



KUTSEHARIDUSE SISULINE ARENDAMINE
2008 - 2013



Euroopa Liit
Euroopa Sotsiaalfond

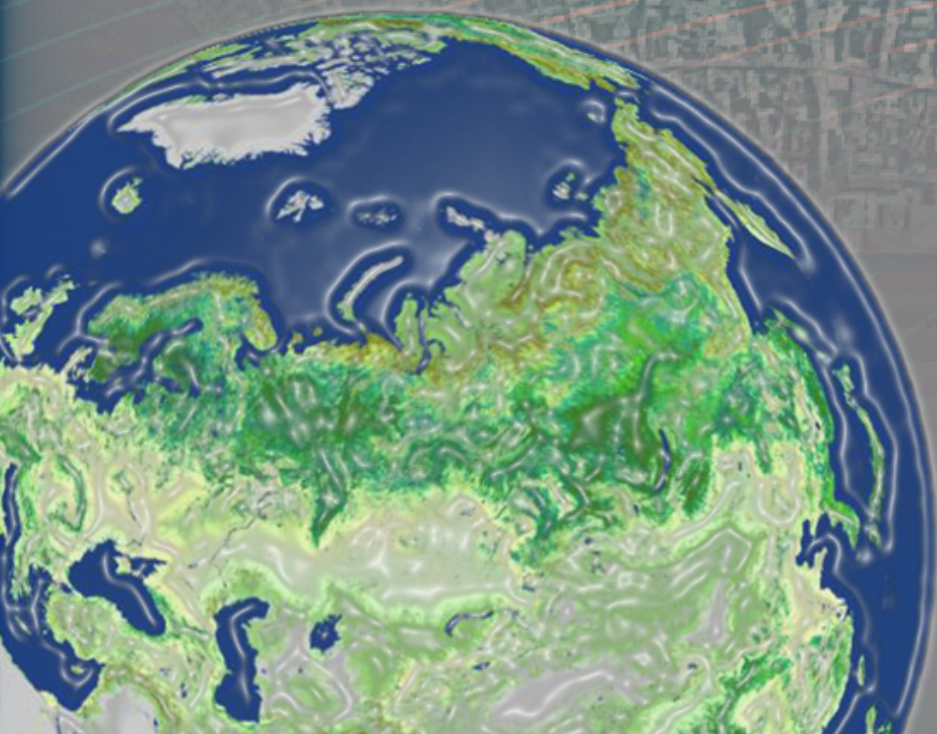


Eesti tuleviku heaks

RANEL SUURNA

EVELI SISAS

KARTOGRAAFIA ALUSED



RANEL SUURNA EVELI SISAS

KARTOGRAAFIA ALUSED

TALLINN
2012

Käesolev õppematerjal on valminud „Riikliku struktuurivahendite kasutamise strateegia 2007-2013” ja sellest tuleneva rakenduskava „Inimressursi arendamine” alusel prioriteetse suuna „Elukestev õpe” meetme „Kutseõppe sisuline kaasajastamine ning kvaliteedi kindlustamine” programmi „Kutsehariduse sisuline arendamine 2008-2013” raames.

Õppematerjali autorid

Ranel Suurna, Eveli Sisas

Retsensent

Erni Ajaots

Kirjastus

SA INNOVE

Õppematerjali autoriõigus kuulub sihtasutusele INNOVE

ISBN 978-9949-487-87-5

Käesoleva õppematerjali koostamist toetas Euroopa Liit

Sisukord

EESSÕNA	5
SISSEJUHATUS	6
1. KAARDI, KARTOGRAAFIA JA GIS-I MÕISTE	7
1.1. Kaart kui geograafilise ruumi mudel	7
1.2. Digitaalkaardid vs traditsioonilised paberkaardid	8
2. GEOGRAAFILISTE NÄHTUSTE OLEMUS	10
3. KAARTIDE LIIGID	14
4. MÕÕTKAVA	19
5. KAARDI MATEMAATILINE ALUS	21
5.1. Referentspind	21
5.2. Referentsüsteem	22
5.3. Geograafiliste koordinaatide süsteem	23
5.4. Tasapinnaliste ristkoordinaatide süsteem	25
5.5. Kaardi projektsioonid	25
6. EESTIS KASUTATAVAD KOORDINAATSÜSTEEMID	29
6.1. Eesti Põhikaardi projektsioon L-Est'97	29
6.2. Eesti Baaskaardi projektsioon TM-B	29
6.3. Pulkovo-42	29
6.4. Pulkovo-63	30
6.5. UTM	30
6.6. Mercatori projektsioon	30
7. EESTI KAARDILEHTEDE NOMENKLATUUR	31
7.1. Eesti Põhikaardi lehtede nomenklatuur	31
7.2. Eesti Baaskaardi lehtede nomenklatuur	32
8. KARTOGRAAFILINE KOMMUNIKATSIOON	33
9. KARTOGRAAFILINE GENERALISEERIMINE	35
10. VÄRVID KARTOGRAAFIAS	37
11. LEPPEMÄRKIDE VALIK JA ANDMETE RÜHMITAMISE MEETODID	41
12. KAARDIKIRJAD JA NENDE PAIGUTAMINE	49
13. KAARDI DISAIN JA SELLEGA SEOTUD ELEMENDID	53
14. KAARDI KVALITEET	64
14.1. Kaardi õigsus	64
14.2. Ebamäärasus	65
14.3. Metaandmed	66
15. KAARTIDE LEVITAMINE	67
16. EESTI RIIKLIKUD KAARDITOOTED	69
16.1. Eesti Põhikaart	69
16.2. Eesti Baaskaart	70
16.3. Eesti 1:50 000 Kaitsevägekaart	70
16.4. Aeronavigatsioonikaart ICAO 1:500 000	70
16.5. Merenavigatsioonikaardid	71
KASUTATUD KIRJANDUS JA ALLIKAD	72
LISA 1. PRAKTILISED HARJUTUSED	74
LISA 2. NÄDISANDMED (DIGITAALSEL KUJUL)	

Eessõna

Käesolev õppematerjal on koostatud maamõõtmise riikliku eriala õppekava kartograafia mooduli sisust lähtudes ning sisaldab lisaks õpikule teemaga seotud praktiliste harjutuste osa ja sinna juurde kuuluvaid digitaalses andmeformaadis näidisandmeid.

Õppe- ja metoodilise materjali peamine sihtrühm on kutseõppeasutuste aineõpetajad ja õppurid. Sellest tulenevalt on õppevahendi sisu pigem praktilisema kallakuga, hõlmates nüüdisaegse digitaalkartograafia kontekstis olulisi teemasid ja käsitledes nendega seotud tööprotsesse nii kaartide koostaja kui ka kasutaja vaatenurgast.

Sissejuhatus

Käsitsi ja erinevate trükitehnoloogiate abil loodud kaardid on sajandeid olnud peamised ruumiandmete kandjad. Seda rolli on oluliselt vähendanud tänased infoajastu tehnoloogiad, mis on nüüdseks kaardiarhiivid suures osas asendanud digitaalsete andmebaaside ja andmekandjatega. Lihtne põhjus sellele on digitaalse informatsiooni töötlemise, kasutamise ja jagamise mugavus. Olles vabad andmete haldamise rollist, on kaardid suunatud järjest enam mitmesuguste probleemide ja ülesannete lahendamiseks.

Kuna kaardimaterjal on ametkondlikus asjaajamises, planeerimisel ja otsuste langetamisel muutunud igapäevaseks töövahendiks, siis on ka kaartidega tegeleva teadusharu ehk kartograafia kasutusala üha laienenud. Pidevalt on täiustunud kaartide koostamise tehnoloogilised vahendid, olles aina paindlikumad ja rohkem võimalusi pakkuvad nii koostajatele (kartograafid, GIS-spetsialistid ja teised) kui tavakasutajatele.

Oluline on asjaolu, et kaardid võimaldavad meil paremini ette kujutada ja mõista Maal esinevaid nähtusi ning nendevahelisi seoseid. Öeldakse, et üks pilt võib edasi anda rohkem kui tuhat sõna. Sama saab väita ka kaartide kohta. Seetõttu on tähtis, et olemuselt keerulised nähtused oleksid kaardistatud selgelt ja arusaadavalt ning annaksid edasi soovitud informatsiooni. Käesolevas õpikus ongi lähemalt kirjeldatud ruumiandmete erinevaid esitusviise ja käsitletud teemasid, mida kaardi koostamisel tuleb arvesse võtta.

1. Kaardi, kartograafia ja GIS-i mõiste

Kartograafia kui teaduse alged ulatuvad antiikaega. Esimesed teadaolevad kindlate matemaatiliste meetodite alusel loodud kaardid on koostatud Vana-Kreeka teadlaste poolt, keda võib pidada ka teadusliku kartograafia rajajaks. Termin "kartograafia" pärineb samuti Vana-Kreeka sõnadest *chartis* (kaart) ja *graphein* (kirjutamine). Kaardi kui olulise ja efektiivse geograafilise informatsiooni edastamise vahendi kaudu esitatakse nähtuste asukohti ja nendevahelisi ruumilisi seoseid.

Kaart – mingi ala ulatuses olevate nähtuste ruumiliste seoste graafiline esitus.

Kartograafia peamine ülesanne on väljendada nähtusi ja nendevahelisi ruumilisi seoseid võimalikult efektiivselt, esteetiliselt ja arusaadavalt, kasutades selleks erinevaid distsipline ning meetodeid.

Kartograafia – ruumiliste nähtuste graafilise visualiseerimise (tavaliselt kaartide kaudu) teadus, kunst ja tehnoloogia.

Kartograafia valdkond on seotud paljude distsipliinide ja teadustega (näiteks matemaatika, infotehnoloogia, psühholoogia, geograafia). Tänapäevase kartograafia tööprotsessid on laialdaselt integreeritud ka geoinfoteadusega ning geoinfosüsteemide (GIS) rakendustega.

Geograafiline infosüsteem (GIS) on omavahel seotud kogum tarkvarast ja andmetest, mida kasutatakse geograafilise info vaatamiseks ja haldamiseks, ruumiliste seoste analüüsimiseks ning ruumiliste protsesside modelleerimiseks.

Iga GIS sisaldab interaktiivseid kaarte ja andmevaateid (sealhulgas mitmemõõtmelisi kujutisi), mis esitavad erinevaid nähtusi ja nendevahelisi seoseid Maa pinnal. Neid kaardivaateid võib käsitleda kui „aknaid“ geograafilisse andmebaasi, mis toetavad päringuid, analüüse ja geograafilise informatsiooni toimetamist. Kaarte saab samuti edukalt kasutada uue informatsiooni tuletamiseks, kasutades mitmesuguseid geotötluse algoritme ja andmeallikaid. Kaartide kasutusala laieneb pidevalt ja sellega seotud võimaluste avardumine sammub paralleelselt IT-tehnoloogia üldiste arengutrendidega. Iseäranis hüppeline kasv on toimunud ning jätkub veebi- ja mobiilirakendustes, kuhu on põimitud interaktiivsete kaartide kasutamise funktsionaalsus. Sellega seonduvalt täidavad kaardid olulist rolli GIS-ga tehtud toimingute ning saadud tulemuste efektiivsel esitamisel ja levitamisel laiemale auditooriumile. Käesolev õppmaterjal käsitlebki kaartidega seotud tegevusi GIS-i kontekstis, mille spetsiifikaga tutvume järgnevate peatükkide temade juures.

1.1. Kaart kui geograafilise ruumi mudel

Reaalsuse käsitlemisel kasutatakse mitmesuguseid lihtsustatud mudeleid ning reaalsust saab sõltuvalt püstitatud eesmärkidest erinevate meetodite abil modelleerida. Olulise informatsiooni eristamine ebaolulisest on võimalik teatud üldistamise kaudu.

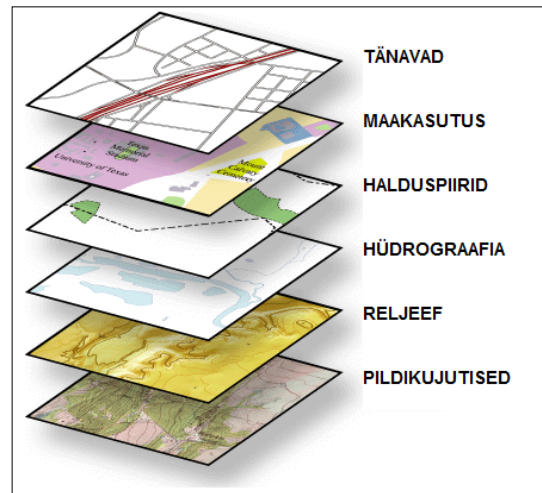
Üldisemas käsitluses on kaart ruumilisi suhteid ja objekte kirjeldav mudel, mille sisu võib olla nii kujuteldav kui ka realselt eksisteeriv. Oluline on teatud nõuete täitmine (näiteks vastavus kujutatavate objektide geograafilise tähendusega), et nende alusel tehtud analüüsid ja otsused oleksid aja- ja asjakohased. Kartograafias kasutatakse geograafiliste nähtuste visualiseerimisel mitmesuguseid esitusviise.

Digitaalkartograafias on kaardil kui olulisel GIS-i komponendil keskne osa nii GIS-töövahendite kasutamisel kui geograafilise informatsiooni loogiliste kogumike talletamisel ja esitamisel kaardikihtide näol. Kaardiandmetega töötamisel saab välja tuua järgnevad tegevused:

- ◆ kaardikihtide ja GIS-andmebaasidega töötamine: info sisestamine, haldamine ja ajakohasena hoidmine;
- ◆ päringute koostamine ja ruumialalüüside teostamine;
- ◆ kaardimaterjali levitamine ning jagamine.

Iga kaart nõuab ruumiandmete esitamise osas selget defineerimist, mida ja kuidas esitada. GIS kasutab selleks kihipõhist geograafilise informatsiooni mudelit, kus geograafiline informatsioon kujutatakse loogiliste kihtide või teemade kogumina (joonis 1). Ühe võimalusena võib GIS sisaldada alljärgnevaid andmekihte:

- ◆ tänavad (tänavate telgjooned);
- ◆ maakasutus (näiteks taimkate, hoonestusalad, äripiirkonnad);
- ◆ halduspiirid (näiteks asustusüksused);
- ◆ veekogud (näiteks järved, tiigid);
- ◆ katastriüksused;
- ◆ kõrgusmudel;
- ◆ ortofoto.



Joonis 1. GIS andmekihid (Esri)

Kaardikiht – temaatiline kogum ühesugust geometriatüüpi (punkt, joon, polügoon) omavatest nähtustest.

Kaardikihtidena esitatakse geograafilist informatsiooni sarnaste teemade (näiteks halduspiirid, tänavad) ja ühtse geometriatüübi alusel. Igal kaardikihil kasutatakse olulise informatsiooni eristamiseks leppemärke, värve ja tekste, mis on määratavad igale üksikule kihis asuvalle objektile. Kaardikihid lihtsustavad oluliselt geograafilise informatsiooni kirjeldamist, sisulist tõlgendamist ja mõistmist:

- ◆ mittepidevad nähtused (punktide, joonte ja polügoonide kogumid);
- ◆ kaardil kujutatud leppemärgid, värvid ja kaardikirjad, mis aitavad kaardil olevaid objekte kirjeldada;
- ◆ kõikjal ühtlase katvusega ortofotod või satelliitkujutised täiendavate abikihtidena kaardil näidatud piirkonna paremaks mõistmiseks;
- ◆ pidevad (statistilised) pinnad nagu kõrgusmudel on esitatavad erinevatel viisidel (näiteks samakõrgusjooned, kõrguspunktid).

1.2. Digitaalkaardid vs traditsioonilised paberkaardid

Kui traditsioonilisel paberkaardil on kogu edastatav informatsioon nähtav, ruumiandmed on esitatud kindlas mõõtkavas, konkreetsetes projektioonis ja muutumatute leppemärkidega, siis digitaalkaart (ka arvutikaart) on märksa enam kui lihtsalt staatiline kujutis. See on interaktiivne ja dünaamiline ning lubab kaardi kasutajal

kaardipilti ise lihtsasti ümber korraldada. Olenevalt konkreetsest kaardist, võib olla võimalik muuta lisaks mõõtkavale esitatavat informatsiooni, leppemärke ja kaardil kuvatavaid kirju, aga ka vahetada näiteks kaardiprojektsiooni. Sama sisuga andmetest on võimalik salvestada/trükkida/levitada erineva ülesehituse ja kujundusega kaardiväljundeid. Tabelis 1 on välja toodud ainult mõned digitaalkaardi ja traditsioonilise paberkaardi erinevused.

Tabel 1. Digitaal- ja paberkaardi võrdlus

DIGITAALKAART	PABERKAART
Kergesti reprodutseeritav ja toimetatav	Kogu kaart tuleb algusest lõpuni uuesti koostada
Dünaamiliselt muudetav mõõtkava ja ulatus	Fikseeritud mõõtkava ja ulatus
Võimalus kihte sisse ja välja lülitada, neid eemaldada ja juurde lisada	Kihtide eraldi vaatamise, lisamise ja eemaldamise võimalus puudub
Kiiresti ja mugavalt edastatav (näiteks Interneti kaudu)	Füüsiline edastamine
Nõuab ainult digitaalset andmete talletamise vahendit (CD/DVD, kõvaketas, mälupulk, veeb jms)	Vajab hoidmiseks palju ruumi (traditsioonilised kaardikogud)
Kaardi kvaliteet püsib muutumatuna läbi aastate	Paberkaart kulub, määrdub ja laguneb aja jooksul
Võimalik esitada dünaamilisi nähtusi reaalajas (liiklusinfo jms)	Kaardipilt on staatiline
Kerge läbi viia automaatseid GIS-põhiseid analüüse	Keeruline, ebatäpne ning teatud juhtudel isegi võimatu teostada analüüse (näiteks statistiliste pindade modelleerimine)

2. Geograafiliste nähtuste olemus

Geograafilised nähtused saab esitusviisi alusel jagada diskreetsete piiridega objektideks või pidevateks väljadeks.

Diskreetsete piiridega objektid on nähtused, mille ruumikuju saab piiritleda. Sellised võivad olla näiteks teed, hooned, maaüksused, veekogud, puud. Kaardil esitatakse need nähtused vektorsitusviisi kasutades punktide, joonte või polügoonidena – primitiividena.



Joonis 2. Ehitised, teed ja õuealad diskreetsete aladena

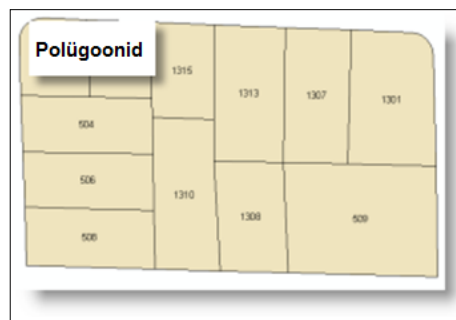
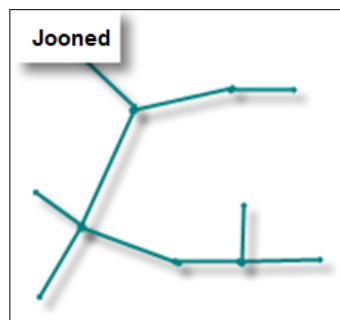
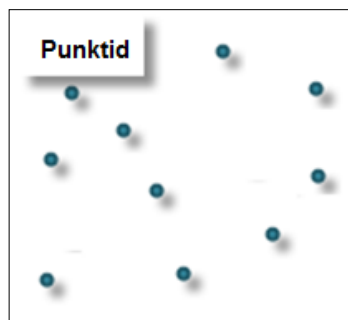
Vektorsitusviis – esitusviis, millega andmed kirjeldatakse punktide, joonte ja polügoonidena ning nende kuju ja vormi määravate matemaatiliste funktsioonidega.

Punkte (näiteks kaevud, hüdrandid) hallatakse kui koordinaatide paari, jooni (näiteks elektriliinid, veetorud) omavahel ühendatud koordinaatpaaride jadana ja polügoone (näiteks rahvaloenduspiirkonnad, mullatüübid) ühe või enama joonesegmendina, mis sulgudes moodustavad polügooni. Koordinaadid, mis moodustavad iga objekti geomeetria, võivad omada kahte (x, y: rida ja veerg või laius ja pikkus), kolme (x, y, z: lisandub kõrgusväärtus) või nelja (lisandub aja või mõne muu omaduse väärtus) dimensiooni.



Joonis 3. Punkt, joon, polügoon (Esri)

Sobiva geomeetriatüübi valik sõltub kaardi mõõtkavast. Punkti objektitüüpi kasutatakse nähtuste esitamiseks, mis on antud mõõtkaval liiga väikesed polügoonina kujutamiseks või kui soovitakse esitada diskreetseid asukohti (näiteks kaevu, telefoniposti, aadresspunkti asukoht, GPS-koordinaadid või mäetipud). Joone objektitüüpi kasutatakse geograafiliste nähtuste esitamiseks, mis on olemuselt jooned (näiteks piirdeaiad) või antud mõõtkaval liialt kitsad polügoonidena kujutamiseks (näiteks vooluveekogud). Polügooni objektitüübiga esitatakse suletud alasid, kus kaardistatava nähtuse olemus on diskreetne ja kujutatav konkreetselt piiritletud geograafilise alana (näiteks riigid, maakonnad, muldade tsoonid, maakasutuse kõlvikud, samuti hooned ja katastriüksused).

