$ (\downarrow)



Praktikas kasutatakse niisuguse arvutuseeskirja leidmiseks kõige sagedamini trendpinna leidmise võtteid. "Võimalikult sarnane" saavutatakse nn vähimruutude meetodil. Mida keerukam on arvutuseeskiri (kasutatav trendpind), seda suurem peab olema minimaalselt vajalik ankurpunktide arv N. Näiteks 1. astme lineaarne teisendus on leitav vaid 3 ja bilineaarne teisendus 4 punkti abil; kui $N > 4$, siis ülejäänud punkte saab kasutada kontrolliks. 2. astme polünoom vajab vähemalt 6 ja 3. astme polünoom 10 punkti, kuid vea hinnanguks ja praktiliselt rahuldava tulemuse saamiseks peab punkte olema vähemalt 3...4 korda rohkem. Mida keerukam on arvutuseeskiri, seda olulisem on valitud N punkti representatiivsus, mis seisneb eelkõige ankurpunktide ruumilises paiknemises, ja seda suurem on oht, et mingi teise punktivaliku M korral $[x',y'] - [u,v] \gg 0$.

Koolutamise ingliskeelse nimetuse otsetõlge – kummikiletehnik – on piltlikult ette kujutatav järgmiselt. Kopeerime projektsioonis A oleva objekti kujutise paberilt kummist kilele ning projitseerime ta kilelt paberile; kuna kujutis ja selle projektsioon ei lange kokku, siis koolutame (venitame, surume kokku) kilet niikaua, kuni esialgne kujutis paberil ja kilelt projekteeruv kujutis kokku langevad. Teisendus, mis me oleme teinud kilega, vastabki vajalikule geomeetrilisele teisendusele. Lineaarse e affinse teisenduse analoogi saaksime, kui kile asemel oleks kasutusel klaas – tasapind enne teisendust jääks tasapinnaks ka pärast.

Ülesanded

Seame omale esimeseks eesmärgiks teisendada geograafilistes koordinaatides olevatest globaalsetest kõrgusandmetest eristatud Eesti ja selle lähiümbruse osa eesti põhikaardi projektsiooni. Teiseks püüame koolutada georeferentseerimata pildil olevat Hiiumaa kujutist nii, et see sobituks võimalikult hästi eesti põhikaardi projektsiooni.

Ülesanne 5-1. Looge käesoleva praktikumi töökaust ja laadige Blackboardist sinna alla vajalikud lähteandmed; pakige need lahti. Kui kasutate IA-d oma arvutis, siis kopeerige eesti põhikaardi daatumit ning muid projektsiooni-parameetreid sisaldav georeferentsfail **lambert.ref** teiste IA referentsfailide (.ref) kausta \GEOREF. Referentsfailides on kirjas kõik projektsiooniarvutusteks vajalikud andmed. Tegemist on tavalise tekstifailiga, nii et seda saab vaadata näiteks Notepadi või IA tekstieditoriga. Kui kasutate aga näiteks MS Wordi, siis ei tohi salvestada! Vajalikuks ressursikaustaks on ka see, kus asuvad teie 1. praktikumis kasutatud ja loodud failid.

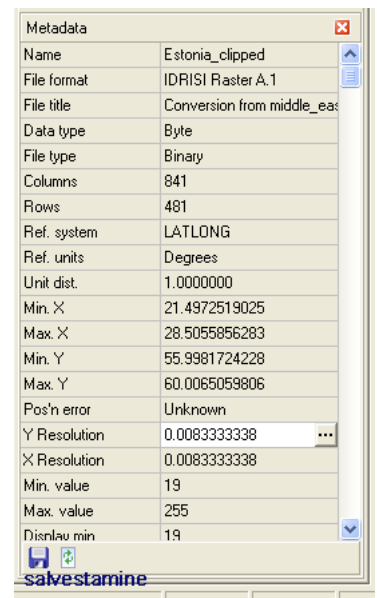
Fail **Clip_from_middle_east.bmp** on globaalsetest kõrgusandmetest loodud tagapõhjakujujutisest välja lõigatud (*clip*) see osa, kuhu jääb Eesti ala. Kuivõrd tegemist ei ole enam kõrgusandmetega, vaid visualiseerimise eesmärgil loodud rasterkujutisega, siis on väga oluline õige värvipalett, vastasel korral pole see kujutis mõistlikult kasutatav (võite selles hiljem IA-s veenduda). Rasterkujutise formaat (*bitmap* ehk .bmp) on praegusel juhul valitud just sellepärast, et impordil IA-sse tekiks kindlasti ka vajalik värvipalett.

Ülesanne 5-2. Importige fail **Clip_from_middle_east.bmp** IA-sse (.bmp formaat liigitub kirjastamisel kasutatavate – *Desktop Publishing Formats* – alla). Moodulis BMPIDRIS praktiliselt mingeid valikuid teha ei saa. Olgu tulemkujutise nimeks näiteks **estonia_clipped**. Kui see peale importimist automaatselt kuvatakse, pole kujutis esialgu küllap kuigi arusaadav. Vaadake kihi omaduste alt, millist paletti kasutatakse. Millist klassifitseerimisvõtet kasutatakse (tõenäoliselt võrdsete vahemikega 256 klassi). Viimane ongi „süüdlane“. Lülitage autoskaleerimine välja – valige *None(direct)*. Nüüd peaks korrektne pilt näha olema.

Ülesanne 5-3. Vaadake vastloodud faili **estonia_clipped** metaandmeid. Milline on projektsioon, millised on koordinaadid? Õnneks on teada, millised peavad olema õiged väärtused – need on fikseeritud .bmp faili loomisel (seda tehti tegelikult ArcGIS-is) ning nüüd tuleks vajalikud muudatused metaandmetesse käsitsi sisse viia. Asja lihtsustamiseks on kõrvaloleval illustratsioonil näha, milline peaks teie tulemus olema. Sisestage vajalik *Ref.system*, *Min.X*, *Max.X*, *Min.Y* ja *Max.Y* väärtused, seejärel laske Y ja X lahutusvõime IA-l endal välja arvutada. Veenduge, et tulemus klapiib joonisel tooduga! Salvestage muudatused.

Ülesanne 5-4. Nüüd tuleks eelmises ülesandes loodud fail geograafilistest (sfääri- listest) koordinaatidest ümber projitseerida eesti põhikaardi projektsiooni (nn. L-Est), milleks on Lamberti konformne kooniline projektsioon GRS-80 referents- ellipsoidil. Käivitage moodul PROJECT (*Reformat* menüüst).

Projektsiooniteisendused vektorandmetega on kiired, seetõttu suudavad paljud GIS-id teha neid reaajas. IA kuvamise käigus projektsioone ei muuda, nii et referentsüsteemi andmed omavad tõepoolest sisulist tähendust (peaaegu ainsana) vaid mooduli PROJECT jaoks. Rasterandmete teisendamine on seevastu palju arvutusmahukam (miks?) ning siin omab sisulist tähtsust see, kuidas määratakse rastrolemendi väärtus. Selle arvutamine vastassuunaliste naabrite väärtuste aritmeetilise keskmisena (tingimus *Bilinear*) annab piisavalt hea tulemuse ja sobib kõigi reaalarvuliste väärtuste korral. Tingimus „lähim naaber“ (*Nearest Neighbor*) võtab rastrolemendi väärtuseks selle naaber-rastrolemendi väärtuse, mille referentspunkt asub vaadeldava rastrolemendi referentspunktile kõige



Metadata	
Name	Estonia_clipped
File format	IDRISI Raster A.1
File title	Conversion from middle_eas
Data type	Byte
File type	Binary
Columns	841
Rows	481
Ref. system	LATLONG
Ref. units	Degrees
Unit dist.	1.0000000
Min. X	21.4972519025
Max. X	28.5055856283
Min. Y	55.9981724228
Max. Y	60.0065059806
Pos'n error	Unknown
Y Resolution	0.0083333338
X Resolution	0.0083333338
Min. value	19
Max. value	255
Display min	19

lähemal. See tingimus pole kõige täpsem, kuid on paratamatu olukorras, kus on tegemist kvalitatiivsete väärtustega – näiteks maakasutuse puhul näitavad rastrielementide väärtused teatud maistuid ning nende koodidega ei tohi teha aritmeetilisi tehteid (kui „vesi“ on koodiga 1, „mets“ koodiga 3 ning „tee“ koodiga 5, siis bilineaarne teisendus tekitaks vee ja tee vahele „metsa“ kui nende „keskmise“!)

Valige sobivad parameetrid, sealhulgas lähima naabri meetod rastrielemendi väärtuste määramisel, ning looge kujutis **eesti_alus**. Selle vaatamisel tuleks jällegi kasutada .bmp impordil tekkinud paletti (või luua sobiva nimega uus).

Vastake vastuste lehel toodud küsimusele.

Selleks, et otsustada, kas saadud tulemus on hea või mitte, oleks meil vaja mõnd eesti põhikaardi projektsioonis olevat kaardikihti. Tegelikult meil üks selline juba on – 1. praktikumi **maakonnad**. Seal on küll (algusaja lihtsusena) näidatud referentsüsteemina lihtsalt *Plane*, tegelikult oleks aga õige *Lambert*.

Ülesanne 5-5. Seadke maakondade faili referentsüsteem õigeks, milleks plöksake metaandmete vastaval lahtril ning valige avanevast rippmenüüst *Lambert*. Salvestage metaandmed. Lisage maakondade kiht kujutisele **eesti_alus** ning kasutades varasemates praktikumides omandatud võtteid (kihtide sisse- ja väljalülitamine, suumimine, läbipaistvuse muutmine jne) hinnake projektsiooniteisenduse tulemust. Kirjutage lühihinnang vastuste lehele.

Üheks võrdluse aluseks on rannajoone (ning suurjärvede kaldajoone) asend. Seetõttu on siinkohal sobiv juhust läbi teha veel üks teisendusliik – rasterandmete vektordamine. Põhimõtteliselt on see keeruline ja kompleksne operatsioon, sisulise külje poolest „pildilt objektide äratundmine“, mis tavaliselt tehakse ekraanil digides. Siiski saab mõnel juhul seda ka automatiseerida, näiteks saame niiviisi maakondade piirid teisendada vektorformaati. Nagu võite tulemusest hiljem näha, vajaks resultaat veel järeltöötlust, mida me aga siinkohal ei vaatle (nõuaks rohkem süvenemist ruumiandmete töötamise küsimustesse kui käesolevas tarkvara-kasutust käsitlevas kursuses võimalik).