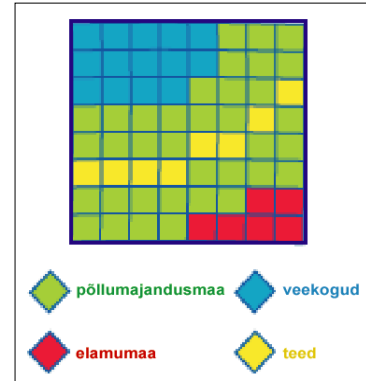


Joonis 4. Nähtuste esitamine punktide, joonte ja polügoonidena (Esri)

Pideva väljana esitatavad nähtused pole erinevalt diskreetse sisuga nähtustest nii selgepiirilisel määratlevad (näiteks maapinna reljeef, õhutemperatuur, sademete hulk, õhusaaste kontsentratsioon). Nende kujutamisel kasutatakse enamasti rasteresitusviisi, mille puhul väli või pind esitatakse regulaarsete ruudukujuliste pikslite maatriksina.

Piksel – väiksem informatsiooni ühik rasteresitusviisi korral.

Iga piksel esindab piiritletud ala maapinnal. Väärtus, mis pikslile on omistatud, kehtib kogu esindatava ala kohta ja selleks võib olla nii kood (näiteks maakatte kood) kui mõõtmisväärtus (näiteks lume paksus, sademete hulk).

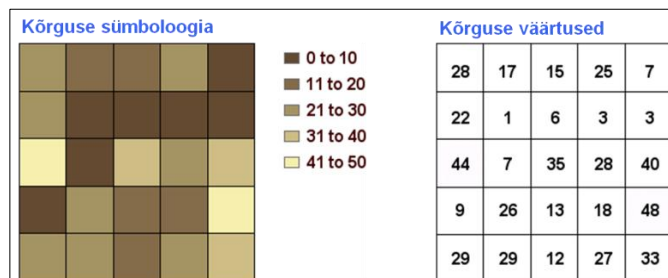


Joonis 5. Rasteresitusviis, kus iga värv esindab erinevat maakatteklassi tüüpi (Esri)

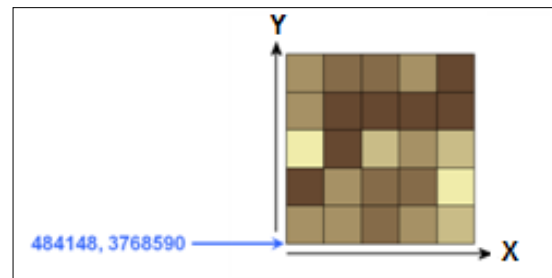
Rasteresitusviis – ruumiandmete esitusviis, milles pidev väli esitatakse regulaarselt paiknevate ruudukujuliste pikslitena, kus iga piksel omab atribuudiväärtust ja asukoha koordinaate.

Kui nähtuse ruumikuju, mida rastrina esitatakse, ulatub mitmele pikslile, on mitu erinevat viisi, kuidas väärtus pikslile omistada. Ühe meetodina võib sellele anda väärtuse, mida esineb piksliga esitataval alal kõige rohkem. Teise meetodina saab pikslile anda väärtuse selle keskpunkti alusel – nähtuse väärtus, mis jääb keskpunkti alla, omistatakse lausaliselt tervele pikslile.

Teatud välja või pinna rastrina esitamine vajab ühte x,y koordinaatide paari. Raster seotakse nurgapunkti koordinaatidega ning kuna iga piksel omab kindlaid mõõtmeid (näiteks 10x10 m), siis ülejäänud koordinaadid arvutatakse nende suurust ja asukohta arvestades.

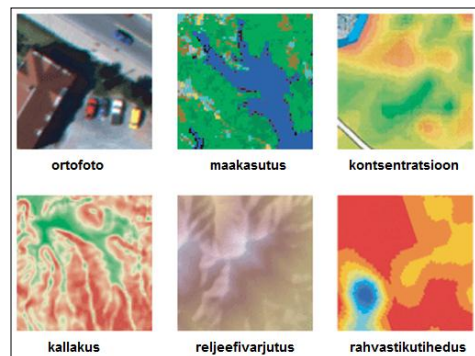


Joonis 6. Piksliväärtuse kirjeldamine (Esri)



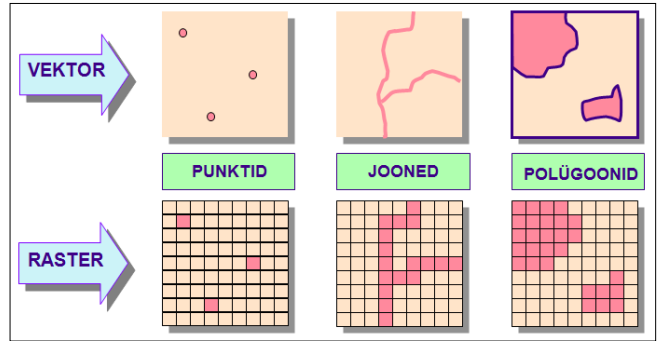
Joonis 7. Rastri sidumine koordinaatidega (Esri)

Rastrina hallatud andmed on kasulikud taustakaardina, kuna suudavad kiiresti esitada suurt hulka informatsiooni. Tavalisemad näited rastrina hallatavatest ja esitatavatest andmetest on näiteks aerofotod, satelliidipildid, skaneeritud kaardid, digitaalsed kõrgusmudelid, kõrguspinnad, sademete-, taimkatte-, temperatuuri- ja mullatüübi kaardid. Samuti on rastrid laialdaselt kasutusel analüütilistes rakendustes nagu näiteks pinnavee voolu ja teenuse asukoha (näiteks teeninduspiirkonnad) leidmise analüüsid.

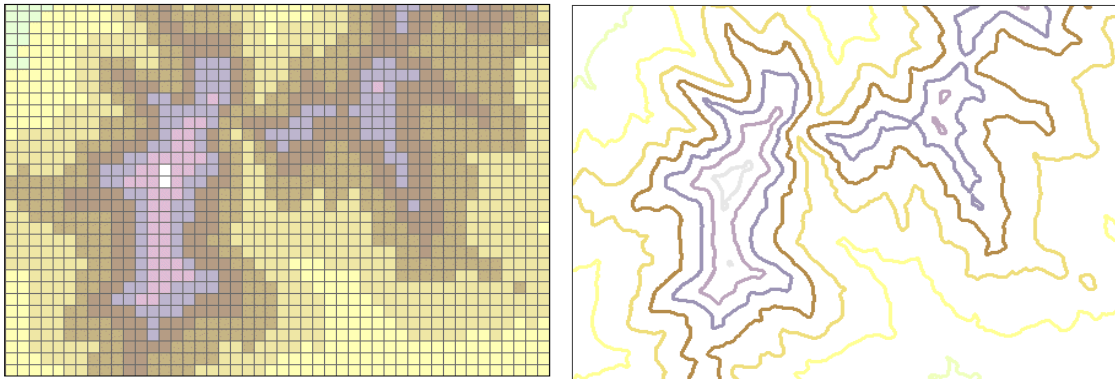


Joonis 8. Näited rasterandmete kasutamisest (Esri)

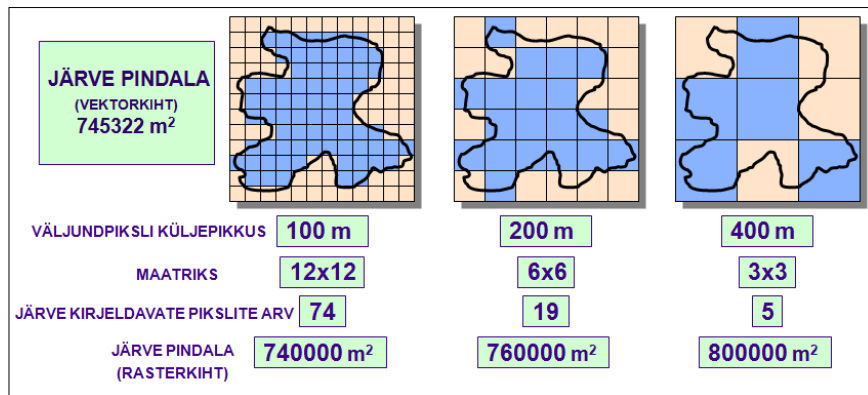
Ka olemuselt piiritletud nähtuseid saab visualiseerida rasteresitusviisi abil ja vastupidi – pidevaid välju saab kujutada diskreetsete objektidena. Erinevate esitusviiside kasutamisest tulenev objektide ruumikuju erinevus on põhjustatud suuresti rastri piksli suurusest. Rohkema hulga ja väiksemate pikslite korral on erinevused marginaalsemad, kuid neid ei ole võimalik sajaprotsendiliselt kõrvaldada.



Joonis 9. Diskreetsete piiridega objektide kujutamine rasteresitusviisi kasutades



Joonis 10. Pideva välja esitamine rastrina (vasakul) ja vektorina (paremal)



Joonis 11. Vektor-ja rasteresitusviisiga kujutatud objektide võrdlus (Esri)

GIS-põhise (ka andmebaasipõhise) kaardistamise korral hoitakse geograafiliste nähtuste kohta lisaks nende ruumikujule kirjeldavat informatsiooni – atribuute.

Atribuut – objekti (kaardistatud nähtuse) omadusi ja sisu kirjeldav tunnus (näiteks pindala, kood), mida hallatakse tabelkujul.

Peamised atribuutide tabeli põhimõtted:

- ◆ kirjeldav andmestik on organiseeritud tabelitesse;
- ◆ tabelid sisaldavad ridu – iga rida esindab ühte objekti kaardil (joonis 12);
- ◆ kõik read tabelis omavad samu veerge – iga veerg esindab ühte atribuuditüüpi (näiteks täisarvulised tunnused, tekstilised tunnused).

OBJECT_ID	Shape	NAME	Shape_Length
154	Polyline	Lõhe	94 800529
155	Polyline	Lõhe	120 1140029
147	Polyline	Lõude	240 091258
35	Polyline	Laha	132 197399
3	Polyline	Lõuse	28 486243
78	Polyline	Lõuse	444 033288
209	Polyline	Lõuse	41 441509
210	Polyline	Lõuse	156 366405
232	Polyline	Lõuse	38 222065
249	Polyline	Lõuse	30 166238
95	Polyline	Magasini	130 491162
185	Polyline	Magasini	155 162265
30	Polyline	Naan	55 888608
2	Polyline	J' Sida	192 304233
190	Polyline	J' Sida	159 355667
1	Polyline	Põhik meet	100 682098
6	Polyline	Põhik meet	59 415101
41	Polyline	Põhik meet	6 020665

Joonis 12. Atribuutide tabeli seos kaardikhi objektidega

Kartograafias tähendab teemakaardi koostamine sisuliselt tabeliandmete visualiseerimist ehk tõlkimist nähtavate kujundite keelde. Nähtuste atribuudid seotakse konkreetsete leppemärkidega, kusjuures GIS-põhise kaardistamise korral saab ühele nähtusele määrata erinevaid kartograafilisi esitusreegleid. Näiteks saab jõe kujutatavat joonobjekti esitada mitmel erineval viisil vastavalt kaardi eesmärgile ja mõõtkavale ning hoida neid erinevaid esitusviise andmebaasis joonobjektiga seotuna.

3. Kaartide liigid

Kaartide liigitamiseks kasutatakse mitmeid kriteeriumeid. Enam on levinud kaartide jaotamine:

- ◆ Mõõtkava alusel – igal kaardil on määratud mõõtkava ja vastavate väärtuste alusel saab kaarte liigitada:
 - a) suuremõõtkavalised kaardid* – mõõtkava väärtus on 1:20 000 või suurem;
 - b) väikesemõõtkavalised kaardid* – mõõtkava väärtus on 1:200 000 või väiksem;
 - c) keskmisemõõtkavalised kaardid* – mõõtkava väärtus jääb kahe eelneva rühma vahele (näiteks 1:30 000, 1:100 000, 1:150 000)

* Vastav liigitus kehtib Eesti territooriumit kujutatavate kaartide puhul. Arvumõõtkava väärtuste põhine klassifikatsioon pole ülemaailmselt universaalne ning on riigiti erinev.

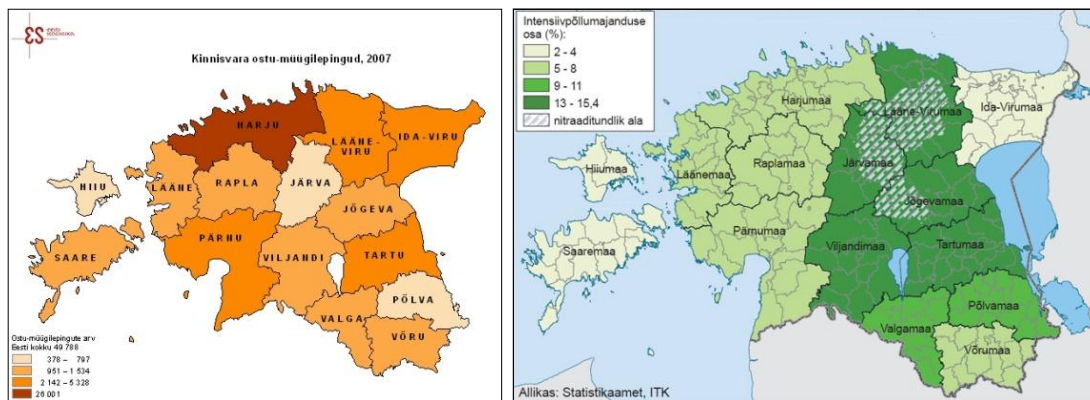
- ◆ Sisu alusel:
 - a) üldgeograafiline kaart – kaart, mis kujutab füüsilist reaalselt maailma ning selle sisuks on tavaliselt hüdrograafilised nähtused, maapinna reljeef, maakatteklassid ja/või loodusvööndid; esindatud võivad olla inimasustusega seotud objektid nagu asulad ja infrastruktuur. Siia kategooriasse kuuluvad muuhulgas kindla ulatusega territooriumi kujutavad füüsilised kaardid, topograafilised kaardid ja plaanid, ortofotokaardid;
 - b) füüsiline kaart – graafiline esitus, millel on kujutatud maapinna loodusnähtused;
 - c) topograafiline kaart – detailne ja täpne graafiline esitus, millel on kujutatud maapinna reljeefi suhtelisi asukohti ja kõrgusi ning looduslike ja tehisnähtuste asukohti;
 - d) topograafiline plaan – suuremõõtkavaline (enamasti 1:2000 või suuremas mõõtkavas) topograafiline kaart. Harilikult koostatakse topograafiline plaan geodeetiliste mõõdistuste tulemusel väiksema maa-ala (umbes kuni 10 km × 10 km) kohta ning sellisel juhul ei ole Maa kumerusest tingitud moonutust vajalik arvestada.
 - e) temaatiline kaart – kindla teema või valdkonna informatsiooni edastamiseks koostatud kaart. Sageli pole temaatilistel kaartidel kuvatud nähtused reaalselt tunnetatavad/tajutavad, vaid kirjeldavad teatud matemaatiliste või statistiliste geoaalüüside kaudu saadud tulemusi (näiteks riigi rahvastiku tihedust, elanikkonna keskmist sissetulekut). Temaatilisi kaarte liigitatakse omakorda täiendavateks alarühmadeks:
 - rahvastikukaardid;
 - statistilised kaardid;
 - ajaloooteemalised kaardid;
 - erikaardid;
 - turismikaardid jne.
- ◆ Kasutusotstarbe alusel:
 - a) teatmekaardid;
 - b) õppekaardid;
 - c) kontuurkaardid;
 - d) välitöökaardid;
 - e) planeerimiskaardid.
- ◆ Kujutatava ala ulatuse alusel:
 - a) Maailma kujutavad kaardid;
 - b) poolkerade kaardid;

- c) mandrite ja maailmajagude (ookeanide) kaardid;
- d) maailmaosade kaardid;
- e) riikide kaardid jne.

Temaatilised kaardid kui ühed populaarsemad ja enim kasutatud leidvad kaardiväljundid on vastavate kujutusviiside alusel jaotatavad eraldi tüüpideks.

◆ Koropleetkaart (horopleetkaart)

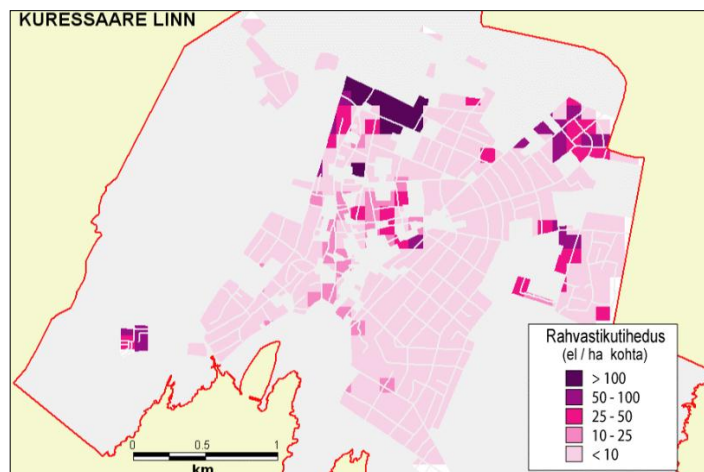
Koropleet- ehk taustkaardil esitatakse nähtuse teatud tunnust lausaliselt vastavate pindade (polügoonide) koguulatuse kaudu. Koropleetkaartide kasutus on väga laialdane erinevate statistiliste andmete kaardistamisel katastri-, haldusüksuste, loenduspiirkondade või majandamisüksuste kaudu. Siinkohal tuleb kindlasti tähelepanu pöörata sellele, et näidatavad tunnused oleks sobivalt klassifitseeritud ehk rühmitatud.



Joonis 13. Koropleetkaartide näited. Vasakpoolsel joonisel on kujutatud 2007. aastal Eestis toimunud kinnisvara ostu-, müügitehingute arvukus maakonniti (Statistikaamet) ning parempoolsel joonisel sama aasta intensiivpõllumajanduse osatähtsus maakonna pindalast protsentides (Keskkonnateabe Keskus)

◆ Dasümeetriline kaart

Dasümeetriline kaart on sarnane koropleetkaardile, kus teatud alal esineva nähtuse kujutamisel kasutatakse täiendavat abimaterjali. Alltoodud näite puhul on elanike tihedust illustreerival kaardil maakasutuse kaardikihi kaudu visuaalselt eemaldatud elamiseks mittesobivad alad.



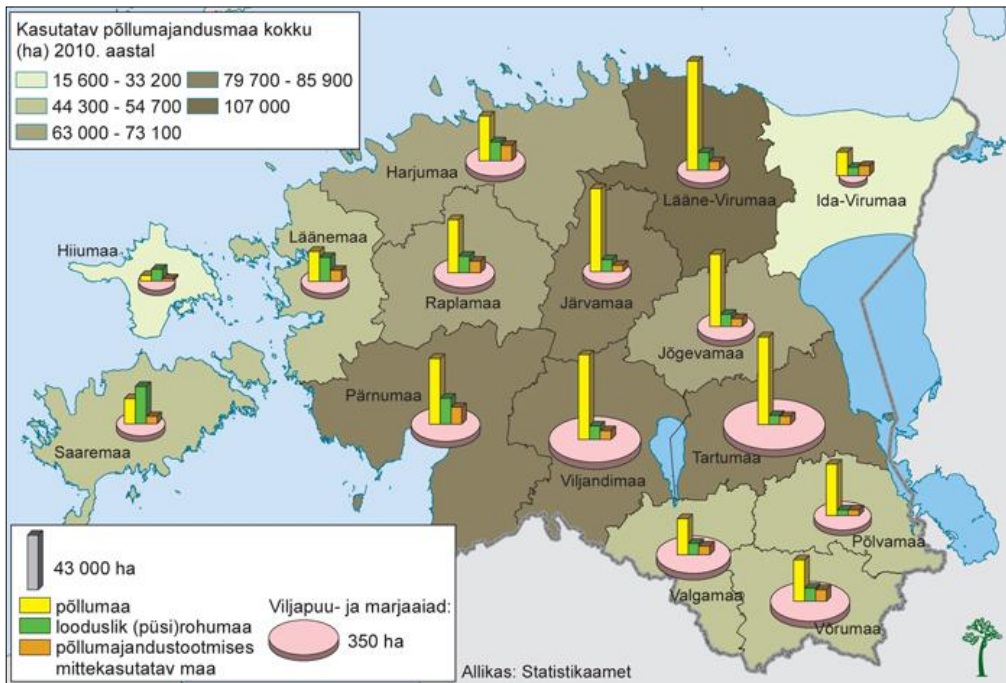
Joonis 14. Kuressaare linna rahvastikutihedust kujutav dasümeetriline kaart

Dasümeetriline kaart on mõeldud kvantitatiivse sisuga info esitamiseks, kus kontuuri piir langeb kokku oletatava väärtuse levikuga. Mitmed tunnustatud kartograafia eksperdid (näiteks Cory L. Eicher ja Cynthia A. Brewer) märgivad, et dasümeetriline kaart on võrreldes tavapärase koropleetkaardiga usaldusväärsem, kuna näitab nähtuse reaalselt levikut ja paiknemist adekvaatsemalt.

NB! Kartograafias ei ole dasümeetrilise kaardistamise tehnika senini väga selgelt määratletud ning sellest tulenevalt puudub enamikes GIS tarkvarades konkreetne algoritm nende automaatseks koostamiseks.

◆ Sümbolkaart

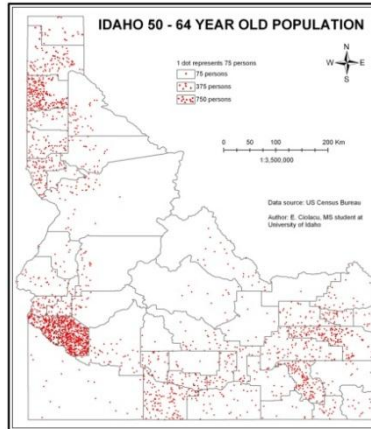
Sümbolkaardil kombineeritakse leppemärke erinevate suuruste ja variatsioonide kasutamisega. Sümbolkaardi alaliigina võib välja tuua diagrammkaardi (kartodiagramm). See on sisuliselt koropleet- ja sümbolkaardi omavaheline kombinatsioon, mille puhul kujutatakse nähtuste ruumilist paigutust sellisel, kus andmeid visualiseeritakse mitme ühelaadse diagrammiga. Lisaks diagrammkaardile on sümbolkaardi teiste alaliikidena kasutusel ka märgikaart, kus peamine fookus on objekti asukohal ning lokaliseeritud diagrammkaart, mis on kombinatsioon märgikaardist ja diagrammkaardist.



Joonis 15. Sümbolkaardi näide, kus on kujutatud 2010. aastal kasutuses olnud põllumajandusmaa koos detailse sisemise jaotusega (Keskkonnateabe Keskus)

◆ Punktkaart

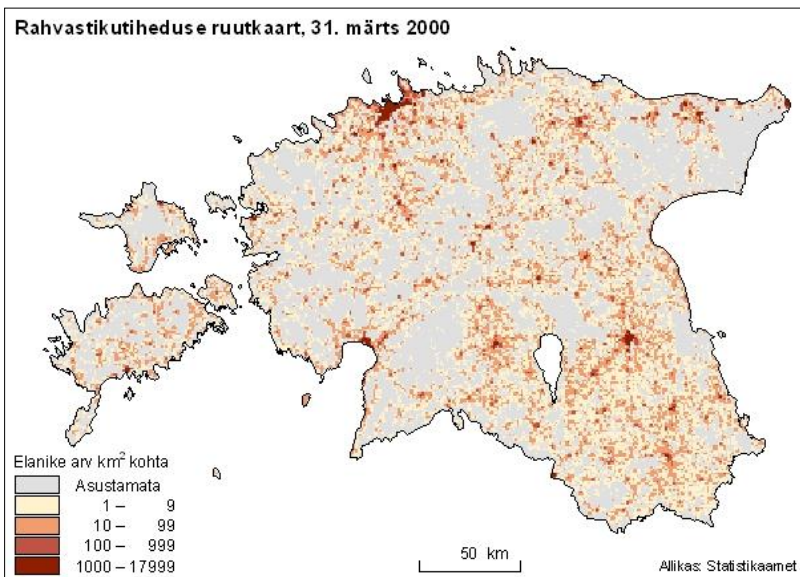
Punktkaardil esitatakse nähtusi punktide visualiseerimise kaudu, mis kaardipinnale genereerituna peaksid tekitama ettekujutuse nähtuse levikust konkreetse pinnaühiku kohta. Kasutatav on nii iga üksiku objekti individuaalne näitamine kui ka hajusal moel presenteerimine, kus üks punkt tähistab näiteks n sündmuse esinemist teatud piirkonnas. Punktkaarte on sobilik kasutada juhul, kui kaardistatav objekt on olemuselt diskreetne.



Joonis 16. Punktkaartide näiteid. Vasakpoolsel joonisel on kujutatud koolera epideemia levikut ja haiguskoldeid (J. Snow, 1854) ning parempoolsel joonisel USA Idaho osariigi 50-64 aastaste elanike paiknemist (Esri)

◆ Ruutkaart

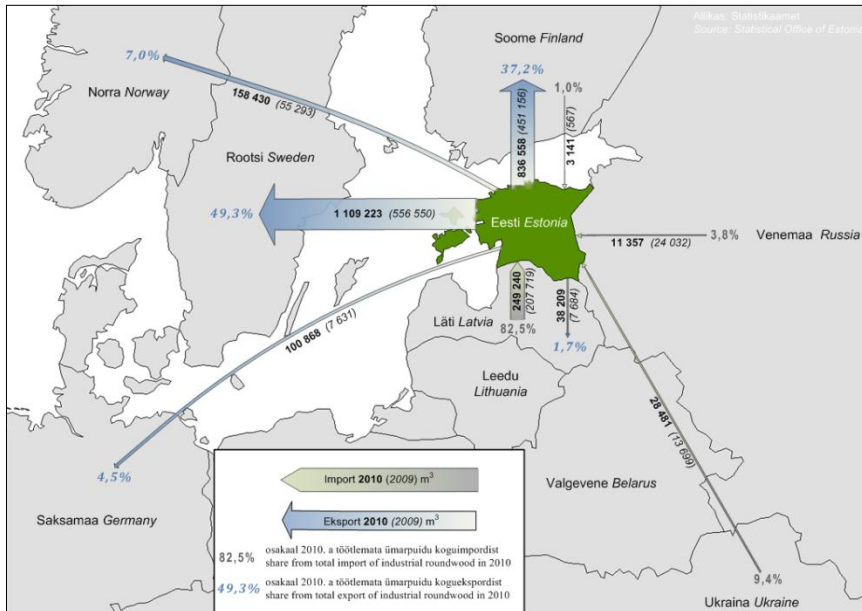
Ruutkaart ehk horoloogiline maatriks on käsitletav regulaarse võrena, mis sisuliselt on korrapäraste aladega koropleetkaart. Ruutkaardi puhul on oluline leida optimaalne võrgusilma suurus, mis rahuldaks nii esituse ülevaatlikkust kui ka andmetöötluse täpsusnõudeid. Korrapärane võrgustik võib nii mõnelgi puhul olla teatud suhtarvu määra kirjeldamiseks parem kui näiteks ebaühtlase suurusega aladel põhinev koropleetkaart.



Joonis 17. Ruutkaardi näide, kus on kujutatud Eesti rahvastikutihedust 2000. aastal (Statistikaamet)

◆ Vookaart

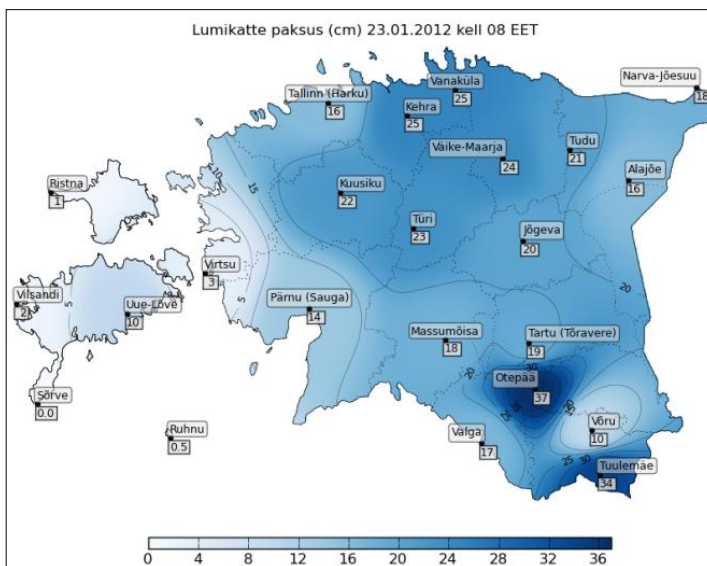
Voo- ehk liikumiskaardil on kujutatavaks objektiks mingi nähtuse kohavahetus ja/või liikumine ühest punktist või piirkonnast teise. Kujutusvahendiks on liikumist ehk voogusid kirjeldavad jooned, mis võivad olla disainitud kas nooltena või eri kohti ühendavate lintidena. Noole jämedusega varieerides on lihtsamini eristatavad näiteks tehingute mahud ja liiklusvoogude intensiivsus.



Joonis 18. Vookaardi näide, kus on kujutatud töötlemata ümarpuidu importi ja eksporti 2010. aastal (Keskkonnateabe Keskus)

◆ Isaritmiline kaart

Isaritmiliste kaartide peamine kasutusala on seotud mitmemõõtmeliste ja statistiliste pindade esitamisega tasapinnal ja on sobilik olemuslikult pidevate väärtuste (näiteks lumikatte paksus) esitamiseks. Sisemiste alaliikidena eristatakse isomeetrilisi kaarte, millel näidatud nähtused asuvad konkreetsetes punktis (näiteks samaväärtusjooned) ning isopleetilisi kaarte, kus nähtuste visualiseerimine on lausaline. Viimase puhul kujutatakse kaardil visuaalselt sujuvad nähtuse ülemineku väärtused astmeliselt. Meetodi puudusena võib tuua, et suurema täpsusastmega suuremõõtkavalisel kaardil kujutatavad samatihedusjooned ei suuda esitada nähtuse järskede üleminekuid.



Joonis 19. Isaritmilise kaardi näide, kus on kujutatud lumikatte paksust teatud kuupäeva seisul alusel (EMHI)

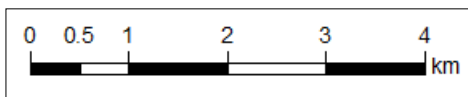
4. Mõõtkava

Kartograafias kasutatakse mõistet mõõtkava, viidates kaardil kujutatava ja maapinnal oleva vastava kahe punkti vahelise kauguse suhtele.

Kaardi mõõtkava – kaardil esitatava joonlõigu ja maapinnal oleva sama lõigu pikkuse suhe.

Mõõtkava saab esitada mitmel erineval viisil.

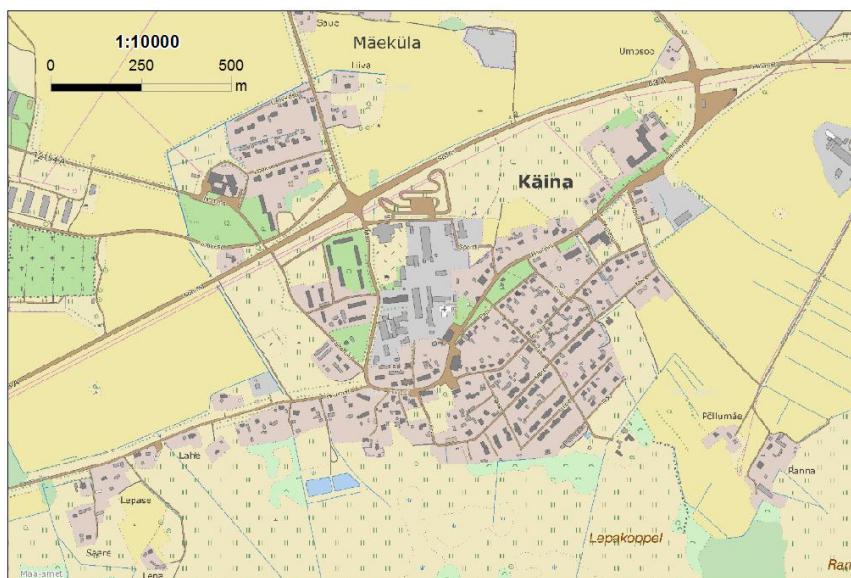
- ♦ **Arvmõõtkava** on mõõtkava numbriline tähistus. Seda näidatakse kaardi ja tegelike pikkuste suhte jagatisena, näiteks 1:10 000 või 1/10 000. Antud näite puhul tähendab mõõtkava, et ühele ühikule kaardil vastab 10 000 sama ühikut maapinnal ning sellist kaarti nimetatakse kümnetuhandeliseks kaardiks.
- ♦ **Selgitav mõõtkava** ehk suhtmõõtkava on arvmõõtkava tekstiline väljendus. Näiteks 1 cm-le kaardil vastab 100 m looduses.
- ♦ **Joonmõõtkava** on võrdseteks lõikudeks jaotatud sirgjoon ja selle koostamise aluseks on arvmõõtkava.



Joonis 20. Joonmõõtkava

Kaarte liigitatakse mõõtkava alusel suure-, keskmise- ja väikesemõõtkavalisteks. Ühtset ülemaailmselt standardit, millisest mõõtkavast alates algab või lõpeb konkreetne rühm, ei ole. Allolevad rühmad järgivad Eestis aja jooksul välja kujunenud klassifikatsiooni:

- ♦ **suuremõõtkavalised kaardid** – kaardid, mille mõõtkava on 1:20 000 või suurem (näiteks 1:20 000, 1:15 000);



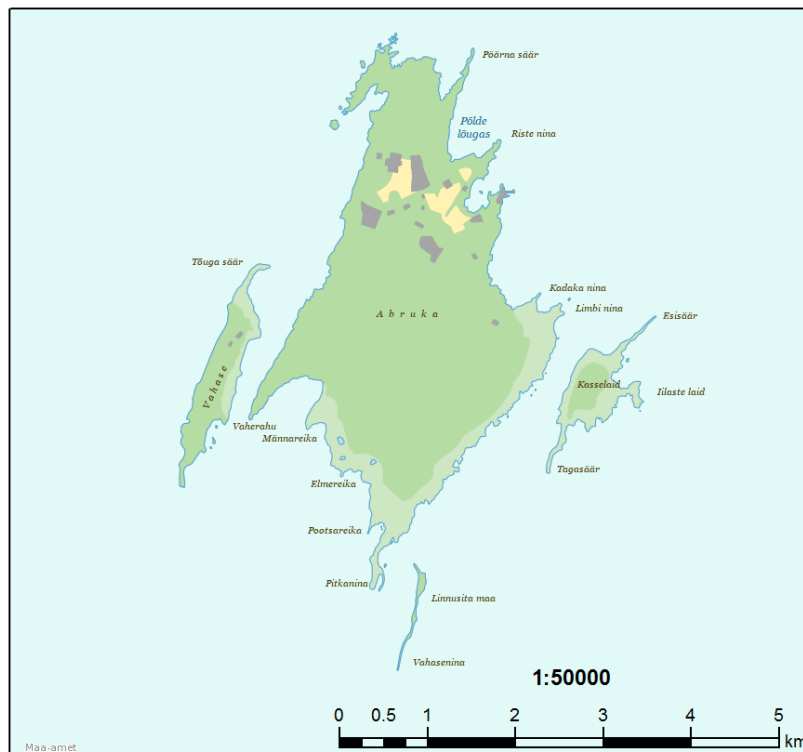
Joonis 21. Suuremõõtkavaline kaart Käina alevikust (Maa-amet, Eesti Põhikaart 1:10 000)

- ◆ väikesemõõtkavalised kaardid – kaardid, mille mõõtkava on 1:200 000 või väiksem (näiteks 1:300 000, 1:1 500 000);



Joonis 22. Väikesemõõtkavaline kaart Eesti geograafilisest ulatusest (Maa-ameti WMS teenus 1:1 500 000)

- ◆ keskmisemõõtkavalised kaardid – kaardid, mille mõõtkava jääb suure- ja väikesemõõtkavaliste kaartide vahele.



Joonis 23. Keskmisemõõtkavaline kaart Aburka saarest (Maa-amet, Eesti Baaskaart 1:50 000)

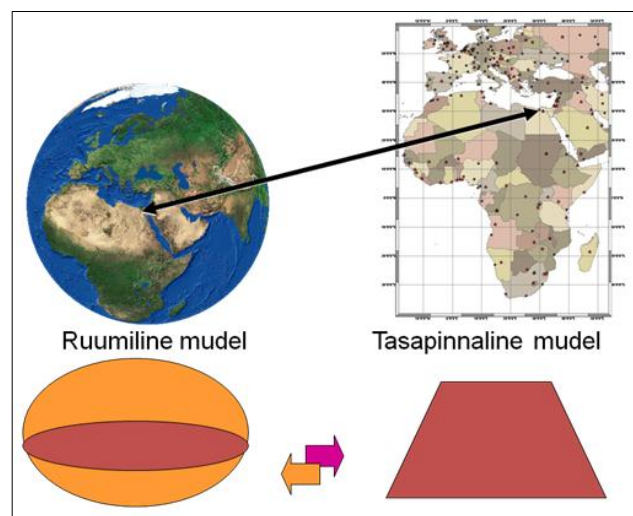
5. Kaardi matemaatiline alus

Kaart on kasulik eelkõige siis, kui lugeja saab sellega esitatavat ruumi eelneva geograafilise teadmise abil positsioneerida. Asukoha identifitseerimine võimaldab seostada kaardil esitatud ruumi reaalse ruumiga. Esitamaks erinevatest allikatest pärit geograafilise informatsiooni kihte, tuleb need lõimida ühtsesse alussüsteemi – koordinaatsüsteemi.

Koordinaatsüsteem – punktidel, joontel ja/või pindadel ning teatud reeglitel põhinev raamistik, mida kasutatakse punktide ja teiste geomeetriliste elementide asukohtade määramiseks kahe- või kolmemõõtmelises ruumis. Näited koordinaatsüsteemidest on geograafiliste koordinaatide süsteem ja tasapinnaliste ristkoordinaatide süsteem.

Iga koordinaatsüsteem on defineeritud järgmiste elementidega:

- ♦ üldine raamistik, mis on kolmemõõtmeline (maakera keskmest mõõdetud koordinaadid) või tasapinnaline (koordinaadid maakeral on projitseeritud kahemõõtmelisele tasapinnale);
- ♦ mõõtühikud (näiteks meetrid tasapinnaliste ristkoordinaatide süsteemi või kraadid geograafilise koordinaatsüsteemi puhul);
- ♦ kaardiprojektsiooni määratlus tasapinnaliste ristkoordinaatide süsteemi puhul;
- ♦ teised mõõtsüsteemi omadused nagu ellipsoid, referentssüsteem ja projektsiooniparameetrid (standardparalleelid, telgmeridiaan, nihked x- ja y-suunas).

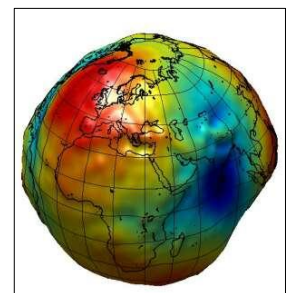


Joonis 24. Ruumiline ja tasapinnaline mudel (Esri)

5.1. Referentspind

Iga koordinaatsüsteemi aluseks on valitud Maa kujule vastav referentspind. Kõige parema ettekujutuse maakera kujust annab geoid.

Geoid – Maa gravitatsioonivälja pind, mis on loodjoonega risti ja mille kuju ühtib keskmise meretasemega. Kuna maakera mass ei ole kõigis punktides ühesugune ja gravitatsiooni suund muutub, on geoidi kuju korrapäratu.

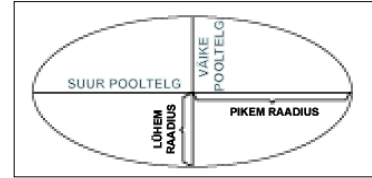


Joonis 25. Geoid (Esri)

Geoidi korrapäratu pinna tõttu on selle kasutamine geodeetilistel arvutustel keeruline. Lihtsatest geomeetrilistest kehadest on maakera kujule kõige sarnasem pöördellipsoid. See on kolmemõõtmeline keha, mille moodustab kahemõõtmeline ellips. Ellipsi kuju on määratud kahe raadiuse poolt: pikem raadius ehk suur pooltelg ja lühem raadius ehk väike pooltelg. Pannes ellipsi lühema telje ümber pöörlema, moodustub ellipsoidi pind.

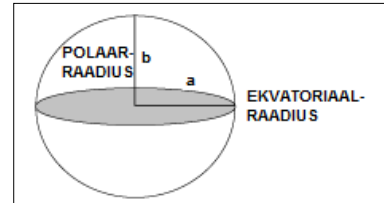
Pöördellipsoid – kolmemõõtmeline keha, mis moodustub, kui panna ellips pöörlema ümber lühema telje.

Maakera lihtsustatud kuju esitava pöördellipsoidi puhul on suur pooltelg ekvatoriaalpooltelg ehk raadius maakera keskmest ekvaatorini ja väike pooltelg polaarpooltelg ehk raadius maakera keskmest pooluseni. Maaellipsoide eristatakse üksteisest ekvatoriaal- (a) ja polaarpooltelgede (b) pikkuste või ekvatoriaalpooltelje (a) ja lapikuse (f) abil. Lapikus on kahe telje pikkuste erinevus: $f = (a - b)/a$.

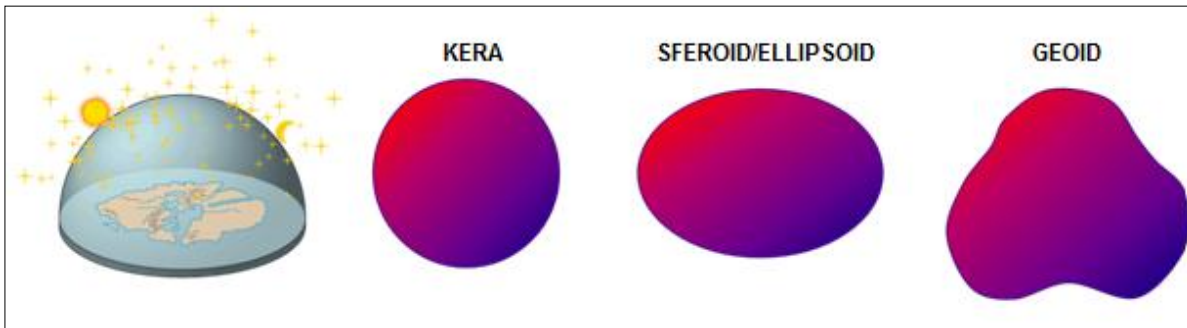


Joonis 26. Ellips (Esri)

Teatud juhtudel, kui soovitakse matemaatilisi arvutusi lihtsamaks muuta, kujutatakse Maad kerana. Selline oletus on võimalik vaid väikesemõõtkavalistel kaartidel (väiksemad kui 1:5 000 000), kus kera ja ellipsoidi vahelised erinevused pole kaardil eristatavad. Mõõtkaval 1:1 000 000 ja suuremate kaartide täpsuse säilitamiseks on vajalik kasutada referentspinnana ellipsoidi. Mõõtkavade 1:5 000 000 ja 1:1 000 000 vahel sõltub kera või ellipsoidi kasutamine referentspinnana kaardi eesmärgist ja andmete täpsusest.