Ülesanne 5-6. Vektordage, valides sobivad parameetrid, maakondade piirid. Moodul(id), millega seda teha, peaks(id) olema tuttav(ad) juba eelmisest praktikumist. Vaja on meil ainult idrisi polügonfaili, olgu selle nimeks **maakonnad**.

Ülesanne 5-7. Vaadake nüüd rasterkujutist **eesti_alus** ja vektorikihti **maakonnad** sobivate palettide jm tingimustega. Vajadusel täiendage ülesande 5-5 vastust lehel.

Teise kujutisega, mis meil oleks vaja sobivasse L-Est projektsiooni teisendada, on asi keerulisem. Rasterpilt **Hiiumaa_Googlest.tif** on saadud ekraanikoopia vahendusel ning siin me ei hakka projektsiooniparameetrite jälgi ajama, vaid vaatleme seda kui näidet suvalisest skaneerimisel saadud pildist. Kas see pärineb *Google Earth*'ist, mõnelt satelliidilt või pildiraamatust pole praeguses kontekstis oluline.

Ülesanne 5-8. Importige vaatlusalune tiff-formaadis rasterpilt IA-sse. Kuivõrd lähtepilt on 24-bitises formaadis, siis Teil peaks tekkima 3 kujutist – RGB iga kanali jaoks üks 8-bitine kujutis. Vaikimisi kuvatakse neid hallskaalas. Vaatamiseks saame neid kasutada R, G, ja B kihtidena Composer'is. Proovige!

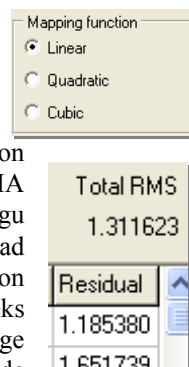
Edaspidise koolutuse lihtsustamiseks teeme neist kolmest kanalist ühe sünteeskujutise. Selleks saab kasutada moodulit COMPOSITE (*Image Processing / Enhancement* menüüs). Vajaliku teoreetilise tagapõhjaga tutvute kaugseire kursuses.

Ülesanne 5-9. Looge sünteeskujutis **hiiumaa**, kasutades sobivaid kanaleid (pidades silmas, et kanalite numeratsioon järgib RGB loogikat – näiteks *band1* on *Red*) ning kontrastsuse muutmise tüüpi *Simple linear*. Väljundi tüübiks valige originaalväärtusi säilitav viis. Saadud sünteeskujutise värvid peaksid olema üsna sarnased algse .tif failiga.

Nagu sissejuhatuses juba seletatud, on koolutamiseks moodul RESAMPLE, töö millega on suhteliselt interaktiivne ja iteratiivne – s.o. mooduliga saab ja tuleb üsna palju suhelda ning koolutusoperatsioon tuleb tavaliselt enne rahuldavat tulemust teha korduvalt. Enne selle mooduli juurde siirdumist peaksime aga leidma piisaval hulgal ankurpunkte s.o. samu punkte nii kujutiselt **hiiumaa** kui ka eesti põhikaardi projektsioonis olevalt kujutiselt. Viimase rollis kasutame Maa-ameti geoportaali ressursse.

Ülesanne 5-10. Avage Geoportaalist X-GIS ning leidke sealset Hiiumaad oma kujutisega võrreldes vähemalt 12 ankurpunkti, mis peaksid ruumiliselt üsna ühtlaselt jaotuma. Kirjutage nende ristkoordinaadid kuue tüvenumbri täpsusega vastuste lehe vastava tabeli õigetesse lahtritesse. Pange tähele, et XGIS kasutab kartograafias kombeks olevat telgede tähistust (**X** on vertikaaltelg), IA aga matemaatilist.

Ülesanne 5-11. Käivitage moodul RESAMPLE ning sisestage sinna valitud ankurpunktid (**Ground Control Points**). Moodulisse on võimalik viia neid mitmel moel, praegu kasutame kõige primitiivsemat – käsitsi sisestamist. Pange tähele, et vaikimisi on koolutamise funktsiooniks lineaarne (\rightarrow), mis tähendab, et minimaalselt on vajalik 4 ankurpunkti (vaadake eespool toodud selgitusest, mitu ankurpunkti on vähemalt vaja ruut- ja kuupeisenduseks). Kui ankurpunktide hulk ületab minimaalset, siis on võimalik välja arvutada nende kasutamisest tekkiv **ruutkeskmine viga** (**Root Mean Square error**)¹. IA kajastab selle automaatselt iga ankurpunktide paari järele peale nende sisestamist nii kogu ankurpunktide komplekti kohta kui ka iga punktipaari kohta eraldi (nn. *Residual* \rightarrow). Täpsemad teadmised RMS kohta jäävad väljapoole käesolevat kursust, praegu piirdume teadmisega, et see on tõenäoline viga, mis tekib just nende ankurpunktide põhjal arvutades (kui leitud teisenduseeskiri oleks ideaalne ning mingit viga ei tekitaks, siis peaksid kõigi ankurpunktide puhul $[x',y'] = [u,v]$). Pange tähele, et me ei olegi veel valinud, millist kujutist teisendame, vaid tegeleme üksnes ankurpunktide omavahelise kooskõlaga.



Salvestage oma GCP-d. Vastake küsimustele, muutes selleks ka koolutusfunktsiooni. Kui mõni valitud punktidest on halb (tema *Residual* on oluliselt suurem kui ülejäänud punktidel), tuleks kõigepealt kontrollida, kas tegemist pole jämeda veaga (näiteks trüki-viga). Kui viga ei suudeta tuvastada, võib selle punkti ära jätta.

Korraliku kuupeisendus jaoks on meil tegelikult ankurpunkte vähe, seepärast piirdume tegelikkuses vaid lineaarse ja ruuteisendusega. Enne aga, kui saame oma Google'ist saadud kujutist realselt koolutama hakata, on meil veel vaja paika panna loodava kujutise referentsparameetrid (**Output reference parameters...**), eeskätt rastrolemendi suurus. Silmas pidades varem kasutatud rasterkujutist **maakonnad**, on mõistlik valida rastrolemendi suuruseks 100x100 m. Teiseks tahab IA ette teada referentsüsteemi (sellega on lihtne – Lambert) ning ristkoordinaatide minimaal- ja maksimaalväärtusi. Nende leidmiseks kasutame ülesandes 5-6 leitud vektorfaili **maakonnad**. Mõistlik oleks nad valida nii **täiskilomeetrites** (millest tulenevalt kujutise mõõtmed tulevad „ümmargusemad“).

Ülesanne 5-12. Kuvage **maakonnad** ning leidke Hiiumaa koolutamisel saadava tulemkujutise jaoks sobivad nurgapunktid ning kirjutage nende väärtused vastuste faili. Määrake nende koordinaatide vahede alusel **kujutise mõõtmed** (ridade ja veergude arv) ning kirjutage ka need vastuste faili.

Nüüd peaksid kõik koolutamiseks vajalikud andmed olema olemas. Olgu tulemkujutiste nimedeks **hiiu_lin_** ja **hiiu_ruut_** (hiljem näete, milleks see lõpu“_“ hea on). Käivitades mooduli RESAMPLE (klahvist „OK“) saame veateate, mis ütleb, et RGB24 tüüpi kujutist moodul koolutada ei oska. Õnneks saab ta aga hakkama RGF (**Raster Group File**) tüüpi andmetega ehk, teisisõnu, teeb koolutused ära iga värvikanali kujutisega eraldi. Tulemuseks on 3 8-bitist kujutist, mille nimele (hiiu_...) lisab ta vastava kanali nime.

Ülesanne 5-13. Looge koolutatud kujutiste grupid **hiiu_lin_** ja **hiiu_ruut_**.

Ülesanne 5-14. Hinnake eelmises ülesandes tehtu headust visuaalselt. Selleks kuvage erinevad värvikanalid ühe kujutise kihtidena, kasutades *Composer*² võimalusi sünteeskujutise kuvamisel (\rightarrow). Vastake küsimustele.



Järgnevad paar ülesannet kontrollivad teie seni omandatud teadmisi IA kasutamisest ning on antud ilma põhjalike juhtnöörideta. Nende täitmine pole rangelt kohustuslik, vaid soojalt soovitatav.

Ülesanne 5-15. Looge vektorkujutise **maakonnad** ning koolutatud kujutiste (**hiiu_**) referentsparameetreid aluseks võttes **hiiumaa mask**, mille alusel saaks koolutatud kujutistelt „välja lõigata“ Google'ist saadud Hiiumaa kujutise.

Ülesanne 5-16. Valige välja koolutuste parim variant (kas **hiiu_lin_** või **hiiu_ruut_**) ning looge selle kanalitest sünteeskujutis.

Ülesanne 5-17. Maskige (kasutades 5-15 saadut) eelmise ülesande tulemusest välja üksnes Hiiumaa.

Ülesanne 5-18. Lõigake kujutisest **eesti_alus** välja Eesti osa.

Ülesanne 5-19. Koolutage saadu nii, et rastrolemendi suurus klapiks kokku ülesandes 5-13 loodud kujutistega. Selleks peavad lähte- ning tulemkujutise ankurpunktide koordinaadid olema samad, kuid referentsparameetrid

¹ Sellest, vigade haldamisel olulisest näitajast saate lugeda abiinfost: sissejuhatavalt *Idrisi Manual* lk. 157 ning tema konkreetselt kasutamise moodulis RESAMPLE – mooduli abiinfo märkusest 6.

erinevad. Piisab lineaarteisendusest, viga peaks olema hästi väike.

Ülesanne 5-20. „Asetage“ ülesandes 5-17 saadud Hiiumaa kujutis ülesandes 5-19 saadud kujutisse. Vastake küsimuste lehel toodud küsimustele ning lisage sinna ka selle ülesande tulemusel saadud kujutise pilt.

Koordinaatteisendused ja koolutamine

Ülesanne 5-4. Millised on loodud kujutise (**eesti_alus**) rastrielemendi mõõdud, mis ühikutes? Miks pole tegemist ruuduga?

Ülesanne 5-5. Kas ja kui hästi kihid omavahel (kohakuti) paiknevad? Kas on süstemaatilisi erinevusi? Kui, siis kus ja milliseid?

Ülesanne 5-10. Täitke alljärgnev tabel!

Nr	Input_x	Input_y	Output_x	Output_y	Punkti asukoha sisuline selgitus
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					

Ülesanne 5-11. Märkige ankurpunktide tõenäolised vead (peale vigas(t)e punkti(de) ärajätmist) alltoodud lahtritesse!

	Linearteisendus	Ruutteisendus	Kuupteisendus
Koguviga (<i>Total RMS</i>):			
Suurima osakaaluga (<i>Residual</i>) punkti nr.:			
Suurima osakaaluga viga:			
Välja praagitud punkti(de) numbrid:			

Ülesanne 5-12. Teie määratud väärtused on:

Xmin=

ymin=

Xmax=

ymax=

Veergude arv:

Ridade arv:

Ülesanne 5-14. Kuidas te hindate koolutamise tulemusi? Kumb kujutis klapib rohkem, kas lineaar-või ruut-teisendusel saadu? Kus esinevad suuremad kõrvalekalded ja millest need võiksid olla tingitud?


Ülesanne 5-20. Millised probleemid tekivad kujutiste kokkupanekul? Kuidas neid teie arvates lahendada?

Lisage pilt saadud kujutisest:

Andmebaasitugi



- Teatavasti on ruumiandmete eripäraks see, et graafilised andmed, mis kannavad teavet kaardipildi (kaardil olevate objektide kuju) kohta, ja kaardil kujutatud objektide omadusi iseloomustavad andmed on omavahel seotud.
- Viimastega opereerimiseks on IA-s spetsiaalne allosa:

 Idrisi Database Workshop

- Kuna tulemuslik töö andmebaasidega eeldab teatud teoreetilisi lähteteadmisi, mida te õpite edaspidi põhjalikult vastavas kursuses (LOOM.02.006), siis piirdume praegu vaid paari lihtsalt ülesande jaoks vajalikuga, seadmatagi endale eesmärgiks MS Accessi kui tarkvara või SQL-i kui päringukeele omandamist.



Idrisi Explorer

Idrisi Database Workshop

File Edit Query Help

TOWN_ID	TOWN	POP1980	POP1990	POP2000	POPCH80_90	POPCH90_00	AREA	PERIMETER	ACRES	SQ_f
1	ABINGTON	13579	13817	14605	238	788	325921.3178	615.5739158	05.48970421	1
2	ACTON	17672	17872	20331	200	2459	525931.3016	812.7810794	379.8650221	
3	ACUSHNET	8808	9554	10161	746	607	327900.7018	155.6886141	066.0318573	1
4	ADAMS	10181	9445	8809	-736	-636	406299.9592	126.1072146	580.0967793	2
5	AGAWAM	26754	27323	28144	569	821	749843.5786	518.7818014	506.3314371	2
6	ALFORD	402	418	399	16	-19	335198.7927	351.6598822	397.3907765	1
7	AMESBURY	14563	14997	16450	434	1453	5347743.502	460.8816205	34.90346807	1
8	AMHERST	32804	35228	34874	2424	-354	382739.3439	765.2657256	763.1929788	
9	ANDOVER	27203	29151	31247	1948	2096	199122.5185	258.6098592	559.6236656	3
10	ARLINGTON	45640	44630	42389	-1010	-2241	274972.9599	084.0806116	27.53806779	
11	ASHBURNHAM	4406	5433	5546	1027	113	106185843.4	715.1898667	239.9519711	4
12	ASHBY	2562	2717	2845	155	128	586892.1968	386.1062879	466.0639561	2

census2000 hospitals schools

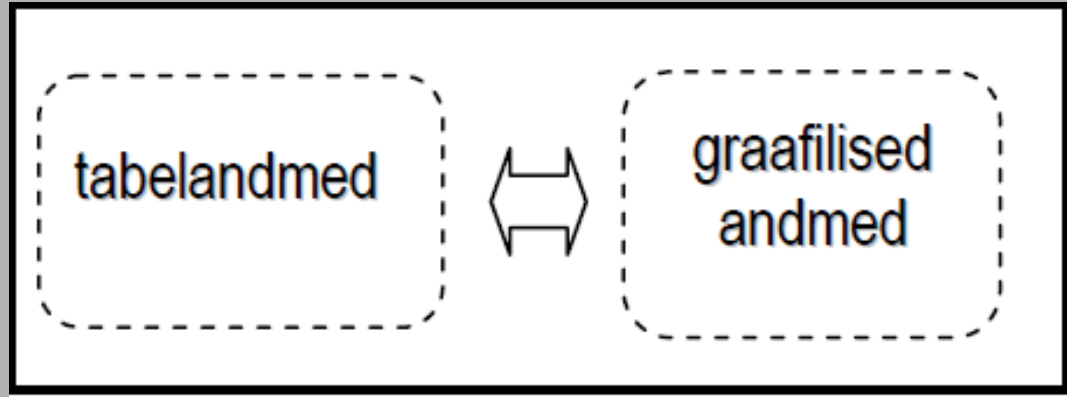
Database : massachusetts.mdb Col : 1 Row : 1 Data Type : Integer Records : 351

Andmete integreerimine

- kirje (*record*)
- [andme]väli (*[data] field*)
- identifikaator
- järjestamine