Joonis 27. Maaellipsoid (Esri)

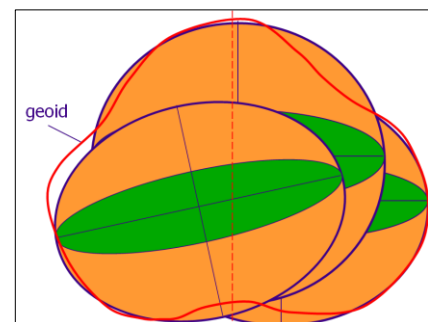


Joonis 28. Maa kuju edasiandmiseks kasutatavad referentspinnad – kera, sferoid ehk ellipsoid ja geoid (Raivo Aunap)

5.2. Referentsüsteem

Kui ellipsoidiga antakse edasi Maa ligikaudne kuju, siis ellipsoidi asukoha Maa keskmise suhtes defineerib referentsüsteem ehk daatum. Referentsüsteem annab raamistiku Maa pinnal olevate asukohtade mõõtmiseks ning sellega määratakse meridiaanide ja paralleelide alguspunkti asukoht ja orientatsioon.

Referentsüsteem ehk daatum – normitud geodeetilised parameetrid, mis määravad teatud piirkonnas või riigis kasutatava referentsellipsoidi asetuse ja koordinaatide süsteemi.

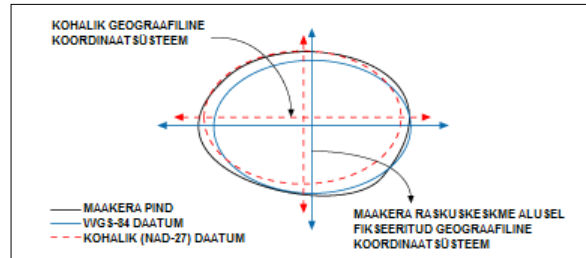


Joonis 29. Daatum (Raivo Aunap)

Vastavalt sellele, kuidas ellipsoid Maa keskmise suhtes paikneb, saab referentsüsteemid jagada geotsentrilisteks või kohalikeks.

Geotsentriline süsteem

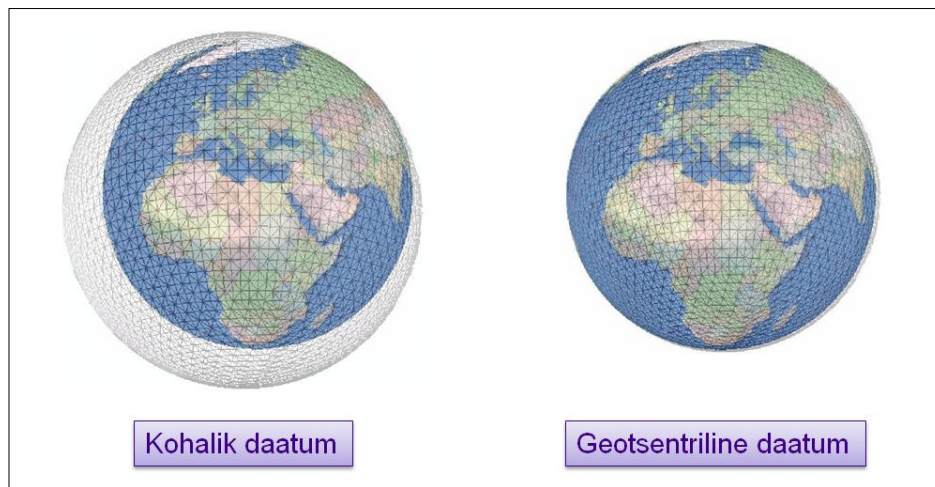
Geotsentrilise süsteemi puhul on ellipsoidi keskpunkt seotud Maa raskuskeskmega ja väike pooltelg ühitatud pöörlemisteljega. Koordinaatsüsteemi alguspunktina kasutatakse Maa raskuskeset. Maailmas kõige enam kasutatav selline maaellipsoid on WGS-84. Eestis on kasutusel ka maaellipsoid GRS-80.



Joonis 30. Geotsentriline ja kohalik süsteem (Esri)

Kohalik süsteem

Kohalikus süsteemis on ellipsoidi pind pandud järgima Maa pinda kindlal ulatusel. Teatud punkt ellipsoidil vastab kindlale punktile Maa pinnal. Selle punkti koordinaadid on fikseeritud ja seda kasutatakse süsteemi alguspunktina. Kõik teised punktid arvutatakse sellest lähtuvalt. Kohaliku süsteemi puhul on ellipsoidi kese Maa keskmet nihutatud.



Joonis 31. Geotsentriline ja kohalik süsteem Maa pinna näitel (Esri)

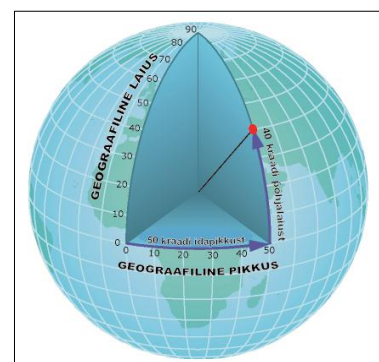
Kohalik süsteem joondab ellipsoidi Maa pinnaga teatud ala ulatuses ja on seega kasutatav vaid sellel määratud alal.

5.3. Geograafiliste koordinaatide süsteem

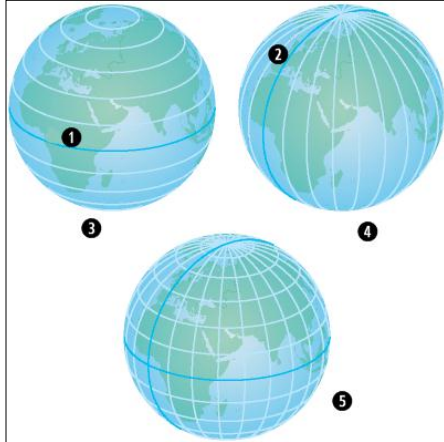
Geograafiliste koordinaatide süsteem kasutab kolmemõõtmelist sfäärilist pinda asukohtade määramiseks Maa pinnal. Punkti asukoht kirjeldatakse kahe koordinaatväärtuse – laiuse ja pikkuse – abil. Laius- ja pikkusväärtused on mõõdetud nurgad Maa keskpunkti ja Maa pinnal oleva punkti vahel.

Geograafiliste koordinaatide süsteem – süsteem, mis kasutab kera või ellipsoidi pinnal punkti asukohta määramisel geograafilist laius- ja pikkusväärtust. Süsteemi määratlus

sisaldab referentsüsteemi, nullmeridiaani ja nurga mõõtühikut.



Joonis 32. Laius- ja pikkuskraadid geograafiliste koordinaatide süsteemis (Esri)



Joonis 33. Koordinaatvõrgustik geograafiliste koordinaatide süsteemis (Esri)

Sfäärilises süsteemis on horisontaalsed ida-lääne suunalised ringjooned paralleelid (joonis 33 nr 3) ning vertikaalsed põhja-lõuna suunalised pooluseid ühendavad jooned meridiaanid (joonis 33 nr 4). Koos moodustavad paralleelid ja meridiaanid kogu Maad hõlmava koordinaatide võrgustiku (joonis 33 nr 5).

Pöörlemisteljega risti olevat tasapinda maakera keskel nimetatakse ekvaatoriks (joonis 33 nr 1) ning seda tähistatakse laiuskraadiga 0° . Meridiaani väärtusega 0° nimetatakse nullmeridiaaniks (joonis 33 nr 2). Suurem osa geograafilisi koordinaatsüsteeme kasutab nullmeridiaanina pooluseid ja Greenwichi observatooriumi asukohta läbivat meridiaani. Geograafiliste koordinaatide võrgustikus omab nullmeridiaani ja ekvaatori lõikepunkt koordinaate (0, 0).

Ekvaatori ja nullmeridiaani alusel jagatakse Maa neljaks sektoriks. Ekvaator jagab maakera põhja- ja lõunapoolkeraks ning nullmeridiaani alusel määratakse ida- ja läänepoolkera.

Geograafilised laius- ja pikkusväärtused mõõdetakse tavaliselt kraadidena kümnendsüsteemis või kraadides, minutites ja sekundites. Punkti geografiline laius mõõdetakse ekvaatori suhtes ja on defineeritud kui nurk, mis moodustub punkti läbiva Maa pinnaga risti oleva joone ja ekvatoriaaltasandi vahel. Mõõdetakse ekvaatorist põhja või lõuna suunas ja omab vastavalt kas positiivset või negatiivset väärtust 90 kraadist põhjapoolusel kuni -90 kraadini lõunapoolusel või esitatakse mõlemal juhul positiivsete väärtustena, kuid täiendiga põhja- või lõunalaius.

Punkti geografiline pikkus mõõdetakse nullmeridiaani suhtes ja on defineeritud kui nurk, mis moodustub nullmeridiaani ja punkti meridiaani tasapinna vahel. Pikkuskraadide väärtused ulatuvad -180 kraadist lääne pool kuni 180 kraadini ida pool nullmeridiaani või esitatakse mõlemal juhul positiivsete väärtustena, kuid täiendiga vastavalt 180° läänepikkust või 180° idapikkust.

Laius- ja pikkuskraadide esitamine kraadides, minutites ja sekundites ning kraadides kümnendsüsteemis

Iga kraad 360° kraadisel ringil on jagatud 60 minutiks ja iga minut 60 sekundiks.

Tallinn: $59^\circ 26' 14''$ pl	või	$59^\circ 26' 14''$	või	59,4372
$24^\circ 44' 42''$ ip		$24^\circ 44' 42''$		24,7451
Dakar: $14^\circ 41' 13''$ pl	või	$14^\circ 41' 13''$	või	14,6836
$17^\circ 27' 7''$ lp		$-17^\circ 27' 7''$		-17,4519

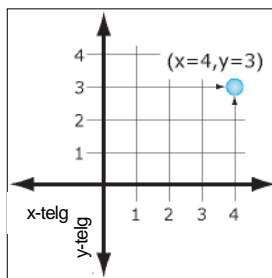
Geograafilised laius- ja pikkuskraadid ei ole mõõtühikutena samaväärsed. Maaellipsoidil on ühe pikkuskraadiga esitatud vahemaa ligikaudne ühe laiuskraadiga esitatud vahemaaga ainult mööda ekvaatorit. Selle põhjuseks on, et ekvaator on kõigest paralleelidest ainus suuring. Ekvaatorist üles- või allapoole jäävad paralleelid on esitatud järjest väiksemate ringjoontega kuni põhja- ja lõunapoolusel vaid punktidenä. Meridiaanide koondumise tõttu poolustele lähenedes väheneb ühe pikkuskraadiga esitatud vahemaa nullini.

5.4. Tasapinnaliste ristkoordinaatide süsteem

Tasapinnaliste ristkoordinaatide süsteemis kujutatakse Maa pind kahemõõtmelisel tasapinnal. Kolmemõõtmelise pinna kahemõõtmelisele tasapinnale viimist nimetatakse projitseerimiseks. Andmete geograafiline asukoht maaellipsoidil (laius- ja pikkuskraad) teisendatakse vastavasse asukohta kahemõõtmelisel tasapinnal (x ja y) teatud matemaatiliste avaldiste ehk projitseerimisvalemite abil.

Tasapinnaliste ristkoordinaatide süsteem – süsteem, mida kasutatakse horisontaalsete ja vertikaalsete kauguste mõõtmiseks tasapinnalisel kaardil. Koordinaatsüsteemi määratlus sisaldab kaardiprojektsiooni, referentsellipsoidi, referentsüsteemi, ühte või enam standardparalleeli, telgmeridiaani ja võimalikke nihkeid x- ja y-suundades, et määrata punkti, joone või polügooni x,y asukohad.

Üldlevinud tasapinnaliste ristkoordinaatide süsteem kasutab kahte telge: x-telge, mis esindab ida-lääne ja y-telge, mis esindab põhja-lõuna suunda. Teljed lõikuvad alguspunktis (0,0). Punkti asukoht defineeritakse alguspunkti ning x- ja y-telgede suhtes, kasutades esitust (x, y), kus x viitab kaugusele mööda horisontaalset telge ja y mööda vertikaalset telge.



Joonis 34. Tasapinnaliste ristkoordinaatide süsteem

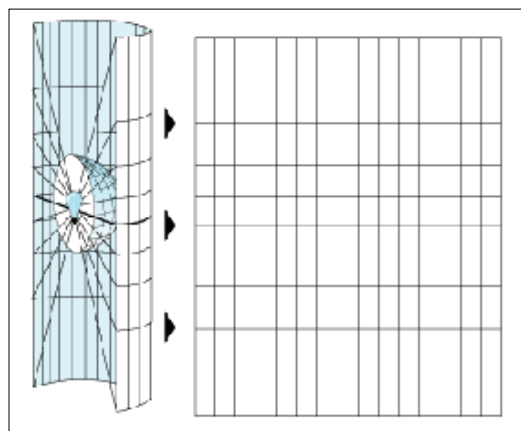
Tasapinnalised ristkoordinaadid:

- ◆ x- ja y-teljed lõikuvad tasapinnal täisnurga all;
- ◆ pikkusühikud on konstantsed (näiteks meeter, kilomeeter);
- ◆ süsteemi alguspunkt (0,0) võib paikneda igal pool.

NB! Võrreldes matemaatilise tähistusega, mis on kasutuses ka GIS- ja kaarditarkvarades, on geodeesias koordinaatvõrgu teljed pööratud: x-telg on suunatud põhjasuuna ja y-telg idasuuna sihis. Nii on ka Eestis kasutatava tasapinnaliste ristkoordinaatide süsteemi L-Est'97 x-telg geodeetilises tähistuses paralleelne telgmeridiaaniga ehk on põhja-lõuna suunaline.

5.5. Kaardiprojektsioonid

Ükskõik kas Maa kuju käsitletakse kera või ellipsoidina, tuleb selle kolmemõõtmelise pinna transformeerida tasapinnalise kaardi loomiseks. Vastavat matemaatilist transformatsiooni nimetatakse tavaliselt kaardiprojektsiooniks. Üks lihtne viis saamaks aru, kuidas kaardiprojektsioonid muudavad ruumilisi omadusi, on kujutada Maa keskel valgusallikat, mis kiirgab valgust läbi Maa pinnale – projektsiooni tasapinnale. Kui kujutada ette, et Maa pinnale on joonistatud koordinaatide võrgustik ning ümber Maa on rulli keeratud paber, siis Maa keskel olev valgusallikas joonistab koordinaatide võrgustiku varjudena paberile. Kui paber nüüd asetada tasapinnale, siis koordinaatvõrgustiku kuju on erinev sellest, mis on kujutatud Maa pinnal. Kaardiprojektsioon on koordinaatvõrgustikku moonutanud.



Joonis 35. Sfäärilise pinna üleandmine tasapinnale (Esri)

Kaardiprojektsioon ehk kartograafiline projektsioon – meetod, kuidas kumer pind esitatakse tasapinnal (kahemõõtmelisel pinnal).

Ellipsoidi pinna esitamist tasapinnaliselt võib võrrelda püüdega laiali laotada apelsini koort – see rebeneb. Maa pinna kahemõõtmeline esitamine põhjustab andmetes nii kuju, pindala, joonpikkuste kui nurkade moonutusi. Erinevad projektsioonid põhjustavad erinevaid moonutusi. Mõned projektsioonid säilitavad ühe omaduse teiste arvelt, mõned aga leiavad kompromissi kõigi omaduste vahel. Projektsioon võib näiteks säilitada objekti pindala, aga samas muuta selle kuju.

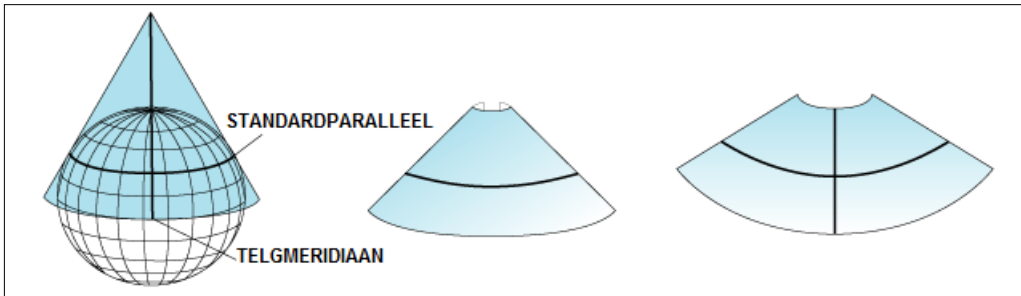
Projektsioonid jagatakse moonutuste iseloomu alusel järgnevalt.

- ◆ Konformsed ehk õigenurksed projektsioonid
Konformsete projektsioonide kõige olulisem tunnus on õigete ruumikujude säilitamine. Ruumikujude moonutustevabaks edastamiseks ja seega õigete nurkade säilitamiseks lõikuvad paralleelid ja meridiaanid täpselt 90 kraadiste nurkade all. Konformsus on oluline navigatsioonil, kuna kaardile tõmmatud sirgel joonel on konstantne asimuut.
- ◆ Ekvivalentsed ehk õigepindsed projektsioonid
Õigepindsed projektsioonid säilitavad pindalade proportsioonid, mistõttu on kaardil mõõdetud pindalad alati vastavuses tegelikkuses mõõdetud pindaladega. Sealjuures on esitatavate alade kuju ja nurgad moondunud. Õigepindsus on vajalik erinevate pindade analüüside teostamisel.
- ◆ Ekvidistantsed ehk õigepikkuselised projektsioonid
Õigepikkuselised projektsioonid säilitavad moonutusteta teatud punktide vahelised jooned. Kaardil on enamikel juhtudel üks või rohkem joont, mida mööda on mõõtkava õige.
- ◆ Vähimmoondelised projektsioonid
Vähimmoondeliste projektsioonide puhul on püütud leida kompromiss kõigi ruumiliste omaduste moonutuste vahel. Neid projektsioone kasutatakse erinevate ülevaatekaartide puhul.
- ◆ Kokkuleppelised projektsioonid
Kokkuleppelised projektsioonid ei ole konformsed ega õigepindsed. Tihti püütakse nendega parendada konformsete või õigepindsete projektsioonide nõrku külgi teatud omaduse rõhutamiseks. Kokkuleppelisi projektsioone kasutatakse atlasekaartidel.

Projitseerimisel saab kasutada erinevaid abipindu. Tavaliselt kasutatakse abipinnana koonust, silindrit või tasapinda. Ühelt pinnalt teisele projitseerides võetakse aluseks kindlad puutepunktid või -jooned. Nendega määratakse moonutustevabad alad. Moonutused suurenevad puutepunktist või -joonest eemaldudes. Moonutustevabasid jooni nimetatakse telgmeridiaaniks ja standardparalleeliks. Vastavalt sellele, kas abipind puutub või lõikab Maad, nimetatakse projektsiooni puute- või lõikeprojektsiooniks.

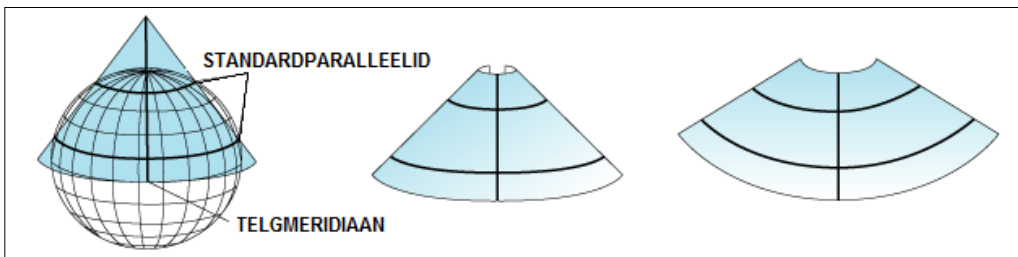
Projektsioonide klassifitseerimine kasutatava abipinna alusel.

- ◆ Kooniline projektsioon
Kooniline projektsioon kasutab abipinnana koonust. Koonilise puuteprojektsiooni puhul puutub koonus Maa pinda mööda ühte standardparalleeli. Koonus on lahti lõigatud telgmeridiaani vastas oleva meridiaani alusel ja asetatud tasapinnale.



Joonis 36. Ühe standardparalleeliga kirjeldatud kooniline projektsioon (Esri)

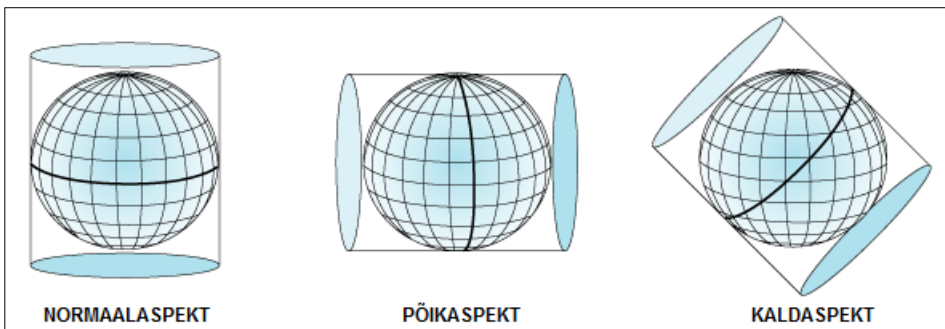
Koonilise lõikeprojektsiooni puhul lõikab koonus Maa pinda ning omab kahte standardparalleeli.