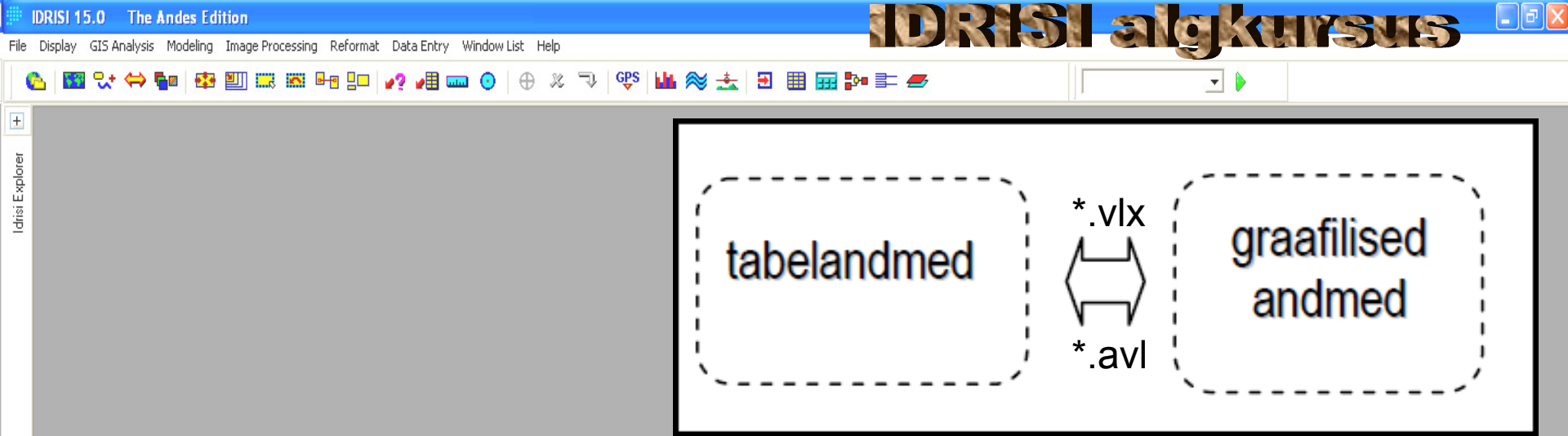


Idrisi Explorer

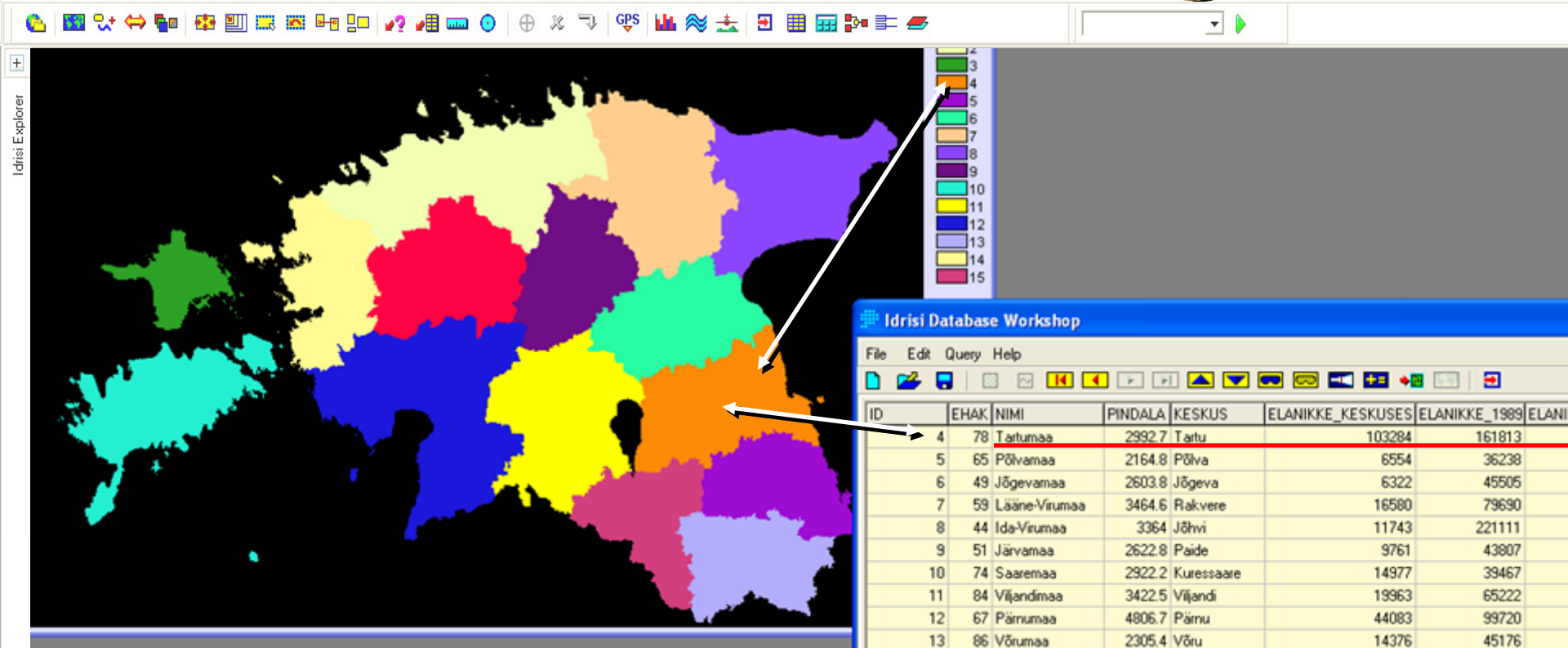


- **Raster- ja vektorandmed** (üldisemalt – graafilised andmed),
 - mis kannavad teavet kaardipildi (kaardil olevate objektide kuju) kohta, ja
 - **tabelandmed**,
 - mis iseloomustavad kaardil kujutatud objektide omadusi
- on GIS-is omavahel seotud
- see seos on väga oluline, ta on GISi omamoodi selgroog.
 - Peab olema võimalik töötada mõlemapoolselt
 - rasterandmetest lähtuvalt otsida sobivaid tabelandmeid (paiku kirjeldada) kui ka
 - tabelandmetest lähtuvalt otsida sobivaid rasterandmeid (paiku välja valida).

Andmete integratsioon



- Ka IDRISI-s on see seos olemas, kuigi ta pole nii hea ja paindlik, kui võiks:
 - andmebaasihaldurina kasutatakse **MS Accessi**
 - pole kogemusi kuidas saab IDRISI Andes hakkama Accessi eri versioonide ühildumatusesega;
 - kuidas ta töötab Access 7-ga
 - seostamine külaltki primitiivne (see-eest lihtne ja arusaadav)
 - .vlx failidega: seob vektorfaile tabelandmetega
 - .avl failidega: seob ruumilise objekti ühe omadusega



Andmete integratsioon

- **.vlx fail** tagab ühenduse .vct ja .mdb failide vahel, võimaldades visualiseerida vektorandmeid vastavalt atribuutide (andmetabeli lahtrite) väärtustele.
- Seose aluseks on ühine andmeväli
 - vaikimisi **ID** või **IDR_ID**

Idrisi Explorer

EXTRACT - attribute values extraction

Feature definition image: vaadeldavate alade piirid

Image to be processed: põllumaade Boole'i kaart

Summary type:

Min Range

Max Population standard deviation

Total (sum) Sample standard deviation

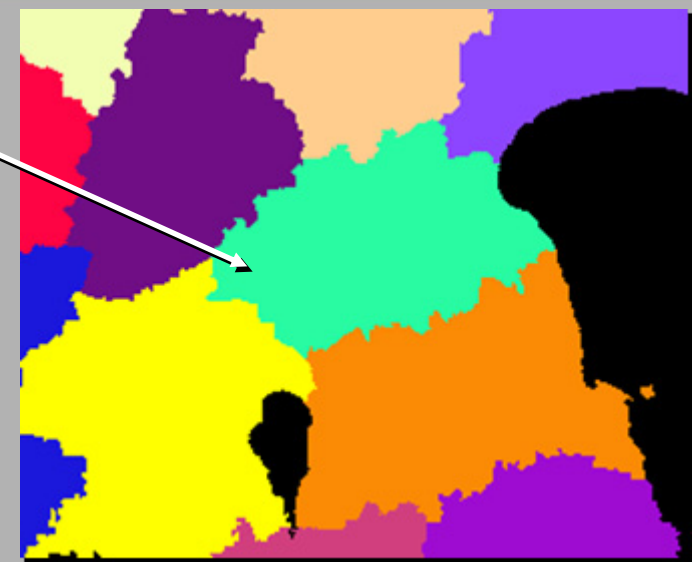
Average All listed summary types

Output type:

Image file :

Attribute values file : alalD põllumaa_pindala

Tabular output



Module Results

70	2980
51	2622
65	2164
82	2043
86	2305
39	1023
74	2922
57	2383
67	4806
37	4333
59	3464
44	3364
49	2603
84	3422
78	3741

- .avl fail tagab ühenduse .rst failide töötamise mitmesuguste tulemuste ja .mdb failide vahel.

Idrisi Database Workshop

File Edit Query Help

New Open Save Save as... Close

Import Table

Export Field

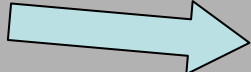
Exit

from AVL

from Raster Image

		KESKUS
	amaa	Rapla
	umaa	Tallinn
	naa	Kärda
	avamaa	Tolu
7	Lääne-Virumaa	Rakvere
8	Ida-Virumaa	Jõhvi

Andmete integratsioon



- Päringu- (*Filter*) ja arvutusaknad (*Calculate*)



Filter Table

Select : *

From : mk_2006

Where : tingimus tuleb ise kirjutada

Order By : NIMI

Logical Arithmetic Math String Keypad Fields

= <= and not

< >= or like

> <> xor where

OK Cancel Help



Calculate Field Value

Set : TIHEDUS

= [ELANIKKE] / [PINDALA]

Logical Arithmetic Math String Keypad Fields

ID
NIMI
KESKUS
PINDALA
ELANIKKE
TIHEDUS
OSAL_PROMI

OK Cancel Help

Andmete integratsioon

Töö andmetabelitega

Sissejuhatus


Käesoleva kursuse viimane praktikum puudutab lühidalt IA **andmebaasiliidest** (*Database Workshop*), mida juba kasutasime ka 1. praktikumis. Kuna tulemuslik töö andmebaasidega eeldab teatud teoreetilisi lähteteadmisi, mida te õpite edaspidi vastavas kursuses (LOOM.02.006), siis siinses praktikumis vaatleme lihtsalt paari näidisülesannet, seadmatagi endale eesmärgiks MS Accessi kui tarkvara või SQL-i kui päringukeele omandamist. Selleks, et ülesannete lahendusi oleks võimalik ka visuaalselt kontrollida, kasutame hästi väikest andmetabelit. IA andmebaasiliides on eriti tabel- ja kaardiandmete seostamise poolest küllaltki kohmakas, kuid samal ajal hästi avatud, mis õppimise seisukohalt ongi hea.

Vastuste leht kirjutage seekord vabas vormis (soovitavalt Wordi failina) ja laadige ta töö lõppedes üles MOODLE'isse.

Ülesanded

Tabelandmete sirvimine ja toimetamine




Ülesanne 6-1. Pakkige alla laetud andmefail lahti käesoleva praktikumi projekti töökataloogi. Kopeerige sinna ka 5. praktikumis kasutatud maakondade raster- ja loodud vektorfailid (nii põhi- kui ka metaandmete fail).

Ülesanne 6-2. Käivitage *Database Workshop* (nupp ) ja avage selle aknas andmebaasi **maakonnad.mdb** tabel **maakonnad** (kuna see on vaadeldavas andmebaasis ainus tabel, siis avatakse ta kohe, teile mingit valikut pakkumata). Andmesirvimise põhilised operatsioonid on toodud välja nuppudele, mille tähenduse saate, viies hiirekursori nupule. Oluline on tähele panna tabelis liikumise loogikat: alati on aktiivne mingi **tabeli lahter**, millega määratakse ära **aktiivne rida** (*record*) ja **aktiivne veerg** (*field*).



Reastage maakonnad EHAK-koodi järgi; maakonnanimede järgi; pindala alusel **kahanevalt**. Tulemuse õigsus on visuaalselt kontrollitav.


Reaalse suurusega andmetabelitest vajaliku üles leidmiseks koostatakse **päringuid**. Seda aitavad teha erinevatesse tarkvaradesse loodud erineva sõbralikkusega kasutajaliidesed. Tegelikult on päringute aluseks spetsiaalne keel SQL. Kuigi IA-s nimetatakse päringutingimuste seadmist **filtriks**, on päringute koostamine selline, et vastava akna taga „kumavat“ SQL-i ei püütagi varjata. Juhul kui teie edaspidi koostatav SQL-lause on vigane, võib tulemuseks olla teile arusaamatu veateade ning IA ootamatu käitumine. Tavaliselt aitab sellest, kui tabel taasavada.

Ülesanne 6-3. Teeme mõned päringud. Alustuseks väga piiratud võimalustega *Find* nuppu () kasutades: leidke (s.o. aktiveerige tabelis vastav rida) see maakond, mille keskuseks on Võru. Sellesama päringu tegemiseks **filtriga**, mis kasutab SQL-i, tuleks avada päringuaken (nupp ) ning konstrueerida sinna vastav päring (↓). Tulemusena näete (välja filtreeriti) vaid neid kirjeid, mis etteantud loogilist piirangut rahuldavad (antud juhul seda, et keskuseks on Võru). Oluline on lisada jutumärgid, kuivõrd „Võru“ on tekst. *Select ** on vaikimisi tingimus ja tähendab, et näidatakse kõiki tabeli veerge. Kui sinna lisada konkreetsete veergude nimed, siis näidatakse vaid neid. Filtri saab eemaldada nupuga ()

Filter Table	
Select :	*
From :	maakonnad
Where :	[KESKUS] = "Võru"

Ülesanne 6-4. Leidke need maakonnad, kus:


- 2010.a. alguses oli elanikke üle 50 000;
- elanikkond perioodil 2000–2010 **ei kahanenud**.

Järgmised päringud, mis meid huvitaksid, eeldavad, et me teeme **tabelarvutusi**, säilitades tulemused andmetabelis endas ning kasutades neid edaspidistes andmete järjestustes ning päringutes. Selleks on kõigepealt vaja tabelit muuta (lisada näiteks uusi veerge), milleks on spetsiaalsed käsud (menüüs *Edit*). Tabeli enda sisu muutmiseks tuleb minna **toimetamisolekusse** (*edit mode*), milleks on nupp .

Ülesanne 6-5. Siirduge toimetamisolekusse. Mis muutus toimus tabeliga? Sisestage nüüd veergu TIHEDUS mõned

valed arvud, näiteks Harjumaale -99. Väljuge toimetamisolekust.


Ülesanne 6-6. Looge uus tabeli veerg EL_MUUTUS. Muutke veeru TIHEDUS andmetüüp täisarvulisest reaalarvuliseks. Salvestage tabel.


Tabelarvutusteks tuleb ette anda arvutusreegel, mille koostamise dialoogiaken (avaneb nupuga ) on suhteliselt sarnane filtri omale.

Ülesanne 6-7. Arvutage veergu TIHEDUS maakondade rahvastiku tihedus (in/km²) 2010 seisuga ning veergu EL_MUUTUS – rahvaarvude vahe 2010 ja 1989 aasta vahel. Salvestage tulemus. Reastage andmed muutuste alusel.

Tabelandmete seostamine vektor- ja rasterkujutistega

Järgmistes sammudes vaatame, kuidas kasutada tabelandmeid kaardikihtide kuvamisel ja vastupidi – kuidas kujutiste analüüsil saadud tulemusi lisada andmetabelisse. Piirdume jällegi mõne lihtsama juhuga.

Ülesanne 6-8. Seostage oma andmetabel vektorfailiga **maakonnad** (loodud eelmises praksis). Selleks tuleb käivitada nupuga  dialoogiaken, kus valite sobivad seostatavad väljad. Kuna vektorfailis peaksid teil maakonnad olema antud sama identifikaatoriga, milleks tabelis on veerg ID (alati selline sobiv vastavus ei pruugi olla ning siis tuleb see erinevate võtetega, näiteks ASSIGN mooduli abil, tekitada), siis saamegi selle alusel luua .vlx faili, mis edaspidi hakkab seostama tabelit kujutisega.

Ülesanne 6-9. Kuvage (startides andmetabeli nupust ) maakondade rahvastiku tiheduse vektorkaart. Püüdke saavutada olukorda, kus kõik maakonnad oleksid korrektselt nähtaval. Kirjutage vastuste faili selgitus, miks seda teie arvates on raske saavutada.

Kaardilt saab kursorpäringuga (nupp ) teada tabelandmeid, kui lülitada sisse nupp .

Eelmises ülesandes teil tõenäoliselt rahuldavat lahendust leida ei õnnestunud. Võib arvata, et probleemiks on vektordamisel saadud faili topoloogiline ebakorrektsus, mis seostamisel asjad sassi ajab.

Ülesanne 6-10. Täitke eelmine ülesanne, kasutades faili **maakonnapiirid_maaametist**. Kas leidsite nüüd korrektsed lahenduse.

Ülesanne 5-11. Koostame nüüd rahvastikutiheduse rasterkaardi. Selleks saame kasutada andmebaasiliidese korraldust *File/Export/Field to Raster Image*. Andmeveerg TIHEDUS peab seda korraldust käivitades juba aktiivne olema, sest veergu enam muuta ei saa. Tagapõhja väärtuseks valime 0 ning referentsüsteemi parameetrid kopeerime olemasolevalt maakondade rasterfaililt. IA loob uue kujutise ning kuvab selle vaiketingimustel.

Valige seejärel sobivad kuvamistingimused, looge piltfail ning viige see oma vastustefaili.

Proovime nüüd vastupidist operatsiooni: kujutiselt andmete leidmist ning nende andmetabelisse viimist. Selleks et kujutiselt sobivat infot leida kasutatakse kõige sagedamini moodulit EXTRACT (IA menüüst *GIS Analysis/Database Query*). Mooduli idee on nähtusi defineeriva kujutise kui maski abil (meil peaks selleks olema maakondade rasterfail, sest meil on vaja andmeid maakondade kaupa) arvutada töödeldavalt kujutiselt teatud näitajad (meil on edaspidi vaja andmeid asula-alade kohta) ning väljastada need väärtusfaili, mille saame importida andmetabelisse.

Ülesanne 6-12. Looge kujutisest **CORINE_2006_16** asulaaladid kajastav boole'i kaart (s.o. kujutis, kus asulaalad on väärtusega 1 ning kõik muud alad väärtusega 0) nimega **asulad**. Kasutage praksis 2 omandatud!

Selgub, et meie varem kasutatud rasterkiht **maakonnad** erineb kihist **asulad** nii mõõtmetelt kui ka rastrielemendi suuruselt. Seetõttu on **maakonnad** muutmine kihiga **asulad** ühilduvaks (kaardialgebra operatsioonid nõuavad täpset piksel-pikslil paiknemist) suhteliselt tülikas (tuleks kasutada moodulit RESAMPLE ja selleks vajalikud referentsüsteemi parameetrid ise eelnevalt välja arvutada) ning mõistlik on valida lihtsam lahendus – uue sobiva nähtusi defineeriva kujutise loomine.

Ülesanne 6-13. Looge faili **asulad.rst** parameetrite alusel uus tühi kujutis **maakonnamask** ning rasterdage sellele **maakonnapiirid_maaametist.vct** polügonid (milliste moodulitega – tuletage meelde eelmistest praktikumidest).

Ülesanne 6-14. Käivitage moodul EXTRACT ning – arvestades, et nii maakondade kui ka asulaalade kujutiste rastrielement on suurusega 1 ha – lugege kokku asula-alade rastrielementide hulk maakondade kaupa. See annab meile asula-alade pindala hektarites. Väljundiks valige väärtusfail.

Ülesanne 6-15. Looge oma andmetabelis kaks uut veergu: ASULAD_HA ja ASULATE_OSAKAAL. Importige väärtusfaili sisu veeru ASULAD_HA sisuks. Arvutage veergu ASULATE_OSAKAAL asula-alade % maakonna kogupindalast. Kirjutage vastuste faili kolme suurima asula-alade protsendiga maakonna nimed ning %-väärtused. Salvestage fail **maakonnad.mdb** ning laadige ta üles MOODLE'isse.

Mida Idrisiga saaks ja võiks edasi teha?

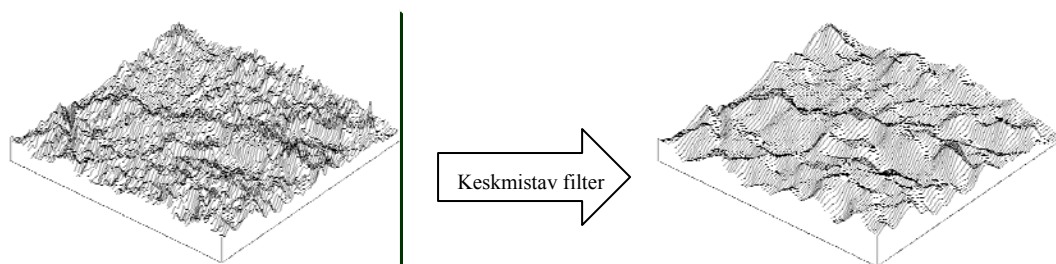
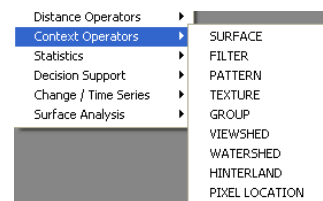
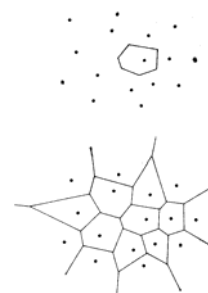
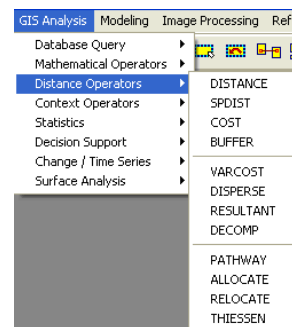
Nüüd, kui IA algõpe edukalt läbi, tekib küsimus, kuidas saadud kogemusi edasi arendada ning kuidas neid rakendada oma uurimistöös või teiste eriala-ainete õppes. Viimasest alustades – järgmine kursus, kus oma oskusi rakendada saate, on bakalaureuseõppe erialamooduli geograafia "**Kaugseire I**" (LOOM.02.012), milles kaugseirepiltide töötlus toimub just Idrisit kasutades. Geograafia magistriõppes on kursusteks, mis IA algtaseme kasutusoskust eeldavad ja seda edasi arendavad, üldkohustusliku aina „**Ruumiandmete analüüs**“ (LOOM.02.016) ning geoinformaatika ja kartograafia erialamooduli kohustusliku aina „**Ruumilisi otsustusi toetavad süsteemid**“ (LOOM.02.003).

Järgnevalt vaatleme, millised on IA peamised funktsionaalsed võimalused.

Kui te vaatate *Gis Analysis* menüüst pakutavaid valikuid, siis märkate, et esimeses kahes (*Database Query* ja *Mathematical Operators*) on juba tuttavad valikud. Järgmises (→) aga on juba asju, mis vajavad selgitamist. Esimese grupiga (DISTANCE, SPDIST, COST) tegutsesime juba 4. praktikumis; BUFFER on tegelikult kaugusmoodulit kasutav operaator, mis piirab kauguse etteantud väärtusega, tekitades puhvri(d) ning andes neile sobiva(d) väärtuse(d). Operaatorite teine grupp on mõeldud kauguse modelleerimiseks olukorras, kus erinevad suunad ruumis ei ole samaväärsed – ruumi nn **anisotroopia** arvestamiseks. Näiteks ujumine päri- ja vastuvoolu, purjetamine päri- ja vastutuult (kusjuures teatud juhul võib külgtuules liikuda kiiremini kui pärituules!), ronimine üles- ja allamäge. Kolmandas grupis, kus esimesed kaks on eelnimetatud praktikumist juba tuttavad, võimaldab RELOCATE objektid etteantud kujutiselt nihutada **lühimat teed pidi** sihtkujutisel antud objektideni. Sellist operatsiooni võib vaja minna näiteks siis, kui on vaja teatud eraldiseisvaid punktid (näiteks talud) siduda teedevõrguga või mobiilpositsioneerimise andmed (nende silumisel) ankurpunktidega. Moodul THIESSSEN realiseerib aga **lähikonna** ideoloogiat.