Joonis 37. Kahe standardparalleeliga kirjeldatud kooniline projektsioon (Esri)

♦ Silindriline projektsioon

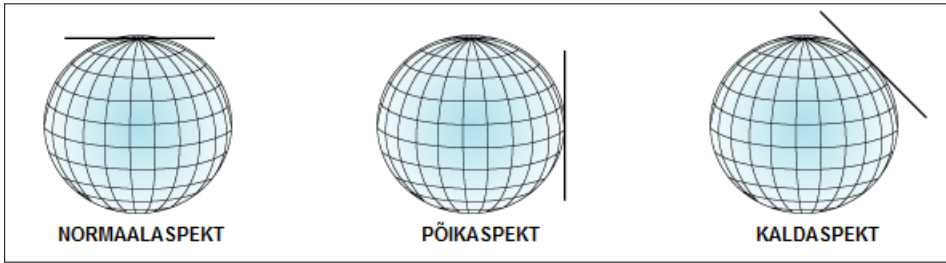
Silindriline projektsioon kasutab abipinnana silindrit, mis võib Maa suhtes asetseda erinevas aspektis. Normaalaspektis puutub silinder Maa pinda mööda paralleeli, põikaspektis mööda meridiaani ning kaldaspektis mööda muud joont.



Joonis 38. Silindriline projektsioon ja selle aspektid (Esri)

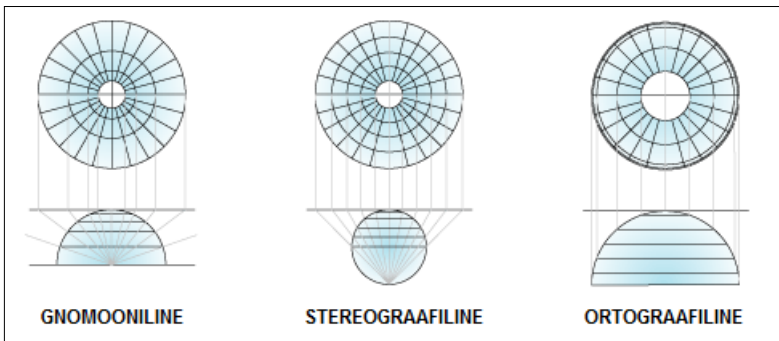
♦ Asimutaalne projektsioon

Asimutaalne projektsioon kasutab abipinnana tasapinda, mis võib samuti Maa suhtes erinevas aspektis asetseda. Normaalaspektis puutub tasapind Maad poolusel, põikaspektil ekvaatoril ning kaldaspektil mõnel muul joonel.



Joonis 39. Asimutaalne projektsioon ja selle aspektid (Esri)

Asimutaalse projektsiooni puhul võib projitseerimiskese asuda erinevates punktides. Tsentraalse ehk gnomoonilise projektsiooni puhul on kese maakera keskpunktis. Puutepunktist maakera vastaspoolel asuvat keset kasutatakse stereograafilise projektsiooni korral ning ortograafilisel projektsioonil on projitseerimiskese lõpmatuses.



Joonis 40. Asimutaalse projektsiooni projitseerimise keskmed (Esri)

6. Eestis kasutatavad koordinaatsüsteemid

6.1. Eesti Põhikaardi projektsioon L-Est'97

Põhikaardi projektsioon L-Est'97 on Eestis enimkasutatav kaardiprojektsioon ja see tugineb Lamberti konformsel koonilisel projektsioonil, geodeetilisel referentssüsteemil ETRS-89 ja ellipsoidil GRS-80. L-Est'97 omab kahte standardparalleeli $58^{\circ} 00'$ ja $59^{\circ} 20'$ ning telgmeridiaani $24^{\circ} 00'$. L-Est'97 tasapinnalisi ristkoordinaate kasutatakse kõikides andmekogudes, mille vastutavaks töötlejaks on riik ning mis sisaldavad asukoha koordinaate.

Tasapinnalise ristkoordinaatide süsteemi lähtepunkti geodeetilised koordinaadid:

$$B_0 \text{ (põhjalaius)} = 57^{\circ} 31' 03,19415'' \text{ ja } L_0 \text{ (idapikkus)} = 24^{\circ} 00'$$

Lähtepunkti ristkoordinaadid:

$$x_0 = + 6\,375\,000 \text{ m ja } y_0 = + 500\,000 \text{ m}$$

6.2. Eesti Baaskaardi projektsioon TM-BALTI

Eesti Baaskaardi projektsioon on Balti riikide jaoks ühtses Mercatori konformses pöiksilindrilises TM-BALTI projektsioonis, mis tugineb geodeetilisel referentssüsteemil ETRS-89 ja ellipsoidil GRS-80. TM-BALTI omab telgmeridiaani $24^{\circ}00'$.

Tasapinnalise ristkoordinaatide süsteemi lähtepunkti geodeetilised koordinaadid:

$$B_0 = 00^{\circ} 00' \text{ ja } L_0 = 24^{\circ} 00'$$

Lähtepunkti ristkoordinaadid:

$$x_0 = 0 \text{ m ja } y_0 = + 500\,000 \text{ m}$$

6.3. Pulkovo-42

Projektsioon võeti kasutusele Nõukogude Liidus 1946. aastal ja see tugineb Gauss-Krügeri konformsel pöiksilindrilisel projektsioonil ja ellipsoidil Krassovski 1940. Pulkovo-42 jaotub 6° tsoonideks, kus Eesti paikneb kahe tsooni ulatuses:

- tsoon nr 4 O-34, telgmeridiaan $L_0 = 21^{\circ} 00'$ ip
- tsoon nr 5 O-35, telgmeridiaan $L_0 = 27^{\circ} 00'$ ip

Tasapinnalise ristkoordinaatide süsteemi lähtepunkti geodeetilised koordinaadid:

- tsoon O-34 $B_0 = 00^{\circ} 00'$ ja $L_0 = 21^{\circ} 00'$
- tsoon O-35 $B_0 = 00^{\circ} 00'$ ja $L_0 = 27^{\circ} 00'$

Lähtepunkti ristkoordinaadid:

- tsoon O-34 $x_0 = 0 \text{ m ja } y_0 = 4\,500\,000 \text{ m}$
- tsoon O-35 $x_0 = 0 \text{ m ja } y_0 = 5\,500\,000 \text{ m}$

6.4. Pulkovo-63

Pulkovo-63 süsteem kehtestati Nõukogude Liidus tsiviilkasutuseks ja see tugineb Gauss-Krügeri konformsel pöiksilindrilisel projektsioonil ja ellipsoidil Krassovski 1940, mille nüüdisaegseid parameetreid ei ole avalikustatud. Koordinaatvõrk jaotub 3° tsoonideks, kus Eesti paikneb kolme tsooni ulatuses:

- tsoon 0, telgmeridiaan $L_0 = 21^\circ 57'$ ip
- tsoon 1, telgmeridiaan $L_0 = 24^\circ 57'$ ip
- tsoon 2, telgmeridiaan $L_0 = 27^\circ 57'$ ip

Tasapinnalise ristkoordinaatide süsteemi lähtepunkti geodeetilised koordinaadid:

- tsoon 0 $B_0 = 00^\circ 06'$ ja $L_0 = 21^\circ 57'$
- tsoon 1 $B_0 = 00^\circ 06'$ ja $L_0 = 24^\circ 57'$
- tsoon 2 $B_0 = 00^\circ 06'$ ja $L_0 = 27^\circ 57'$

Lähtepunkti ristkoordinaadid:

- tsoon 0 $x_0 = 0$ m ja $y_0 = 250\,000$ m
- tsoon 1 $x_0 = 0$ m ja $y_0 = 1\,250\,000$ m
- tsoon 2 $x_0 = 0$ m ja $y_0 = 2\,250\,000$ m

6.5. UTM

Merkaatori pöiksilindriline projektsioon UTM on Eestis on kasutusel eelkõige rahvusvahelise koostöö tasemel sõjanduses. Projektsioon tugineb ellipsoidil WGS-84. UTM on NATO standard ja on aluseks Kaitseväge 1:50 000 mõõtkavas kaartidele. UTM koordinaatvõrk jaotub 6° pikkuskraadi tsoonideks ja 8° laiuskraadi vöönditeks. Eesti paikneb kahe tsooni ulatuses:

- tsoon 34, telgmeridiaan $L_0 = 21^\circ 00'$
- tsoon 35, telgmeridiaan $L_0 = 27^\circ 00'$

Tasapinnalise ristkoordinaatide süsteemi lähtepunkti geodeetilised koordinaadid:

- tsoon 34 $B_0 = 00^\circ 00'$ ja $L_0 = 21^\circ 00'$
- tsoon 35 $B_0 = 00^\circ 00'$ ja $L_0 = 27^\circ 00'$

Lähtepunkti ristkoordinaadid:

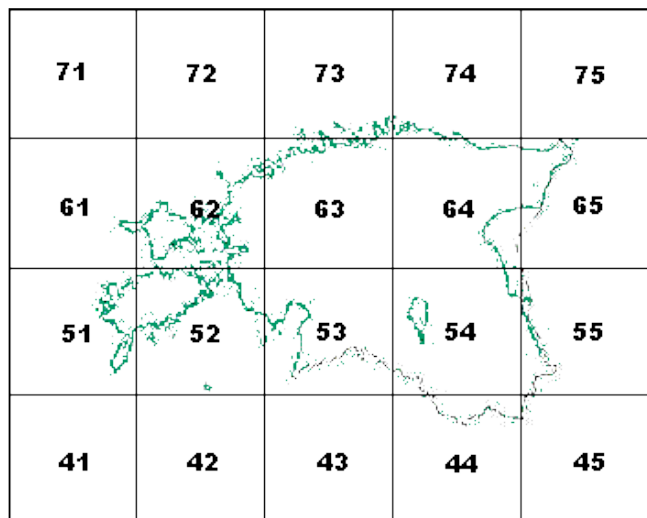
- tsoon 34 $x_0 = 0$ m ja $y_0 = 500\,000$ m
- tsoon 35 $x_0 = 0$ m ja $y_0 = 500\,000$ m

6.6. Mercatori projektsioon

Mercatori projektsiooni, mis tugineb ellipsoidil WGS-84, kasutatakse suurema osa merekaartide koostamisel. Projektsiooni iseloomulikuks omaduseks on meridiaanide ja paralleelide lõikumine täisnurga all, mis muudab loksodroomide (kindla kursiga joonte) kujutamise sirgjoontena.

7. Eesti kaardilehtede nomenklatuur

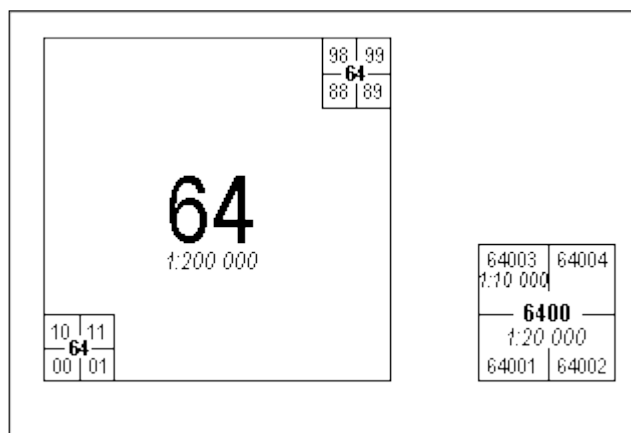
Kaardilehtede nomenklatuur on tähtede ja/või numbrite kombinatsioon, millega tähistatakse kaardilehe asukohta Maa pinnal. Eesti kaardilehtede nomenklatuuris on kaardilehed orienteeritud telgmeridiaani järgi, kus x-koordinaat suureneb põhja ja y-koordinaat ida suunas. Süsteemi aluseks on mõõtkavas 1:200 000 kaardilehtede jaotus.



Joonis 41. Mõõtkavas 1:200 000 kaardilehtede jaotus (Maa-amet)

7.1. Eesti Põhikaardi lehtede nomenklatuur

Eesti Põhikaart on jaotud 50 cm × 50 cm suurusteks lehtedeks. Mõõtkavas 1:10 000 on ühel kaardilehel kujutatud 5 km × 5 km suurust ja mõõtkavas 1:20 000 10 km × 10 km suurust maa-ala. Jaotades mõõtkavas 1:200 000 kaardilehe 100 väiksemaks ruuduks numeratsiooniga alt vasakust nurgast alates, saab 1:20 000 mõõtkavas Eesti Põhikaardi lehe.



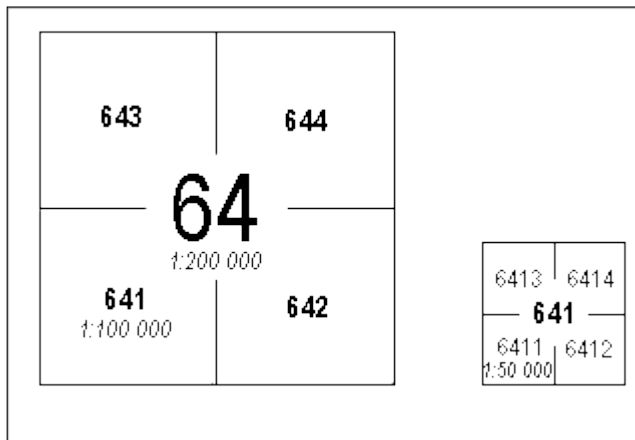
Joonis 42. Eesti Põhikaardi lehtede nomenklatuur (Maa-amet)

Mõõtkavas 1:20 000 lehe number on neljakohaline, koosnedes nii 1:200 000 kui 1:20 000 kaardilehe numbrist. Kahte numbrit eraldatakse üksteisest punktiga (näiteks 64.00).

Jagades 1:20 000 kaardilehe neljaks numeratsiooniga alt vasakust nurgast alates, saab mõõtkavas 1:10 000 Eesti Põhikaardi lehe. Selle number on viiekohaline, koosnedes lisaks 1:200 000 ja 1:20 000 lehtede numbritele ka 1:10 000 kaardilehe numbrist (näiteks 64.001).

7.2. Eesti Baaskaardi lehtede nomenklatuur

Eesti Baaskaart on samuti jaotud 50 cm × 50 cm suursteks lehtedeks. Mõõtkavas 1:50 000 on kaardilehel kujutatud maa-ala suurusega 25 km × 25 km. Jagades 1:200 000 lehe neljaks, saab 1:100 000 kaardilehe kolmekohalise numbriga (näiteks 642). Jagades 1:100 000 kaardilehe omakorda neljaks, saab 1:50 000 lehe neljakohalise numbriga (näiteks 6421).



Joonis 43. Eesti Baaskaardi lehtede nomenklatuur (Maa-amet)

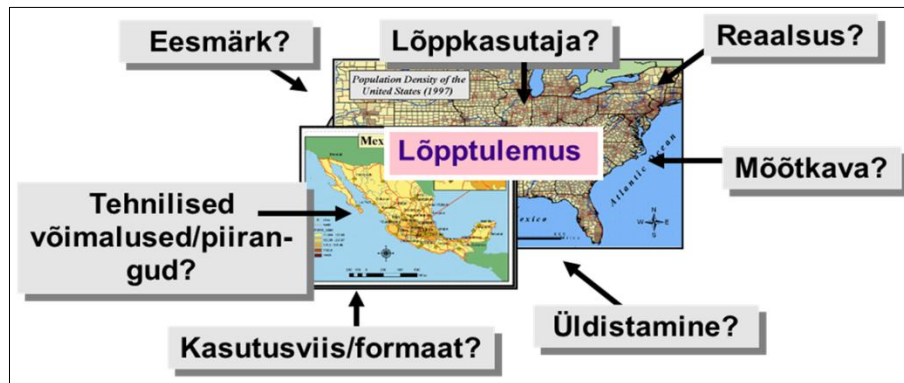
8. Kartograafiline kommunikatsioon

Kommunikatsiooni mõiste all mõistame teabevahetust ehk suhtlust. Kartograafias on vahendatavaks subjektiks geograafiline info ja kommunikatsioonivahendi rolli täidab kaart ise.

Kaardi kui kommunikatsioonivahendi esmane funktsioon on (geograafilise) info edastamine, kus erinevate nähtuste visualiseerimisel, leppemärkide valikul ja värvide kombineerimisel kasutatakse mitmesuguseid kartograafilisi kujutusviise.

Kaardi kompositsioon – kaardi koostamise protsess, mille ülesandeks on siduda tervikuks omavahel seotud üksikud kaardielemendid ja nende paigutuslik tasakaal.

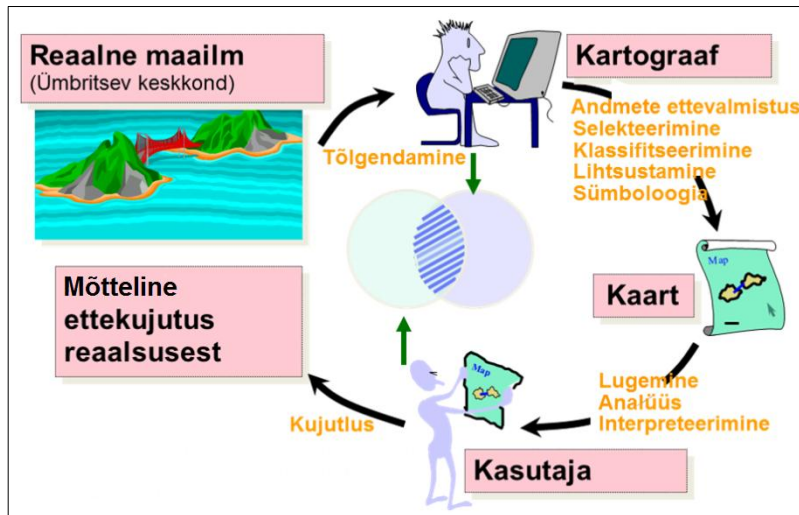
Parimaid tulemusi võiksime oodata situatsioonis, kui koostamisega seotud tegevustesse suhtutakse kui kompleksesse ülesandesse, mis eeldab lisaks kujutatava info (reeglina erinevad temaatilised kaardikihid) valikule ka sobivat kunstilist kompositsiooni ning arusaadavat ja esteetiliselt nauditavat väljundit. Esmases järjekorras on vajalik saada vastus järgnevatele küsimärgiga märksõnadele, mis on näidatud alloleval joonisel:



Joonis 44. Kaardi koostamisega seotud märksõnad

- ◆ mis on kaardi eesmärk ja sõnum kasutajale ehk mida soovitakse näidata;
- ◆ kes on kasutajad ehk sihtgrupp;
- ◆ millise täpsuse ja kvaliteediga on kasutatavad lähteandmed;
- ◆ mis otstarbel ja millisel kujul kaarti kasutatakse (paberkaart või arvutikaart);
- ◆ kuidas valitakse kaardile sobivad nähtused ning tagatakse objektide tasandil nende asjakohane kirjeldamine ja eristatavus;
- ◆ kuidas leida leppemärgid ja määrata sobilik värviharmonia;
- ◆ kui suures ulatuses on vajalik generaliseerimine;
- ◆ millises mõõtkavas ja millise territoriaalse ulatusega tulem esitatakse;
- ◆ kas koostatakse üksikut kaarti või kaartide seeriat (näiteks kaardiraamat, atlas);
- ◆ kas on vajalik lisada ka väljalõikekaardid;
- ◆ missuguseid lisaelemente on plaanis lisada (näiteks tabelid, aruanded, graafikud);
- ◆ kuivõrd heatasemelised on tehnilised võimalused – kas kasutatav tarkvara on piisavalt funktsionaalne, kas printer/plotter võimaldab lehti trükkida ka A3 või A2 formaadis jne.

Kaardi kaudu esitatakse teatud huvialuse ala kohta geograafiline informatsioon temaatiliste kihtide kogumina. Kaardi koostamine on kompleksne tegevus, mis hõlmab mitmeid tööetappe ning moodustab tervikliku kartograafilise kommunikatsiooniahela (joonis 45). Kaardil kujutatu mõistmiseks peab kasutaja oskama seda võimalikult lihtsasti tõlgendada. Ideaaljuhul peaks lõpptulem olema üheselt arusaadav nii kaardi koostajale kui ka selle kasutajale. Erinevus tavapärase juturaamatu lugemisest seisneb asjaolus, et kaardi puhul ei ole see mitte järjestikune ridade või lõikude kaupa lugemine, vaid sisu on korraga (lausaliselt) nähtav ning selle tõlgendamine toimub ülevaatliku tegevusena teatud osade kaupa.



Joonis 45. Kartograafiline kommunikatsiooniahel (Esri)

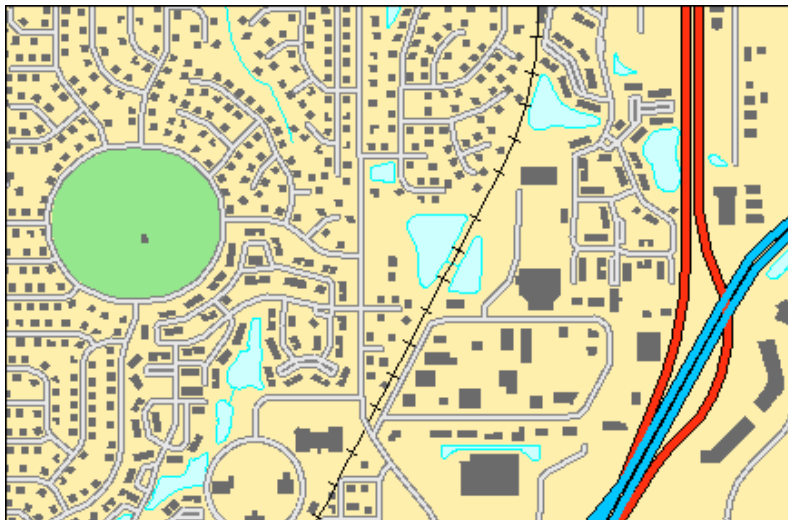
Kaardi ettevalmistamine trükkimiseks ja levitamiseks on kunst, mis sisaldab palju subjektiivseid aspekte ning pakub kaartide koostajatele tihti loominguilisi väljakutseid. Tehnoloogia pidev areng esitab tänapäeva kartograafidele lisaks üldistele baasteadmistele üha suuremaid väljakutseid ka tehnilise IT-alase kompetentsi osas.

9. Kartograafiline generaliseerimine

Kaardil esitatakse ruumiandmeid vastavalt määratud eesmärgile ja mõõtkavale. Kaardi eesmärgiga pannakse paika, mida näidata ja rõhutada. Näiteks sisaldab topograafiline kaart peamiselt informatsiooni maapinna kohta ning rahvastikukaart võib rõhutada administratiivpiire ja ei pruugi maapinna infot üldse näidata. Kaardi mõõtkava mõjutab, kui palju kaardiruumi on võimalik kasutada ja kui detailselt saab andmeid esitada. Kui mõõtkava vähendada, siis sama andmestiku esitamine võib muuta kaardi andmetega liiga ülekoormatuks ja ka loetamatuks. Näiteks esitatakse suuremõõtkavalisel kaardil üksikud hooned kõik detailselt. Keskmisemõõtkavalisel kaardil võidakse kujutada mõned neist punktleppemärkidega ja teised eemaldada üldse kaardilt või liita kokku ühtseks hoonestatud alaks. Kui mõõtkava veelgi vähendada võidakse linna esitada alana või punktina. Ruumiandmete esitamine mitmes erinevas mõõtkavas tekitab vajaduse andmete generaliseerimise järele.

Generaliseerimine – detailsuse astme vähendamine kaardil nii, et see oleks mõõtkava vähendamise korral loetav.

Generaliseerimine on otsustamise protsess, milliseid objekte kaardil esitada, välja jätta, omavahel liita ja lihtsustada, et üldine esitus oleks selgem. Ülesande keerukus seisneb selles, kuidas kujutada keeruka ülesehitusega geograafilist maailma võimalikult tõetriult, vähendades samas liigset detailsust ja säilitades ruumiandmete omavahelise iseloomuliku suhte. Generaliseerimisel ei tule arvestada mitte ainult üksikuid objekte vaid ka nende omavahelisi ruumilisi ja sisulisi seoseid, et iseloomulikud maastikumustrid oleksid edasi antud.



Joonis 46. Suuremõõtkavalisel kaardil (1:18 000) esitatakse väiksemad hooned, kõik tänavad ja kiirtee puhul eraldi teed (Esri)



Joonis 47. Väiksema mõõtkavaga kaardil (1:36 000) peavad esitatud generaliseeritud objektid säilitama üldise selguse (Esri)

Järgnevalt on toodud kartograafilise generaliseerimise meetodid Esri järgi.

Tabel 2. Kartograafilise generaliseerimise meetodid Esri järgi.

Valik / välja jätmine (<i>selection / omission</i>)	Valitakse määratud kriteeriumi alusel (näiteks suurus, atribuut), millised objektid jätta alles ja millised kaardilt eemaldada.	
Agregeerimine (<i>aggregation</i>)	Kõrvuti paiknevad või samasse rühma kuuluvad üksikud objektid asendatakse ühe või mitme uue objektiga.	
Kollaps (<i>collapse</i>)	Objekti ruumilise ulatuse vähendamine või kokkusurumine (tavaliselt polügoonobjekti asendamine joon- või punktobjektiga).	
Lihtsustamine (<i>simplification</i>)	Joon- või polügoonobjektilt eemaldatakse ebavajalikud detailid üldist kuju muutmata.	
Nihutamine (<i>displacement</i>)	Objektide tegelikke asukohti kohandatakse, et vältida ülekattid ja säilitada nende tegelikud omavahelised ruumiseosed.	
Tüüpimine (<i>typification</i>)	Objektide tihedust ja detailsuse astet vähendatakse, säilitades samal ajal algse objektide grupi iseloomuliku mustri.	
Esteetiline täiustamine (<i>refinement</i>)	Objektide geomeetria ja esituse muutmine ning kohandamine, et parendada esteetilist välisilmet ja kindlustada paremat vastavust reaalsusele. Siia kuuluvad näiteks joone silumine, nurga muutmine täisnurgaks, punktlepemärgi orientatsiooni muutmine.	
Klassifitseerimine (<i>classification</i>)	Sarnaste geograafiliste atribuutide alusel moodustatakse objektidest uued ja suurema üldistatuse astmega klassid.	
Liialdamine (<i>exaggeration</i>)	Objekti teatud iseloomuliku osa võimendamine, et see mõõtkava vähendamisel selgelt esile tuleks.	

10. Värvid kartograafias

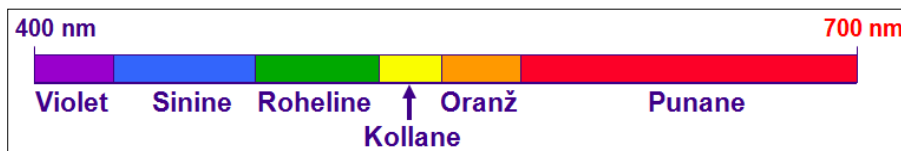
Esmane kaardi visuaalne hinnang sõltub suuresti seal kujutatavatest värvidest. Kaartide koostajad, kes töötavad digitaalsete kihtidega, vormistavad enda töö reeglina algusest lõpuni arvutis. Arvutiekraanil näitamiseks on võimalik defineerida ja kasutada ligikaudu 16,7 miljonit värvi, mille kasutamine ja omavaheline kombineerimine annab kartograafide tõeliselt rikkalikud võimalused kaardikihtidel kujutatavate objektide tõetruuks visualiseerimiseks. Värvid aitavad lugeja tähelepanu lihtsamini suunata erinevatele kaardi elementidele (näiteks kaardiraam, leppemärgid, koordinaatide võrgustik, mõõtkava), hierarhilisele ülesehitusele ning üldise sisu tõlgendamisele. Asjakohane värvivalik toetab kaardi kasutamist, muutes seda silmalegi meeldivamaks. Liialt meelevaldne valik võib muuta tulemuse ebaprofessionaalseks ning raskendada kaardi kasutamist, mille tulemusena ei pruugi sisu adekvaatne eristamine ja tõlgendamine õnnestuda.

Kui arvutis on ühe või teise värvi produtseerimine mehaaniline, siis selle tajumine on psühholoogiline, mis on mõjutatud nii ümbritsevast keskkonnast kui ka meie endi poolt antud tõlgendusest. Sellest tulenevalt on värvide valik ja nende kokkuseadmine kaardi koostamisel oluline nüanss, mis nõuab sageli pikemat planeerimist ja mõtlemist, kui seda algselt arvatakse. Kuna kujutatut peab reeglina olema suuteline mõistma väga erineva kompetentsi, kultuurilise tausta ning kaardi kasutamise praktikaga sihtgrupp, on tihti kvaliteetsema tulemi saamiseks vajalik otsida ja rakendada ka teatud kompromisse. Samuti tuleb arvestada, et ekraanil kuvatavad värvid näivad visuaalselt erksamad kui trükitud kaardil.

Värvust samastatakse mõnikord värviga, mis olemuslikult on laiem mõiste ja võib enda alla haarata ka värvuse. Näiteks füsioloogiline värv ongi silmaga tajutav nägemisaisting, mida võib nimetada värvuseks. Selleks, et värvide maailmaga seotud terminoloogias oleks pisut lihtsam orienteeruda, on järgnevalt välja toodud mõned olulisemad märksõnad.

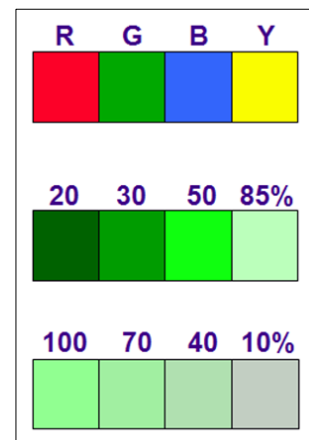
Kõik nähtavad värvid on kirjeldatavad kolme parameetri kaudu, milledeks on värvitoon, värvi väärtus, värvi küllastatus.

Värvitoon ehk värvus (*color hue*) on valguse lainepikkusest sõltuv suurus, mis on vastavas paletis defineeritud kui puhas värv, mida teatakse teatud nimetuse all (näiteks "punane", "sinine"). Inimsilm suudab tajuda elektromagnetilise spektri nähtava osa kiirgust, mille lainepikkused jäävad vahemikku 400-700 nm sinine, violetne ja roheline toon jäävad madalama ning punane ja oranž toon kõrgema lainepikkuse vahemikku. Nähtava laineala keskel on kollane värvus.



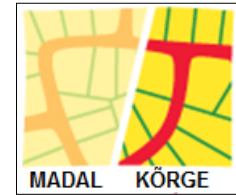
Joonis 49. Inimsilmale nähtav elektromagnetilise spektri lainepikkuse vahemikud (Esri)

Värvi väärtus (*color value*) kirjeldab värvi suhtelist heledust või tumedust.



Joonis 48. Näide värvitooni (ülemine rida), värvi väärtuse (keskmine rida) ja värvi küllastatuse (alumine rida) kohta

Värvi küllastatus ehk värvipuhtus (*color saturation*) määrab värvi intensiivsuse astme, kus väärtuse 100 korral on tegemist puhta värviga ning väärtus 0 iseloomustab antud värvi kõige vähemintensiivsemat varianti, mille korral paistab see sõltuvalt heledusest kas valge, musta või hallina.



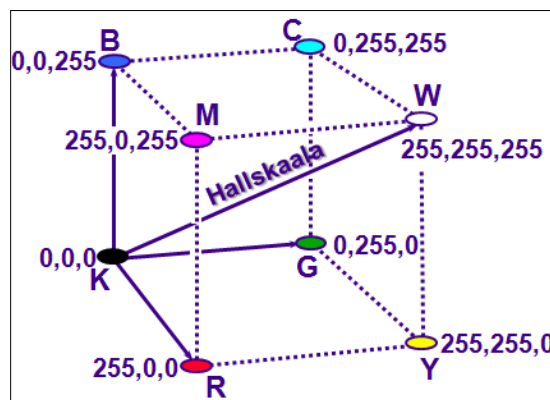
Värviteooriatest on kasutusel terve hulk erinevaid värve kirjeldavaid mudeleid, millede hulgast mõningaid GIS ja graafikatarkvarades rohkem levinuid ka järgnevalt tutvustame.

Joonis 50. Näide värvi küllastusest (Esri)

Värvimudel – seadme värvilatuuse geomeetiline esitus, mis organiseerib värve vastavalt nende omadustele kas ekraanil kuvamiseks või trükkimiseks.

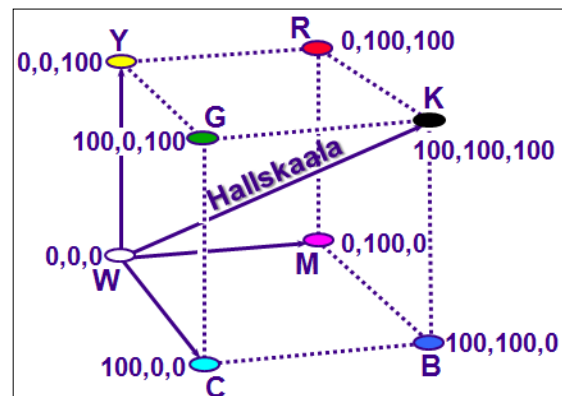
Tuntumad värvimudelite näited kaartide digitaalseks publitseerimiseks ja trükiks ettevalmistamiseks on näiteks RGB, CMYK, HLS, HSV ja CIE-L * a * b. Iga värvimudel omab teatud tunnuseid, mis muudab selle otstarbekaks teatud situatsioonides kasutamiseks.

RGB on aditiivne ehk liitev värvimudel, mis kasutab nähtavate värvide saamiseks kolme primaarse tooni (punane – *red*, roheline – *green* ja sinine – *blue*), millede liitmisel saadakse valge värv. Kahe primaarse värvi segamisel tekivad sekundaarsed värvid (tsüaan – *cyan*, karmiinpunane – *magenta* ja kollane – *yellow*). Värvid tekivad aktiivse kiirgava valgusspektri kaudu, milleks on näiteks videoprojektor, televiisori ja arvuti ekraan. RGB mudelit on kohane kasutada situatsioonis, kus kaarti koostatakse ainult (arvuti)ekraanil kasutamiseks.



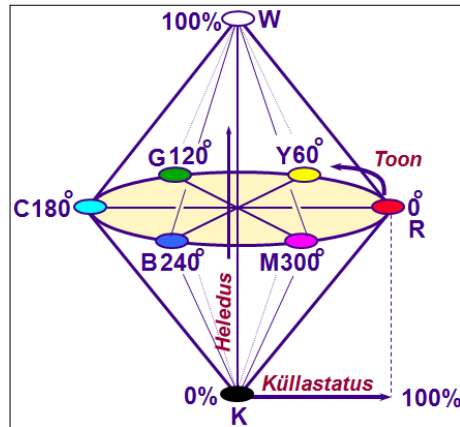
Joonis 51. RGB värvimudel (Esri)

CMYK on subtraktiivne ehk lahutav värvimudel, mille korral valge värvus saadakse passiivsel meetodil kolme komponentvärvi (tsüaan – *cyan*, karmiinpunane – *magenta* ja kollane – *yellow*) puudumisel. Võtmevärvina (*key*) kasutatakse puhast musta värvi. CMYK värvid tekivad peegelduva valge valguse kaudu, seetõttu rakendatakse seda laialdaselt neljavärvitrukilahutusega trükitehnikas, kuivõrd seda kasutavad ja toetavad praktiliselt kõik tänapäevased värviprinterid ja plotterid. Seega, puutudes kokku printimisega, on mõttekas ka loodav värvide ülesehitus CMYK mudeliga vastavusse viia. CMYK mudeli kolme komponentvärvi koos võtmevärviga nimetatakse ka protsessvärvideks.



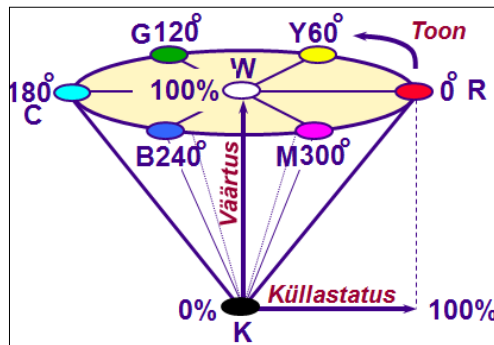
Joonis 52. CMYK värvimudel (Esri)

HLS on kahele koonusele ehitatud mitme dimensionaalne värvimudel, kus värvid defineeritakse kolme komponendi (värvi toon – *hue*, küllastatus – *saturation* ja heledus – *lightness*) kaudu. Toon on arvuline väärtus vahemikus 0-360 kraadi ning sellega märgitakse värvitooni asukohta vastavalt värvirõngal. Heledus näitab protsentuaalselt valge värvi sisaldust ning küllastatus intensiivsuse (värvipuhutuse) määra.



Joonis 53. HLS värvimudel (Esri)

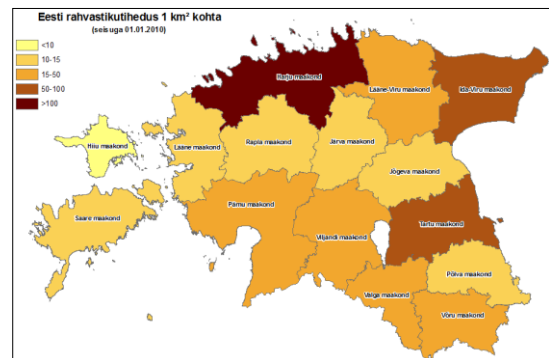
HSV värvimudel on sarnane HLS-ga. Erinevus seisneb selles, et heledust kirjeldav osa on asendatud värvi väärtusega (*value*). Kui väärtus on 0%, on tegemist musta värviga. 100% väärtus tähistab valget värvi.



Joonis 54. HSV värvimudel (Esri)

Trükitööstuses kasutatakse laialdaselt ka mitmesuguseid potivärve (*spot color*). Tuntuim kaubamärk, mis pakub selleks otstarbeks standardiseeritud värvisüsteemi on *Pantone*, mille järgi saab koodidega tähistada täpseid värve. Enamik graafikatööstuste tarkvaradest võimaldab ka nendega töötada.

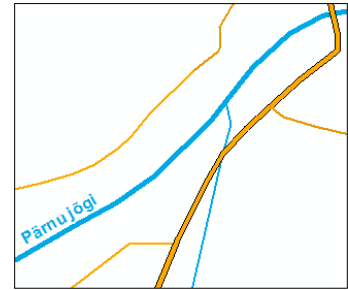
Kaardi koostamise kontekstis on oluline, et värvide valik toetaks maksimaalselt kujunduslikku teostust, kus lõpptulemusena oleks tagatud kaardi loetavus ning arvestataks ka häid kartograafilisi tavasid. Värviharmonia seisukohast on alati kindlam kasutada suurte pindade ja taustade koloreerimisel vähemintensiivseid toone ning rohkem rõhutamisel väärivate elementide puhul eredamaid ja sugestiivsemaid toone. Kaardiseeriade puhul on soovitatav välja töötada ühtne stiil, et erinevatel lehtedel kasutatavad värvid ei varieeruks.



Joonis 55. Rahvastikutiheduse visualiseerimine

Kvantitatiivse sisuga andmete korral on soovitatav eelistada värvitooni väärtustega varieerimist. Näiteks rahvastikutiheduse kaardil on kasutatud ühtse toonina pruuni värvi, kus tihedama asustusega alad on kujutatud tumedamana ning hõredamini asustatud kohad heledamana.

Samasse nähtuste gruppi kuuluvate objektide esitamiseks on soovitatav kasutada sarnast tooni. Näiteks vetevõrgu puhul on nii suuremad vooluveekogud kui ka kraavid samasugused. Parema eristuse tagamiseks saab kombineerida leppemärkide suurusi.



Joonis 56. Samasse nähtuste gruppi kuuluvate objektide esitamine

11. Leppemärkide valik ja andmete rühmitamise meetodid

Kaartide koostamisel ei saa üle ega ümber leppemärkidega seotud toimingutest. Kaardil kujutatavate objektide kindlate omaduste esile tõstmiseks on võimalik kasutada mitmeid kartograafilisi kujutusviise. Kui tavapärasel suhtlemisel kasutame keelt ja selleks vajalikku sõnavara, siis kaartide puhul saame rääkida kartograafilisest keelest, mille puhul on sõnadeks mitmesugused sümbolid ja kujundid ehk leppemärgid.

Enne leppemärkide valikut on vajalik lahti mõtestada kaardile kantavate nähtuste olemus ning teha selgeks objektidele omistatavate väärtuste omavahelised seosed. Geograafilised nähtused võivad olla füüsiliselt eksisteerivad ning reaalselt silmaga tajutavad (näiteks jõed, mobiilimastid, tuletornid), kontseptuaalsed ehk statistilised pinnad (näiteks keelkondade levik, rahvastiku tihedus). J. S. Keates-i järgi saab kartograafias andmeid jagada ka pidevateks (näiteks teatud alal esinevad ja seal piiritletavad nähtused) ja diskreetseteks (näiteks erinevad punktnähtused).

Geograafilise sisuga andmed võime tunnuste väärtuste iseloomu alusel jagada järgnevalt.

- ♦ Mittearvulised ehk kvalitatiivsed andmed – kirjeldavad objektide ja protsesside omadusi diskreetsete väärtustena (näiteks maakatte üksusi kirjeldavad koodid). Siia alla kuuluvad nominaalse sisuga tunnused, mille puhul ei ole võimalik koostada sisulist järjestust pingerivi, väärtuse või mõne muu mõõdetava parameetri alusel. Nii ei saa ka maakasutuse koodide alusel (sisu poolest erineva tähendusega objektide visualiseerimisel) ühte kvantitatiivse sisuga väärtust/objekti teisele eelistada, sest suurema väärtusega kood ei ole teisest olulisem. Seega on näiteks raadiomast, eluhoone ja kõrguspunkt täiesti eraldiseisvad nähtused. Kvalitatiivse sisuga andmete puhul saab varieerida erineva värvitooni ja sümbolite geometria valikuga.



Joonis 57. Kvalitatiivse sisuga andmed

- ♦ Arvulised ehk kvantitatiivsed andmed – kirjeldavad numbriliselt mõõdetavaid tunnuseid, mis saavad olla kas pidevad või diskreetsed. Kui pidev tunnus saab teatud vahemikus omada mistahes realarvulisi väärtusi (näiteks rahvastikutihedus asustusüksuste kaupa), siis diskreetne tunnus omab konkreetseid täisarvulisi väärtusi (näiteks elanike arv asulas).



Joonis 58. Kvalitatiivse sisuga andmed

Arvulisi andmeid saab järjestada või esitada intervallide ja suhte kaudu, rakendades leppemärkidel suuruse ja värvi väärtuse variatsioone.

Järjestatud andmete puhul saame võrrelda objektide suhtelisi väärtusi, mis on eristatavad teatud prioriteedi ehk tähtsuse alusel (näiteks asulate hierarhia).

Intervallide alusel esitatud andmete osas on samuti võimalik suhtelisi väärtusi võrrelda. Täiendavalt saab siinkohal kasutada teatud kriteeriumitele vastavat intervallskaalat, millega tunnuseid erinevate väärtuste alusel rühmitada (näiteks temperatuur Celsiuse skaala alusel).