Olgu antud teatud punktipilv pinnad (näiteks ilmavaatlusjaamad). Väga sage on ülesanne leida iga punkti jaoks niisugune piirkond, millesse jäävate punktide jaoks see punkt on lähim (piirkond ilmajaama ümber, mille jaoks see on lähim ilmajaam). Selliseid piirkondi nimetatakse **Thiesseni polügonideks**. See mõiste on matemaatikas küllalt kaua tuntud (esimesed ideed Descartes'i poolt 1644, Dirichlet' 1850, Voronoi 1908); kohta kasutatakse ka teisi nimesid: **Voronoi diagramm**, Dirichlet' pesad (i.k. *cell complexes*), Seidel-Seitz'i pesad. Geograafias on Thiesseni polügonide moodustamine vaadeldav kui kõige primitiivsem interpoleerimine või rajoneerimine: iga polügoni keskpunkti väärtust kasutatakse edaspidi kogu polügoni kohta.

Ruumiandmete analüüsis on väga levinud nn. **kontekstoperaatorite** (*Context Operators*) kasutamine: see tähendab mingi operaatori rakendamist punkti lähiumbrusele, et leida selle alusel punkti iseloomustav näitaja. Paljud kontekstoperaatorid on kasutusel reljefi kui kõige sagedasemat geoinformaatilist rakendust leidva pinna/välja kirjeldamisel ja modelleerimisel, näiteks leiab moodul SURFACE nõlvakaldeid ja ekspositsioone (millise ilmakaare suhtes on nõlv eksponeeritud; inglise keelest – *aspect* – tulenevalt räägitakse uue ajal ka meil „nõlva aspektist“). VIEWSHED leiab vaatevälja antud punktist. Levinuimad kontekstoperaatoritest on filtrid, millega detailselt tutvute ruumiandmete analüüsi kursuses. Lihtsa näitena võib tuua **keskmistavad filtrid**, mida kasutatakse silumiseks – näiteks mõõtmistel saadud pinna pisikonaruste (kui müra) eemaldamiseks.



Moodulid PATTERN ja TEXTURE arvutavad mitmesuguseid kujutise rastelementidest moodustunud mustri arvulisi näitajaid ning leiavad laia kasutust maastikuökoloogia uurimissuunas, mida nimetatakse **maastriku-meetrikaks** (*landscape metrics*) ning mis käsitleb niisuguseid mustreid – näiteks kaugseirepiltide alusel – kui maastiku teatud omaduste peegeldusi; neid uurides võib saada praktilist teavet maastike sisuliste omaduste kohta.

Hüdroloogiliste rakenduste jaoks on omaette allmenüü, moodul WATERSHED (e.k. valgla) on siin lihtsalt meetodi-põhiselt dubleeritud, nagu ka mõned teised valikud teistes menüüdes.

HINTERLAND (e.k. tagamaa) on inimgeograafiliste rakenduste üks töövahendeid, mis võimaldab näiteks asustuse kihi ja teeninduspunktide kihi alusel leida igale teeninduspunktile tema teeninduspiirkonna, võttes arvesse teeninduspunktide mahutavust ning märkides ära nii teeninduspunktide defitsiidi (asustuse kaardilt ei jätku sinna elanikke) kui ka asustuse ülejäägi (ümbritsevate teeninduspunktide mahutavus on ammendatud).

Kaks niiöelda tehnilist moodulit selles allmenüüs on:

- GROUP, mis grupeerib külgnevad rastelementid (lähtudes kas 4 või 8 naabri kontseptsioonist) ning omistab tekkinud grupile unikaalse identifikaatori, ja
- PIXEL LOCATION, mis kirjutab rastelementide keskpunktide koordinaadid eraldi kujutis(t)e faili(desse) – seda võib vaja minna näiteks teatud kaardialgebra arvutusülesannetes.

Järgmine allmenüü (→) sisaldab erinevaid kujutis(t)e rastelementide kui andmekogumi statistilise analüüsi mooduleid. Esimeses grupis dubleeritakse meetodi-põhiselt mujalt juba tuttavaid operaatoreid. Risttabulatsiooni moodul CROSSTAB ja seose leidmise moodul REGRESS on teile juba tuttavad 3. praktikumist. Ülejäänutest igatühe kasutamise aluseks on terve hulk vajalikku teooriat, mis nõuaks põhjalikku selgitust ja läheks selle kursuse raamidest kaugele välja. Viimases grupis on dubleeritud impordi/eksporti võimalused tuntud statistilise analüüsi pakettidesse.

Analüüsimenüü kolm viimast (*Decision Support, Change / Time Series, Surface Analysis*) kujutavad endast temaatilisi alljaotusi, kus moodulid on omavahel seotud ning mida õpite edaspidistes kursustes (LOOM.02.016 ja LOOM.02.003).

Ka jätame **kaugseirega** seotud väga paljud moodulid (menüü *Image Processing*, aga ka mõnel pool mujal) vastava kursuse jaoks. Nuppudele vajutamise mõttes pole nad keerulised.

Reformat

CONVERT

PROJECT
RESAMPLE

WINDOW
EXPAND
CONTRACT
CONCAT
TRANSPPOSE

RASTERVECTOR

GENERALIZATION
LINTOPNT

Põhiliselt tehnilise iseloomuga teisendusoperatsioon võimaldab menüüst *Reformat* on meil mitmed moodulid juba tuttavad:

- CONVERT – kasutasime 1. praktikumis faili tüübi muutmiseks;
- PROJEKT – 5. praktikumis muutsime sellega kujutise projektsiooni, teisendades sfäärilise geograafilistes koordinaatides kujutise Eesti põhikaardi ristkoordinaatidesse;
- RESAMPLE – samas praktikumis empiirilisteks projektsiooniteisendusteks;
- RASTERVECTOR leidis korduvat kasutamist vektorandmete rasterdamisel, kuid võimalikud on ka vastupidised operatsioonid, mis on natuke komplitseeritud ning mida me algkursuses ei käsitlenud.

Keskmine operaatorigrupp võimaldab kujutisest valitud allosa välja lõigata (WINDOW) või kujutisi omavahel erinevalt ühendada (CONCAT) – kaugseirekujutiste kaarditest sobivat ala kokku monteerides on need üsna tavalised tegevused. Kujutisi tuleb „hõrendada“, sealt iga n-ndat rida/veergu ära jättes (CONTRACT), või „tihendada“, iga rida/veergu m-kordselt dubleerides (EXPAND) mitmesugusel modelleerimisel tehnilise vahetegevusena. Need on olukorrad kus operatsioon võib olla üsna palju ning kus seetõttu

kasutatakse tavaliselt automatiseerimist *Macro Modeler*'i abil (käsitlesime kaardialgebra loengus). TRANSPPOSE teostab kujutise transponeerimist, mis võimaldab täisnurkset pöörämist ja peegeldamist.

Viimane grupp kordab allmenüü *Surface* neid funktsioone, mida saab kasutada joonte teisendamiseks üldse.

Statistics

HISTO
EXTRACT
PATTERN
COUNT

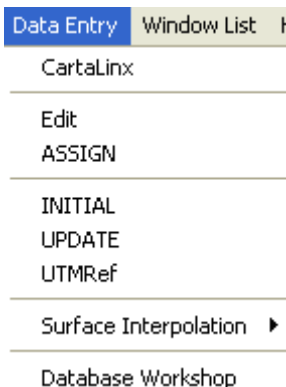
REGRESS
MULTIREG
LOGISTICREG
MULTILOGISTICREG
TREND

AUTOCORR
QUADRAT
CENTER
CRATIO

CROSSTAB
VALIDATE
ROC

SAMPLE
RANDOM
STANDARD

SPLUSIDRIS (S-Plus)
STATIDRIS (Statistica)

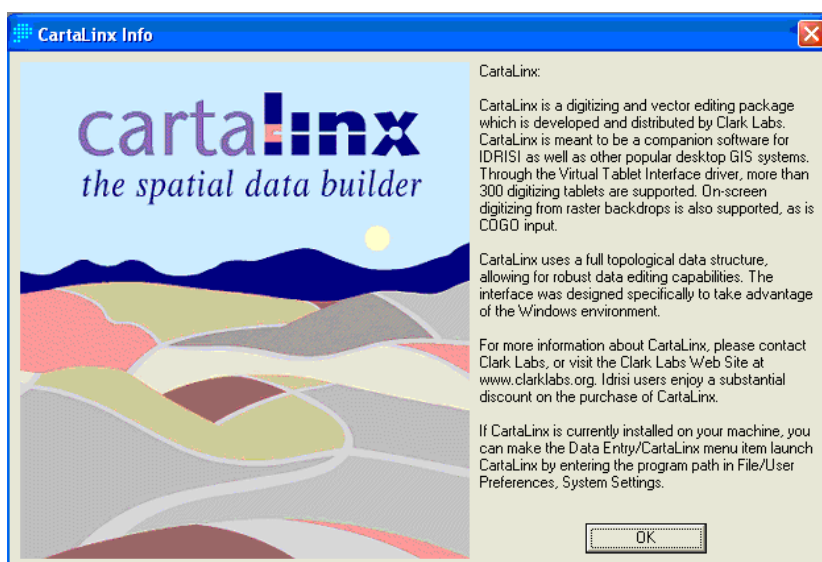


Kõrvalolevat menüüd silmas pidades juhiks kõigepealt tähelepanu *Windows List* all olevale võimalusele aktiveerida konkreetset akent või sulgeda korruga kõik kujutised (*Close All Map Windows*), mis praktikumide kogemuste alusel võimaldab teil vabaneda olukorrast, kus väga palju aknaid on korruga lahti, sealhulgas **fantoomaknad** (aken kujutisega, mida enam ei eksisteeri; selle akna „torkimine“ tavalisel viisil annab reeglina veateate).

Data Entry alt on juba tuttavad ja korduvalt kasutatust leidnud ASSIGN, Edit ja INITIAL. Suhteliselt spetsiifilised on UPDATE, mis lubab rasterkujutise konkreetsete elementide või elemendigruppide toimetamist suhteliste koordinaatide (rea ja veeru numbrite) alusel, ning UTMRef, mis võimaldab genereerida UTM-süsteemis georeferents-faile (tuletage kartograafia kursust meelde!). *Database Workshop* oli meie tähelepanu keskpunktis 6. praktikumis.