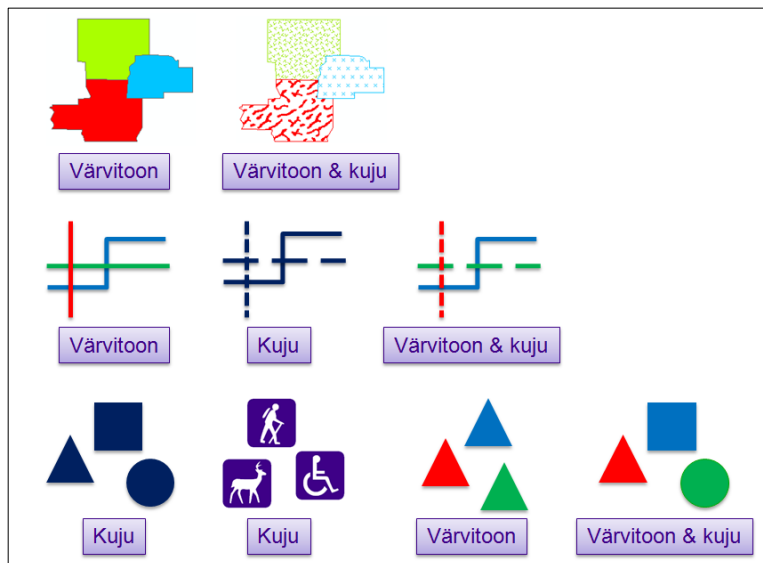
- ◆ Kas sama teema alla kuuluvad objektid visualiseeritakse samaselt või kasutatakse selleks teatud atribuute? Näiteks on asulaid võimalik eristada nende üldise jaotuse ja elanike arvu alusel.
- ◆ Milline on geomeetria? Hooneid saame kujutada nii mõõtkavaliste polügoonidena kui ka punktobjektidena.
- ◆ Mis on kaardi eesmärk? Kas on vaja teatud temaatikat teistest enam rõhutada?

Sobiva leppemärgi valikul on võimalus kombineerida mitmesuguseid parameetreid. Prantsuse kartograaf Jaques Bertin kirjeldas esimesena fundamentaalse märgikeele, mis sisaldab erinevaid geomeetrilisi primitiive (punkt, joon, polügoon), seitsset visuaalset muutujat (*visual variables*) ning nende omavaheliste seoste reegleid. Vastavad muutujad on kirjeldatavad kindlate karakteristikute kaudu.

ASUKOHT	
SUURUS	
KUJU	
VÄRVI VÄÄRTUS	
VÄRVITÖÖN	
ORIENTATSIOON	
TEKSTUUR	

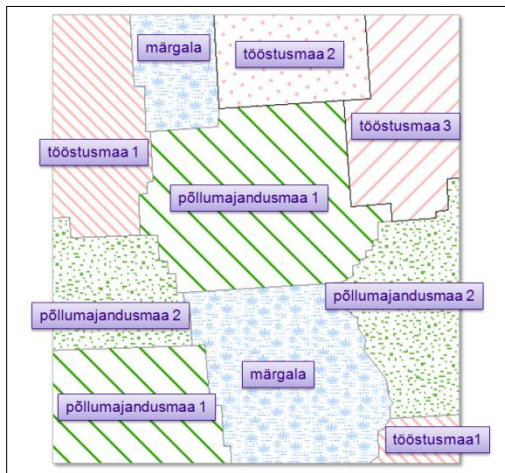
Joonis 62. Visuaalsed muutujad J. Bertini järgi

Kuju, suurust ja värvitööni nimetatakse kartograafia kontekstis ka primaarseteks visuaalseteks muutujateks (*primary visual variables*). Sõltuvalt andmete iseloomust eristatakse kvalitatiivse ja kvantitatiivse sisuga leppemärke. Kvalitatiivsete andmete puhul on olenevalt objektide geomeetriast (punkt, joon, polügoon) kasutatavad joonisel 63 näidatud muutujate variandid ja nende omavahelised kombinatsioonid.



Joonis 63. Kvalitatiivse sisuga kaardikihi objektide leppemärkide visualiseerimine (Esri)

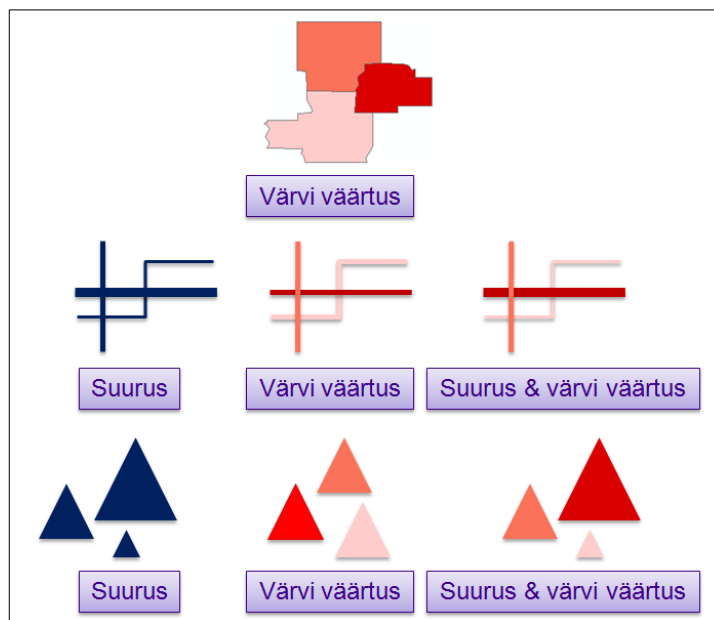
Kuju alla liigitatakse erinevad punktobjektide kirjamärgid, joonobjektide stiilid (pidevjoon, katkendjoon) ja polügoonide mustrid, viirutused ning nende sisemised orientatsioonid, mida nimetatakse ka sekundaarseteks visuaalseteks muutujateks (*secondary visual variables*).



Sekundaarseid visuaalseid muutujaid kasutatakse siis, kui soovitakse eristada kvalitatiivse sisuga erinevaid tunnuseid sama teemakihi (näiteks tööstusmaad, märgalad, põllumajandusmaad) alusel. Näiteks primaarsete visuaalsete muutujate kaudu saab esmalt määrata sobiliku värvitooni kõigile objektidele ning kasutades mustreid ja nende sisemist paigutust, tuua ühe või teise teema sees olevaid alamjaotusi sekundaarsete visuaalsete muutujate abil veelgi selgemalt välja. Vastav lähenemine töötab kõige efektiivsemalt polügoonide juures, kuid on sarnaselt kasutatav ka joon- ja punktobjektide puhul.

Joonis 64. Kvalitatiivse sisuga kaardikihi objektide leppemärkide visualiseerimine (Esri)

Kvantitatiivsete ehk arviliste andmete puhul on kasutatav analoogne lähenemine, kus väärtusklasside juures on rakendatavad polügoonidel sama värvi (näiteks punane) erinevad intensiivsused. Joon- ja punktobjektide osas on kombineeritavad jämedus või üldine suurus ja värvi väärtus samaaegselt või eraldiseisvalt.

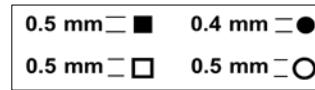


Joonis 65. Kvantitatiivse sisuga kaardikihi objektide leppemärkide visualiseerimine (Esri)

Kui kaardil soovitakse esile tuua kujutatava objekti mõnd arviliselt kirjeldavat omadust, on punktobjektide puhul sobilik kasutada leppemärgi suurust (näiteks mida suurem on kivisöe maardla, seda suurema kolmnurgana seda kujutatakse) ja joonobjektide puhul joon(t)e jämedust (näiteks mida suurema liikluskoormusega maantee,

sedä jämedam on teda kujutav joon). Leppemärkide minimaalse suuruse kohta kaardil on Rahvusvaheline Kartograafia Assotsiatsioon (*The International Cartographic Association – ICA*) välja toonud järgnevad soovitusel:

- ♦ üldise seisukoha alusel on leppemärkide minimaalsed suurused ligikaudu $\frac{2}{3}$ selle juurde käiva kaardikirja mõõtmetest;
- ♦ tulenevalt inimese füsioloogiast on minimaalseim loetav joone paksus 0,1 mm;
- ♦ punktleppemärgi minimaalne loetavus sõltub nii kasutatavast geomeetriast kui ka visuaalsest ülesehitusest (täitevärviga või ilma);
- ♦ omavahel külgnevad leppemärgid on rahuldavalt eristatavad juhul, kui paiknevad üksteisest vähemalt 0,2 mm kaugusel;
- ♦ kahe joone tajumiseks peab nende minimaalne vahemaa olema vähemalt 0,5 mm.



Joonis 66. Punktleppemärkide loetavuse minimaalsed mõõdud

Polügoonide arvuliselt kirjeldava omaduse visualiseerimiseks ei saa suurust muutujana kasutada, küll aga näiteks erineva intensiivsusega värve. Tihtipeale ei pruugi polügoonide väärtuste üks-ühele näitamine anda kõige paremat resultaati ja kaaluda tasub kas andmete normimist (*normalization*) või väärtuste rühmitamist.

Normimine – ühe numbrilise atribuudiväärtuse jagamine teisega, et vähendada polügoonide suurusel või ühes polügoonis asuvate objektide hulga tulenevaid väärtuste erinevusi.

Andmete normimise tüüpiline näide on teatud ala elanike arvu suhe vastava maa-ala pindalasse, mis kirjeldab koha elanikkonna tihedust. Võttes aluseks näiteks Muhu valla, siis sealne rahvastikutihedus on normimist kasutades leitav järgneva tehaga: elanike arv (1900 inimest) / pindala (206 km²) ≈ 9,2 inimest 1 km² kohta. Erinevaid võimalusi andmete väärtuste normimisel ja selle kasutamisel on kirjeldatud joonisel 67.

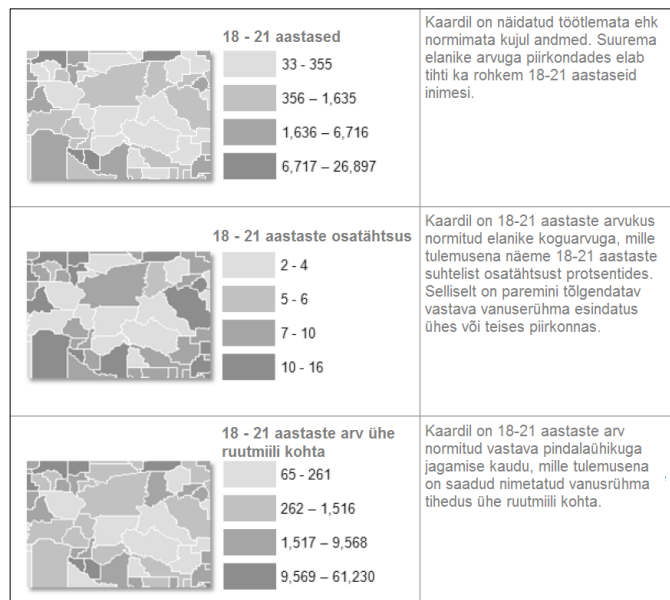
Kui kvantitatiivse sisuga andmestike puhul on unikaalseid väärtuseid rohkem, ei pruugi olla mõistlik neid igaüht erineva intensiivsusega värviga visualiseerida. Ülevaaticuma pildi saamiseks võib olla vajalik väärtusi mingil moel eelnevalt rühmitada. Sobiva rühmade arvu arutamiseks võib kasutada Herbert Sturges'i poolt koostatud valemit ($k = 1 + 3,322 * \log n$), kus k märgib rühmade arvu ja n erinevate väärtuste koguarvu. Nii saab näiteks 100 erineva väärtuse korral optimaalseks rühmade arvuks:

$$k = 1 + 3,322 \log 100$$

$$k = 1 + 3,322 * 2$$

$$k = 1 + 6,644$$

$$k = 7,644 \approx 8$$



Joonis 67. Andmete normimise näiteid (Esri)

NB! Sturges'i valemi puhul jäävad kalkuleeritavate rühmade arvud vahemikku 4-20. Üldiselt võib suhteliselt riskivaba valikuna kasutada viiest rühmade jaotust, kuna sel juhul eristuvad arusaadavalt nii minimaalne, maksimaalne kui keskmine väärtus.

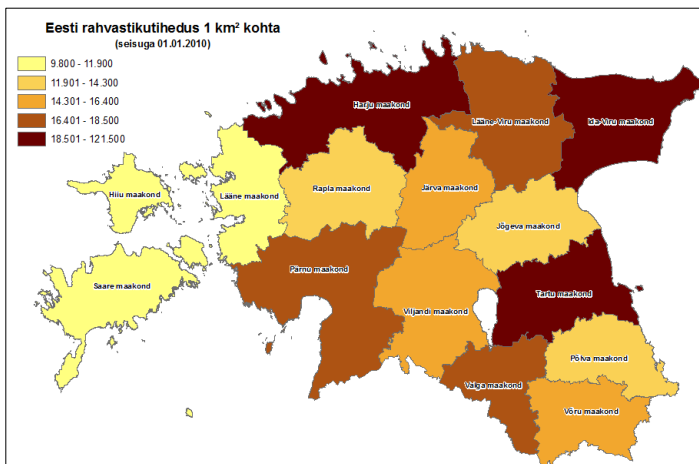
Rühmitamise meetodeid on mitmeid ning need võivad sama andmestiku korral anda erinevaid tulemusi. Järgnevalt on toodud sagedamini kasutatavad rühmitamise meetodid.

- ◆ Loomulike vahemike meetod – eeldab, et igal rühmal on korrapärane sagedusjaotus ning tuvastab vastavalt etteantud rühmade arvule väärtuste ülemineku kohad. Seda nimetatakse ka Jenksi algoritmiks. Antud meetodi korral defineeritakse väärtusvahemike eraldused sinna, kus üleminekud ühelt väärtuselt teisele on kõige selgemini määratletavad.



Joonis 68. Tallinna Õismäe asumis elanike rühmitamine loomulike vahemike meetodi alusel

- ◆ Kvantiilide meetod – tagab igasse rühma võrdse arvu objektide sattumise. Võib tekitada väärti tõlgendamist aladel, mille pindalad varieeruvad väga suures ulatuses, sest alati ei ole objektide esinemise sagedus lineaarses sõltuvuses ala suurusega, kus need paiknevad. Juhul, kui nähtusega seotud tunnust kujutatakse erineva suurusega pindobjektidel, on kvantiilide meetodi puhul kindlam kasutada absoluutväärtuste asemel andmete normaliseerimist (näiteks elanike arv 1 km² kohta).



Joonis 69. Eesti maakondade rahvastikutihedus rühmitamine kvantiilide meetodi alusel

- ♦ Võrdsete intervallide meetod – rühmade väärtusvahemikud arvutatakse võimalikult võrdsetena, näiteks 1-10, 11-20, 21-30 jne.



Joonis 70. Tallinna Mustamäe linnaosa elanike rühmiti jagunemine võrdsete vahemike meetodi alusel

Kuna eespool nimetatud rühmitamise meetodid on üsna jäigad, võib olla vajalik kasutada parima tulemuse saamiseks täiendavalt manuaalset rühmitamist, kus kasutaja määrab ise sobivad klasside piirid. Siiski on automaatsed klassifitseerimise algoritmid rühmadesse grupeerimise kiirendamiseks igati sobilikud.

Värvide kasutamise osas on kartograafia-alased uurimistööd näidanud, et inimsilm suudab adekvaatselt eristada kuni 12 värvitooni ning 8 värvi väärtust (suhtelist heledust või tumedust). Andmete rühmitamisel on vastavaid parameetreid kasulik teada.

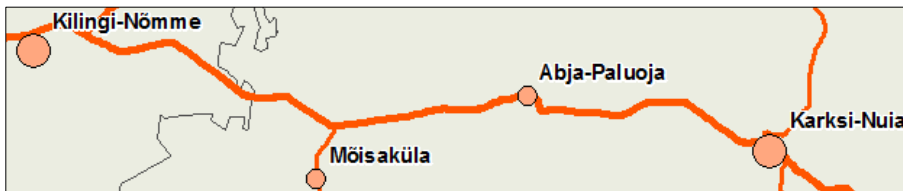
Järgnevalt on toodud mõned üldised soovitusel leppemärkide valiku tegemisel.

- ♦ Sarnase sisu ja kvalitatiivsete tunnustega punktobjektide korral on soovitatav kasutada ühesuguse suuruse ja värvitooniga leppemärke (näiteks Riigimetsa Majandamise Keskuse metsaonnid) ja kaardikirju.



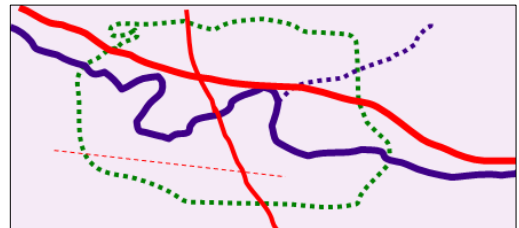
Joonis 71. Riigimetsa Majandamise Keskuse (RMK) metsaonnide asukohti markeerivate punktobjektide ja neid iseloomustavate kaardikirjade kasutamine

- ◆ Sarnase sisu ja kvantitatiivsete tunnustega punktobjektide korral on soovitatav kasutada varieeruva suuruse, kuid sama värvitooniga leppemärke. Nii saab linnalisi asulaid rühmitada vastavalt nende elanike arvule.



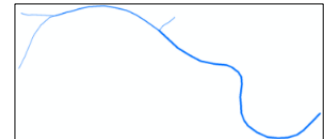
Joonis 72. Asulaid markeerivate varieeruva suurusega leppemärkide kasutamine

- ◆ Kvalitatiivse sisuga joonobjektide puhul võib kasutada alloleval joonisel näidatud ülesehitust. Ajutise iseloomuga nähtuste puhul (näiteks sinisega markeeritud kitsamad vooluveekogud, mis täituvad veega ainult kevadel) ja looduses mitterahvatavate objektide osas (näiteks rohelisega märgitud jahipiirkonnad) võib kasutada pidevjoone asemel ka punktiirjoont. Katkendliku joonega võib tähistada ka sama teemakihi juurde kuuluvaid, kuid mõnevõrra marginaalsema tähtsusega objekte (näiteks pinnaseteed).



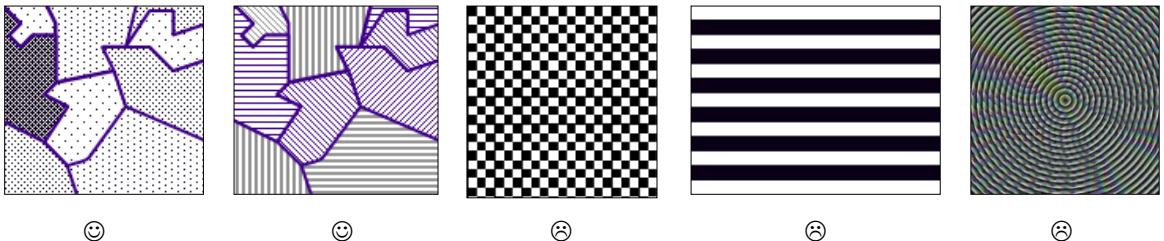
Joonis 73. Kvalitatiivse sisuga joonobjektide visualiseerimine

- ◆ Kvantitatiivsete joonobjektide korral saab varieerida joone paksust. Näiteks jõe puhul võime selle veemahu ajalise läbivoolu alusel jagada eraldi lõikudeks (joonis 74).



Joonis 74. Jõe esitamine

- ◆ Kvalitatiivse sisuga polügoonide puhul on rakendatavad erinevad värvitoonid, mustrid ja tekstuudid. Tähele tuleks aga panna, et liialt intensiivse ja tiheda tekstuuri (näiteks Moiré muster) kasutamine raskendab kaardi loetavust.



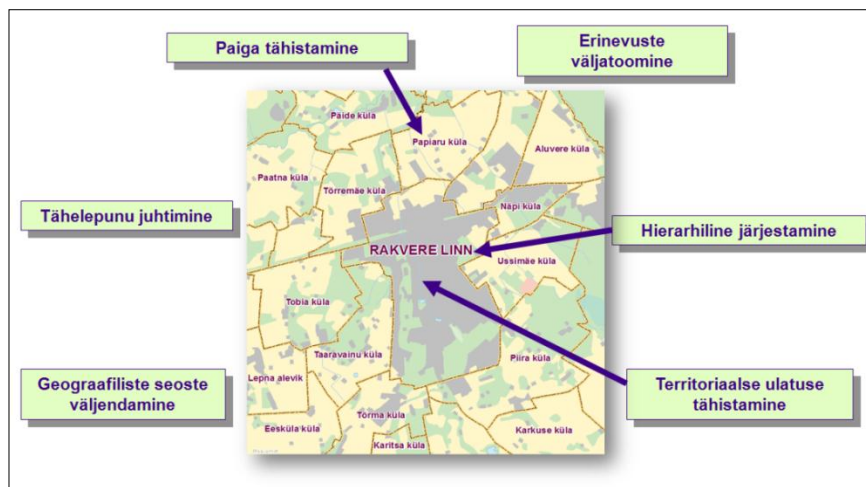
Joonis 75. Näited erinevatest mustritest ja tekstuuridest

Leppemärkide valikul on oluline, et lõpptulemus oleks lihtsasti loetav, arusaadav ning kõik kujutatud täitevärvid, äärejooned, punktsümbolid ja muu oleksid legendis välja toodud. Leppemärgid peavad andma efektiivselt edasi kujutatava nähtuse olemust, olema maksimaalselt lihtsad, üksteisest selgesti eristuvad ning moodustama visuaalselt tervikliku ja harmoonilise kaardikompositsiooni.

12. Kaardikirjad ja nende paigutamine

Kaardikirjade ülesandeks on anda verbaalne sõnum ühe või teise kaardil kujutatud objekti või kaardi sisu kohta. Tekste kantakse kaardile mitmel otstarbel:

- ◆ kaardi kasutaja tähelepanu juhtimine detailidele, mida soovitakse kindlasti ülejäänud infost eristada (näiteks markeeritakse punase värvitooniga planeeritava sidekaabli paigaldusega seotud kruntide nimed);
- ◆ objekti ja paigastiku omavaheliste seoste selgitamine;
- ◆ nähtus(t)e territoriaalsete ulatuste tähistamine (näiteks tasandike nimed on mõistlik näidata reaalses ulatuses);
- ◆ objektide kirjeldamine teatud kriteeriumite ja hierarhia alusel (näiteks maakondade keskuste nimed eristatakse ülejäänud asulatest paksema kirja ja trükitähtedega).