Allmenüü esimene valik (CartoLinX) käivitab iseseisva, eraldi litsentsiga (ei kuulu IA kampuslitsentsi alla!) programmi, millest alljärgnevalt lühiülevaade.

Vektorandmete toimetamisprogramm *CartoLinX*



Kui GIS ei piirdu ainult valmisandmete kasutamise, siis on isegi rasterandmete analüüsile orienteeritud paketi nagu *IDRISI* paratamatult vaja ka vektorandmeid toimetada, näiteks lisada kujutisele mõned teed või administratiivpiirid, mida oleks mõistlik teha omaette vektorkih(i)(de)na. 1998.a. kevadel valmis *Clark Labs*'il oma vektor-tarkvara, nn *Spatial Data Builder*. *CartoLinX* on täistopoloogiaga vektorandmete sisestamise ja toimetamise tarkvara, mis oma tabelandmeid hoiab andmehaldussüsteemi *Access* formaadis (.mdb failis) ja on nende varal võimeline sooritama ka mõningaid lihtsamaid päringuid, mis võimaldab vektorkujul lähteandmetest teha ka tuletisi.

Sisend

CartoLinX võimaldab:

- digitaalselt andmeid sisestada: programmiga on tasuta kaasas *Digitizer Technology Company* poolt loodud *VTI (Virtual Tablet Interface)*, mis toetab rohkem kui 300 erinevat digitaalsertüüpi ja on kasutatav ka koos teiste levinud pakettide, näiteks *MapInfo*ga;
- kasutada GPS-ide andmeid, ka reaaliajas;
- *COGO (Coordinate Geometry)* sisendit (kui numbrilist loetelu suundadest ja kaugustest) geodeetilistest seadmetest;
- hiirega ekraanilt digitaliseerimist (*heads-up digitizing*), kasutades alusena rasterkujutist (*backdrop image*);
- impordida andmeid teistest GIS-pakettidest, näiteks *IDRISI*st, *MapInfo*st, *ArcInfo*st, *ArcView*st.

Andmemudel

Kõige olulisem mingi geoinfo paketi töö mõistmisel on arusaamine tema andmemudelist. *CartoLinX*i andmete põhiühik on (andme)kiht (*coverage*), millele füüsiliselt vastab failipaar:

- kihinimi.lnx
 - kihinimi.mdb,
- kusjuures programmi seisukohast ei tarvitse kiht olla sisuline tervik (ei pruugi olla olemiklass infomudeli mõttes).

Esimeses failis, mis kasutajale ei ole omaette kättesaadav, asuvad geomeetrilised andmed. Teises failis asuvad topoloogiliste seoste tabelid ja sinna võib lisada ka atribuute. Geomeetrilise osapoole tähenduses kasutatakse mõistet *spatial frame*, mis lähtub vektormudelist. Peamised eripärad:

- tehakse vahet (joone)punktidel (*vertex*), sõlmedel (*node*) ja polügonide märgendipunktidel (*locator*);

- punktobjekte vaadeldakse kui seostamata sõlmi ja andmed nende kohta esitatakse sõlmede tabelis;
- keskkonna või maailmapolügoni tähenduses (aukude või tagapõhja kirjeldamiseks) kasutatakse **tühemepolügone** (*void polygons*).

Teises failis (lähem tutvumine programmiga *MS Access* seisab ees kursuse "Andmebaaside loomine ja kasutamine" raames) on kolm andmetabelit NODES, ARCS ja POLYGONS, mille kohustuslikud väljad on:

- NODES [*NodeID, NodeType*],
- ARCS [*ArcID, ArcType, FromNode, ToNode, LeftPoly, RightPoly, Length*],
- POLYGONS [*PolyID, Area, Perimeter, LocatorNode*].

NodeID, ArcID, PolyID on süsteemi **siseidentifikaatorid**, mille alusel seatakse terk andmetabelitega ja mille muutmine muudab kihi kasutuskõlbmatuks.

Kasutaja poolt seatud identifikaatorite jaoks on tabelites väljad *NumericUserID* ja *TextUserID*, millele antud väärtusi saab kasutada analüüsil ja esitlusel. Tabelitesse on võimalik lisada ka uusi välju või importida neid välistest andmetabelitest.

Kasutajaliides

Programmi aken on jagatud viieks osaks: menüüd, tööriistariba, tabeliteaken, kaardiaken¹ ja seisundiriba; lisaks sellele, toimetamise käigus teostatavad operatsioonid valitakse hiire parema klahviga avatavatest kontekstiuundlikest hüpikmenüüdest.

Suurendamise (*zooming*) ja nihutamise (*panning*) kõrval saab kasutada ka paigamärke (*placemarks*), mis on järjehoidjate (*bookmarks*) ruumiline analoog.

Kihi loomine ja toimetamine

Uue kihi loomisel või importimisel on vaja paika panna kihi referentsüsteem, projektsioon, ulatus, mõõtühikud jm muud parameetrid. Referentsüsteem ja projektsioon määratakse vastava faili (.ref) kaudu, mis on sama IDRISIs kasutatavaga.

Tolerantsid

Vektormudeliga töötades on üheks olulisemaks asjaks punktidele erinevat tüüpi tolerantide õige määramine. Tolerantsid iseloomustavad punkti seda lähiümbrust, mis teatud operatsiooni korral võrdsustatakse punkti endaga ja mis arvuliselt võrdub punkti ümbritseva ringi raadiusega koordinaatide mõõtühikus. Seega - tolerantsi lisamine muudab matemaatilised punktid geograafilisteks punktideks, mis on vajalik praktilise töötuse seisukohast. Kuvaril võib tolerantsi näha värviliste ringjoontena, kui vastav(ad) tingimus(ed) on sisse lülitatud. *CartaLinx* eristab kolme tolerantsi, millele anname eestikeelsed nimed:

- **punkti valikupiirkond** (*selection tolerance*) on selleks, et saaks kuvarilt hiirega valida vajalikku punkti (sõlme või joonepunkti);
- **sõlme haardeulatus** (*node autosnap tolerance* e. *snap tolerance*) määratleb piirkonna olemasoleva sõlme ümber, kus iga lisatava sõlme kui matemaatilise punkti koordinaadid asendatakse olemasoleva sõlme koordinaatidega;
- **harvendussamm** (*weed tolerance*) määratleb kahe joonepunkti vahelise väikseima vajaliku kauguse ja limiteerib seega sisestamisel matemaatiliste punktide hulka geograafiliselt põhjendatud maksimumpiirini (s.t. rohkem punkte ei ole joonestringi jaoks kindlasti vaja võtta, kuid võib-olla aitab ka vähemast).

Tolerantsid saab seada erinevad, millest tulenevad ka detailierinevused tulemis, eriti mis puudutab haardeulatust. Viimase puhul tehakse vahet haardeulatuse seadmise kahel strateegial:

- mugavusest lähtuval (seatakse 2-3 korda suurem, kui tõenäoline asendiveiga²) ja
- täpsusest lähtuval (haardeulatus seatakse võrdseks tõenäolise asendiveaga)

Sõlmede ja joonte digimine

Nii digitaaiseriga kui ka hiirega digides on võimalik kasutada kaht moodust (*mode*):

- punktikaupa (punktimoodusel) digimisel tuleb iga joonepunkti jaoks vajutada digimisseadme nupule (hiire vasakule klahvile);
- jadamoodusel digides sisestab süsteem punkte automaatselt lähtudes kursori liikumisest ja etteantud harvendussammust (digilaua lisaks ka ajaintervallist).

Joone algus- ja lõpp-punktid saavad automaatselt sõlmedeks, alustatava punkti (kui sõlme - vt. 8.3) tüüp (kas on tegemist punktobjekti, joone algussõlme või polügoni märgendipunktiga) määratakse vastavast hüpikmenüüst, mis avaneb hiire paremat klahvi vajutades.

Toimetamine

Tergi toimetamise üldine loogika on sarnane teiste samalaadsete programmidega:

- 1) tuleb märgendada toimetatav objekt (vajutades hiire vasakut klahvi kui kursor on objekti mõne punkti valikupiirkonnas),
- 2) vajutada hiire paremat klahvi, mis avab hüpikmenüü,
- 3) valida sealt vajalik tegevus.

Sisestamise ja toimetamise käigus tekkivat topoloogiat arvestab *CartaLinx* oma andmetabelites (.mdb failis) automaatselt. Polügonide tekitamiseks tuleb valida vastav korraldus hüpikmenüüst (*Build Polygons*).

Mõned *CartaLinx*i eripärad:

¹ tabelite- ja kaardiakna vahelised proportsioonid (protsentides) seatakse tingimusega TABLES allmenüüst *Preferences/Properties/Options*, näidates ära töölauast tabelite akna alla võetava töölausa osa protsentides (0% - tabelleid ei näidata, 100% - näidatakse ainult tabelleid)

² Detailid ei kuulu käesoleva kursuse raamidesse; tavaliselt arvutatakse CPE (*Circular Probable error*) valemiga $CPE=0.674 \cdot RMS$, kus RMS (*Root Mean Square*) on ruutkeskmine vig, mis normaaljaotuse korral on võrdne standarthälbega.

- polügoni kustutamiseks tuleb eemaldada tema märgendipunkt - järgmisel korralduse *Build Polygons* täitmisel märgendipunktideta polügone ei looda; tühempolügonide korral tuleb kustutada mõni kaartest, mis ei ole ühegi vajaliku polügoni piirilõiguks;
- kaartega seotava teksti nimepunktiks on vaikimisi algussõlm, kuid seda saab muuta, määrates nimepunktiks mõne joonepunktidest.
CartaLinx võimaldab andmetabelist lähtudes märgendada objekte kihi piirides nende atribuutide väärtustest lähtudes ning neid siis kas kopeerida uuele kihile või lisada mõne teise kihi lõppu (*append*).
Kaarte generaliseerimine (samad operatsioonid on tehtavad ka IDRISIs) võimaldab joonepunktide automaatset toimetamist kolmest loogikast lähtudes:
 - 1) **harvendamine** (*point thinning*) - joonepunktidest jäetakse alles ainult iga n -is punkt - oma jäikuse ja juhmuse tõttu (n -indaks punktiks võib ka väga väikese n puhul osutada mõni oluline nurgapunkt) kasutatakse vähe;
 - 2) **silumine libiseva keskmisega** (*mean filter*) asendab antud punkti koordinaadid $2n+1$ punkti koordinaatide keskmisega; n punkti võetakse antud punktist ühele, n punkti teisele poole; kaare esimese n punkti ja viimase n punkti koordinaadid jäävad muutmata;
 - 3) **lihtsustamine tolerantsuskoridoriga** (*tolerance band*) kõrvaldab joonepunktidest nii palju kui võimalik, tingimusel et lihtsustatud joon ei lähe kusagil väljaspoole lähtejoone ümber joonistatud tolerantsuskoridori³.

IA sisaldab ka mitmesuguseid üsna hästi integreeritud kindlate valdkondade **modelleerimise vahendeid**.

Neist:

Environmental/Simulation Models ▶

Land Change Modeler : ES

GEOMOD – on ühesuunaline binaarne

maakasutuse ja maakatte muutuste simulatsioonimudel, mis loob etteantud diskreetsete ajasammude järel ühest kategooriast teise muutuvate piksliväärtuste alusel dünaamilisi maakasutusmustreid. Lähemat tutvustust vaata viidete kogu vahendusel.

GEOMOD

MARKOV

CA_MARKOV

RUSLE – nagu nimigi ütleb (**R**evised **U**niversal **S**oil **L**oss **E**quation), arvutab see moodul välja erosioonikaod, nõudes aga üsna palju spetsiifilisi empiirilisi andmeid. Lähemat tutvustust vaata viidete kogu vahendusel.

RUSLE

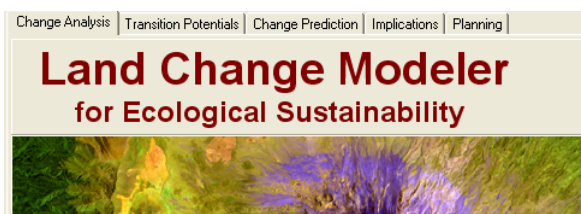
SEDIMENTATION

RUNOFF

SEDIMENTATION – erosiooni/depositiooni arvutamine välja või valgla kohta, kasutades RUSLE ning mitmesuguste hüdroloogiliste moodulite (allmenüü RUNOFF) tulemeid.

CA_MARKOV – rakk-automaadi (*cellular automata*) kasutamine maakasutusliikide üleminekumaatriksite – moodul MARKOV – rakendamisel topoloogiliste tegurite arvesse võtmiseks. Lähemat tutvustust vaata viidete kogu vahendusel.

„Omaette maailmaks“, suureks allosaks mis lisandus alates Andide versioonist ning mida turustatakse ka eraldi kui ArcGIS-i laiendit, on:



LCM on loodud maakasutuse muutuste analüüsiks, mitmesuguste muutuste prognoosiks ning nende muutuste võimalike ökoloogiliste mõjude hindamiseks. LCM-i modelleerimisideoloogiaks on projekti samm-sammuline realiseerimine oma valikuid tehes, kus põhietapid on esitatud mooduli kaustadena, millest eelmine on järgmise sisendiks.

Change Analysis – minevikus toimunud muutuste leidmine (kui alus tulevaste muutuste ennustusteks): millised muutused on toimunud ning mis võiks olla nende liikumapanevateks jõududeks?

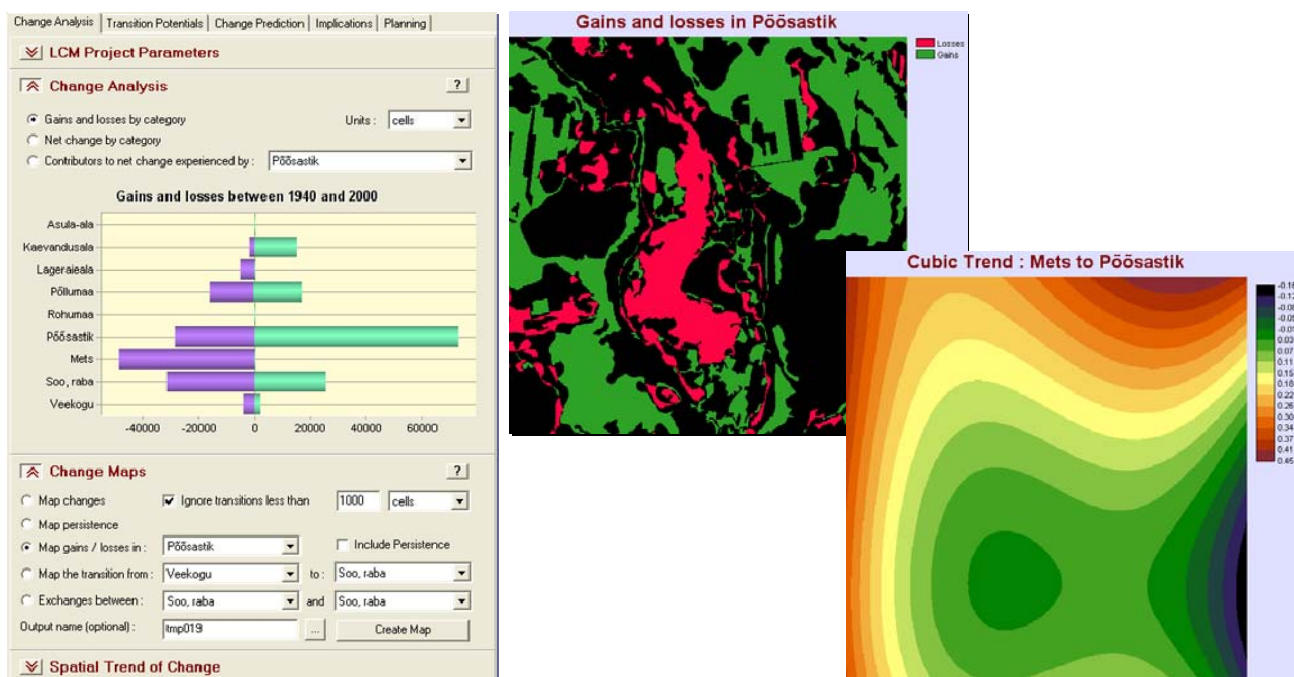
Transition Potentials – muutuste mudeli loomine, mõjurite leidmine ning sobiva modelleerimismeetodi valik.

Change Prediction – muutuste prognoos, mis jaguneb muutuste hulga (*change demand*) leidmiseks ja muutuste asukoha määramiseks (*change allocation*).

Implications – muutuste mõju hindamine ja nende maastikuökoloogiliste järelmite leidmine.

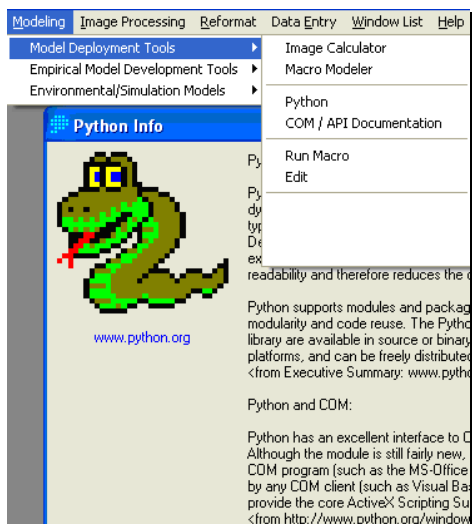
Planning – inimõjude lisamine, infrastruktuuri muutmine ja piirangute/stiimulite lisamine.

³ selle meetodi, nn. Douglas-Peuckeri algoritmiga tutvutakse lähemalt kursuse 'Ruumiandmete analüüs' raames



Enne kui hakata rakendama LCM-is sisalduvaid keerukamaid modelleerimismeetodeid tasuks kasutada sealseid kiireid ja mugavaid muutuste kirjeldamise ja hindamise vahendeid (↑), mis võimaldavad näiteks kahe maakasutust kajastava kujutise võrdlemisel luua erinevate üleminekuliikide bilansse kajastavaid tulpdiagramme, kaarte ning välja arvutada üleminekuid iseloomustavaid üldisi trende.

Ka selle mooduli kasutamise näidetega saab lähemalt tutvuda viidete kogus osundatud teoste vahendusel.



Lõpetuseks, kui teil on oma idee või oma mudel, millega ruumiandmeid töödelda või mingit spetsiifilist kujutist luua, siis ka selleks on IA-s loodud võimalused. Aga see on juba omaette teema, mida õpite kursuses „Rakendusprogrammeerimine geoinformaatikas“ (LOOM.02.037).

Üliõpilaste esitlused, referaadid ja uurimistööd

- Kuusik, T. 2006. [Aegruumilise rea peakomponentanalüüs Idrisi TSA vahenditega](#). Ettekanne aines "Ruumianalüüsi meetodid". 34 lk.
- Sepp, E. 2002. [Rakk-automaat, Markovi ahelad ja maakasutuse modelleerimine](#). Keskastme uurimustöö. 67 lk.
- Spuul, G. 2009. [Arheoloogilise asukoha karakterite analüüs ja prognoos uuteks võimalikeks kohtadeks](#). Uurimustöö IDRISI ANDES-ega (õppeaines "Rakendustarkvara: Idrisi). 30 lk.
- Teder, T. 2005. [RUSLE: meetod ja selle kasutamine Idrisis](#). Ettekanne aines "Ruumianalüüsi meetodid". 22 lk.
- Vaher, K. 2005. [Maakasutuse simulaator GEOMOD ja selle kasutatavus \(Ipswich River vesikonna ja Costa Rica näidetele\)](#). Ettekanne aines "Ruumianalüüsi meetodid". 22 lk.

Muud kirjatööd

- Roosaare, J. 2009. [Maakatte muutused ja nende prognoositavus \(tarkvara Land Change Modeler kasutamise näitel\)](#). Käsikiri eestikeelses artiklikogumikku. 15 lk.

Clark Labs poolt pakutav

- [Focus Papers](#)
- [Idrisi kasutamisega seotud artiklid \(rakendusvaldkondade kaupa\)](#)