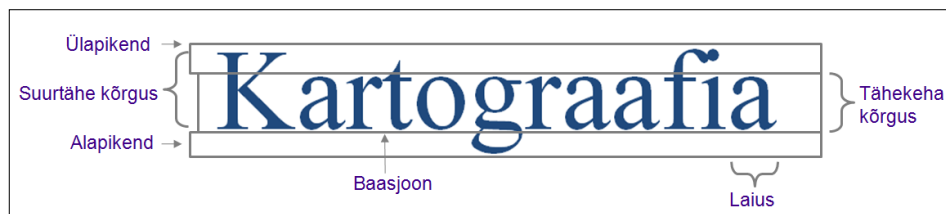


Joonis 76. Kaardikirjade kasutamise otstarbed (Esri)

Tüpoograafias (trükikunstis) on kirjade kirjeldamiseks kasutusel suur hulk parameetreid, mis on sarnaselt rakendatavad ka kartograafias. Üks tuntumaid teksti karakteristikuid on ilmselt kirjatüüp, mis reeglina sisaldab tähestiku jagu tähti, numbreid, kirjavahemärke ning teatud juhtudel mitmeid erikujundusega sümboleid.

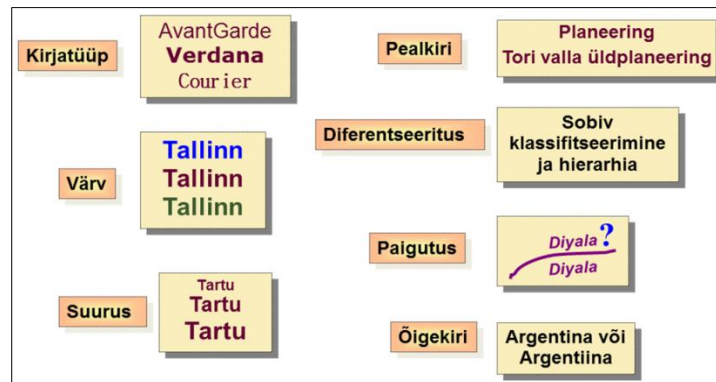
Kirjatüüp – kujundusega seotud reeglite kogum, mille kaudu moodustatakse tähed ja sümbolid.

Kirjatüübiga seonduvalt olgu siinkohal välja toodud veel mõned märksõnad. Tähtede kõrgust ehk kirja suurust punktides arvestatakse tähe ülapikeendi (*ascender*) ülemisest servast tähe alapikendi (*descender*) alumise servani. Tähekeha kõrgust mõõdetakse üla- ja alapikendita. Tähekeha kõrgus määrab kirja väljanägemise ehk mida suurem on kõrgus, seda mastaapsem näib ka kiri.



Joonis 77. Kirjatüübiga seotud parameetreid

Arusaadavalt loetav ja visuaalselt esteetiline kaardikirjade paigutus on oluline aspekt kaardi lõplikul vormistamisel ja selle hilisemal kasutamisel. Oskamatusest või lihtsalt mõtlematult paigutatud kirjad tekitavad lugejates põhjendatult segadust, kuna võivad esile kutsuda kaardi sisu väärnimõistmist. Taolise situatsiooni ennetamiseks tuleks mõtestada lahti järgnevad aspektid.



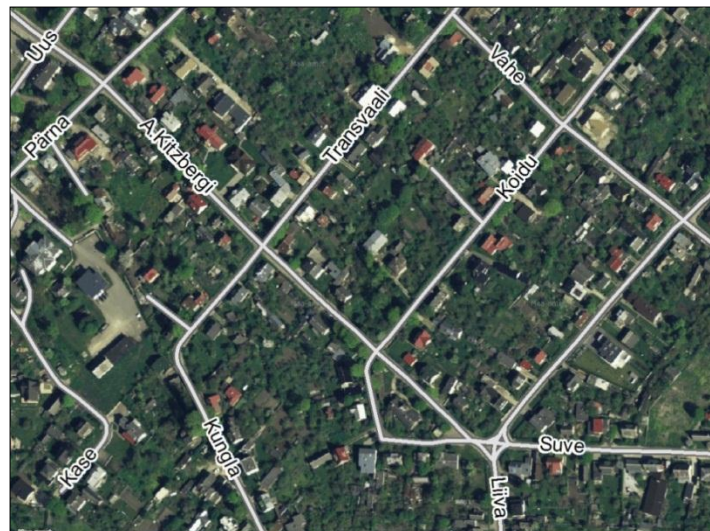
Joonis 78. Kaardile tekstide paigutamise seotud parameetrid (Esri)

Kirjatüüp, värv ja suurus kuuluvad tekstidega seotud esmaste visuaalsete muutujate kategooriasse. Kirjatüübi üldistest omadustest oli eespool juttu. Tähelepanelikumal vaatlemisel on mõningate tähtede otstes eristatavad väikesed ja reeglina horisontaalselt asetsevad “kriipsud”, mille põhjal on kirjatüübid liigitatavad:

- ♦ seriifidega kirjad (*serif fonts*): Times New Roman Baskerville Bookman Garamond;
- ♦ seriifideta kirjad (*sans-serif fonts*): Calibri Verdana Arial Tahoma.

Erinevat laadi kohanimede ehk toponüümide puhul on kirjatüübi valikul kindlasti eelistatum pigem lihtsama ülesehitusega ja seriifideta fontide (nt Verdana, Tahoma, Arial jt) kasutus. Samuti ei loeta heaks tavaks kokku paigutada suuremal hulgal üksteisest erinevaid fonte. Selle asemel tasub katsetada kirjalaadi (harilik kiri, *kursiivkiri/Italic*, **rasvane kiri/Bold**) variatsioonide kombineerimist.

Värvide osas on oluline eelistada traditsioonilist lähenemist ning jälgida, kuidas see harmoneerub objekti enda leppemärgi värvitooniga. Näiteks veekogude (ookeanid, mered, lahed, järved, tiigid) ja teiste hüdrograafiliste objektide (näiteks kraavid, jõed) puhul tuleks kasutada sinakat värvitooni. Tänavate, majade numbrite, asustusüksuste ja muude tavakirjade osas on tekstide hallskaalas värvitoonidega näitamine reeglina riskivaba lahendus. Tekstide paremaks eristamiseks ja loetavuse tagamiseks võib kasutada ka taustvärvide markeeringut ehk halosid.



Joonis 79. Halode kasutamine kaardikirjade selgemaks eristamiseks

Tekstide suuruse osas tuleks silmas pidada, et need oleksid arusaadavalt loetavad ja eristatavad ning valitud mõõtkava väärtuste kontekstis sobilikud.

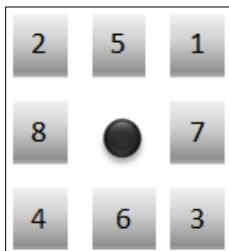
Tekstide eristatavuse juures on tähtis arvestada, et kaardil käsitletava temaatika ja sisu mõttes oleksid olulisema tähtsusega objektid silmatorkavamad ning kirjad vajadusel jaotatud eri tähtsusastemetel kategooriatesse. Näiteks võib teede ja tänavate puhul jagada kirjade suurused linnakaardil järgnevasse kategooriatesse: magistraalid ehk linna läbivad riikliku tähtsusega maanteed, peatänavad ning kõrvaltänavad.



Joonis 80. Tänavanimede eristamine teede kategooriate alusel

Paigutamise osas on välja kujunenud kindlad üldreeglid:

- ◆ kirjad ei tohi olla “pea peale” pööratud;
- ◆ kiri peab olema selgesti eristatav ja seostatav konkreetse objektiga;
- ◆ omavahel ülekattes olevaid kirju tuleb loetavuse parendamiseks nihutada või eemaldada vähem oluline kiri kaardilt.



Joonis 81. Punktobjekte kirjeldavate tekstide paigutuse eelistatud asukohad (Esri)

Omaette reeglid kehtivad punkt-, joon-, ja polügoonobjektide ning nende omavaheliste variatsioonide juurde kuuluvate tekstide paigutamiseks.

Punktobjektide juures on vajalik arvestada, mis on paigutatavale kirjale optimaalseim kaugus. See sõltub kaardi mõõtkavast, objekti leppemärgi suurusest, punkti asukohast ja teistest seda ümbritsevatest kaardikomponentidest. Punkti juurde kirja lisamisel kasuta kõrvalolevat paigutamise järjekorda, kus kõige eelistatum asukoht on markeeritud numbriga 1 ning vähem eelistatud asukoht numbriga 8 (joonis 81).

Mittesoovitav on kasutada allolevat paigutust, kus nimed asetatud punktiga samale rööhtteljele (joonis 82).



Joonis 82. Punktobjekte kirjeldavate tekstide paigutuse mittesoovitavad asukohad (Esri)

Situatsioonis, kus punktiga seotud kirja ümbritseb joonobjekt, tuleb tekst paigutada joonobjektist sellele poole, kus vastav nähtus (punkt) reaalsuses asub (joonis 83).



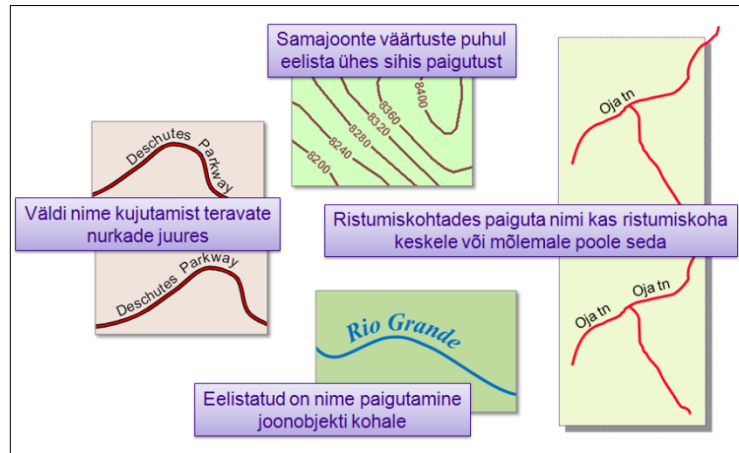
Joonis 83. Tekstide paigutamine nähtuse reaalse paiknemise alusel (Esri)

Kui joonobjekt kipub tekstiosa poolitama, peaks kirjad paigutama kas ühele või teisele poole joont või nihutama teksti selliselt, et joone kulgemine ei halvendaks loetavust (joonis 84).



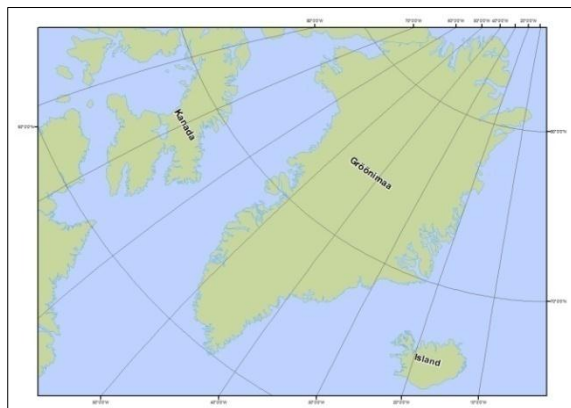
Joonis 84. Tekstide poolitamine (Esri)

Joonobjekti iseloomustav tekst peaks järgima joone geometriat ning jooksva joone kohal. Situatsioonis, kus joonobjektist üleval asub mõni objekt või kulgeb samas sihis teine konkureeriv joon (näiteks teega paralleelselt kulgev toru), on mõeldav ka paigutamine joone alla (joonis 85).

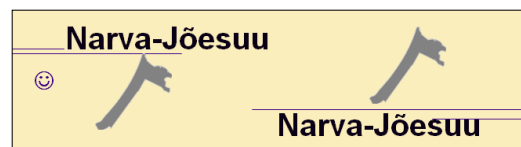


Joonis 85. Joonobjekte kirjeldavate tekstide paigutus (Esri)

Kui kaardil kasutatakse koordinaatide võrgustikke, on soovituslik orienteerida tekstid paralleelide kulgemisega samas sihis (näiteks riikide ja linnade nimed). Võimaluse korral tuleks tekst paigutada polügooni sisse (joonis 86). Üla- ja alapikendite võrdluses tasub tekst paigutada selliselt, et ülapikendite ülekaalu korral asuks tekst pigem objekti kohal (joonis 87).



Joonis 87. Tekstide paigutamine paralleelide kulgemise järgi



Joonis 86. Tekstide paigutamine polügooni kohale

Eesti ja maailma kohanime õigekirja kontrollimisel on kõhkluse korral kasulik külastada Eesti Keele Instituudi tasuta veebipõhist kohanimeandmebaasi KNAB (<http://portaal.eki.ee/knab>), mis hõlmab nii Eesti kui välismaa nimesid.

Kokkuvõtteks võib öelda, et käsitsi kaardikirjade lisamine on kaartide koostamisel üks töömahukamaid protseduure. Seetõttu kasutatakse tänapäeval tekstide paigutamise automatiseerimiseks järjest laialdasemalt mitmesuguseid GIS-töövahendeid. Lihtsama sisuga dünaamiliste tekstide paigutamise funktsioonid sisalduvad täna juba paljudes standardsetes GIS tarkvarapakettides, kuid üha enam on populaarsust kogumas ka spetsiaalsed tooted (näiteks Esri Maplex for ArcGIS), kus kartograafil on märksa rohkem täiustatud võimalustega funktsioone sobivate reeglite määramiseks ja kehtestamiseks.

13. Kaardi disain ja sellega seotud elemendid

Eelnevates peatükkides on olnud juttu värvide kasutamisest, leppemärkidest, kaardikirjadest, rühmitamise meetoditest ja kaardi koostamisega seotud etappidest. Käesolevas peatükis tutvustatakse lühidalt kaardi kujundamisega seotud printsiipe. Samuti käsitletakse kaardiga seotud olulisemaid elemente. Kuigi kujundamine võib esmapilgul tunduda lihtsa ülesandena, on parima tulemuse saavutamiseks vaja järgida mitmeid reegleid ja põhimõtteid.

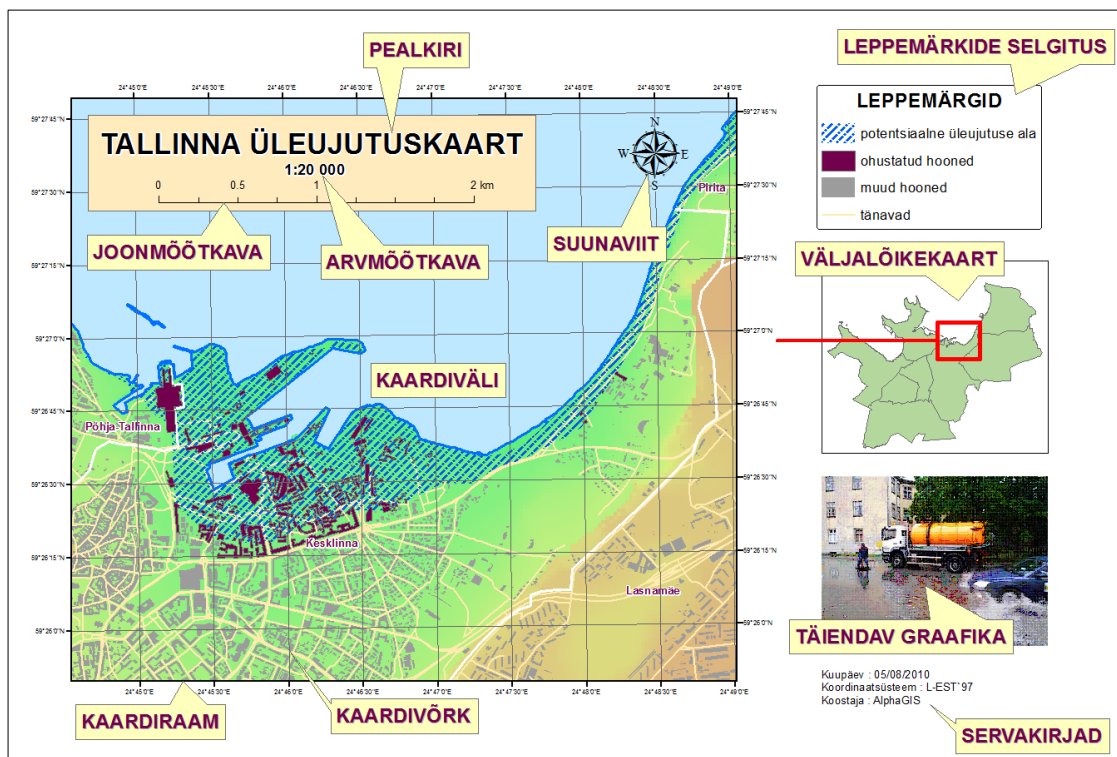
Kaardi disaini elemendid võib liigitada järgnevalt:

- ♦ kaardiobjektid;
- ♦ kartograafilised elemendid;
- ♦ ümbritsevad elemendid;
- ♦ ääremärkused;
- ♦ kujunduselemendid.

Antud juhul käsitletakse neid üldistatuna kaardi elementidena, mis avavad lugejale kaardi sisu. Olulised on siinkohal ka näiteks elementide visuaalne paigutus, hierarhia ja kontrast, mis sobiva ülesehituse puhul hõlbustavad nii kaardi üldist tõlgendamist kui sealt olulisema info kiiremat leidmist.

Kaardile kantud graafilisi elemente ja kirju nimetatakse kaardi komponentideks, mis erinevaid ülesandeid täites aitavad parendada kaardi sisulist kvaliteeti ning samuti hõlbustavad kasutajal tulemit paremini tõlgendada. Järgnevalt on toodud olulisemad kaardi komponendid.

- ♦ Kaardiväli – geograafilise info nähtav osa kaardil, mis on tavaliselt piiritletud teatud raamistusega (näiteks kaardiraami, koordinaatvõrgu, lehe servaga).
- ♦ Väljalõikekaart – täpsustava sisuga asendikaart, millel näidatakse reeglina väiksemas mõõtkavas kaardivälja aknas nähtavat kaardistatud ala ulatust üldisemas mastaabis.
- ♦ Pealkiri – kaarti kui toodet kirjeldav üldmõistetav nimetus, mis tavaliselt sisaldab lisaks kujutatava ala kohanimele kaardi kasutusotstarvet (näiteks "Juuru alevikus asuva Kangru kinnistu maa-ala detailplaneering").
- ♦ Leppemärkide loend – aitab kaardi sisu paremini mõista ja tõlgendada. Reeglina on leppemärkide selgitus ehk legend sarnaselt kaardiväljaga parema loetavuse eesmärgil piiritletud raamistusega.
- ♦ Mõõtkava – näitab, mitu korda on kaardile kantud objektide mõõtmeid, võrreldes reaalsuses olevaga, vähendatud.
- ♦ Põhja-lõuna suunaviit – näitab geograafiliste objektide orienteeritust. Soovituslik on suunaviit paigutada kaardivälja nurka ning selle suurus ja värvitoon ei tohiks olla liiga domineeriv.
- ♦ Kaardiraam – huvialuse kaardivälja ja/või kõiki kaardi komponente piirav joonestik, mille juurde kantakse suuremõõtkavalistel kaartidel tihti koordinaatide väärtused või kasutatakse vastavate kaardiakende markeerimiseks.
- ♦ Kaardivõrk – võimaldab määrata asukohakoordinaate. Selleks kasutatakse nii geograafilisi koordinaate kui tasapinnalisi ristkoordinaate kirjeldavaid võrkusid. Võrgu kuju sõltub kartograafilisest projektsioonist. Kaardivõrguna saame käsitleda ka indeksvõrku, mille alusel koostatud kohanimede loendid aitavad lihtsamini üles leida kaardil näidatud kohanimedid (näiteks linnakaardile kantud tänavanimede otsing).
- ♦ Servakirjad – informatiivne osa, kuhu tavaliselt lisatakse täiendav teave näiteks kaardi autori, ettevõtte, kuupäeva/aasta kohta.

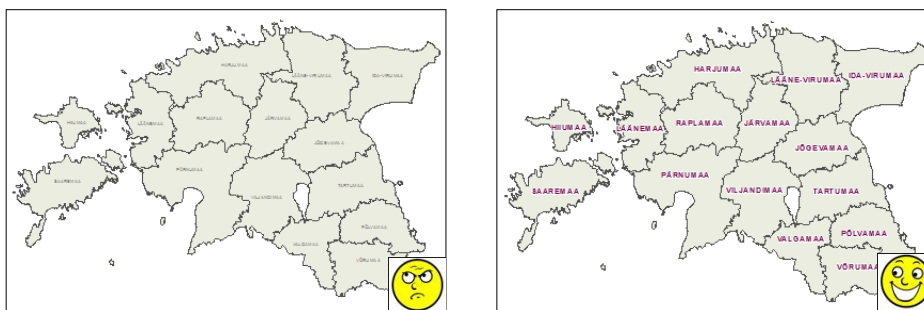


Joonis 88. Kaardi komponendid

Lisaks sellele sisaldab trükitud kaart täiendavaid kaardielemente lehel organiseerituna. Kaardiraamis esitatakse teatud huvialuse ala kohta kaardivaade ning kaardilehe teised elemendid ümber kaardipildi (näiteks kaardilegend, mõõtkava, suunaviit, kirjeldav tekst ja kaardi pealkiri) aitavad kaardi sisust aru saada ning seda lugeda ja tõlgendada.

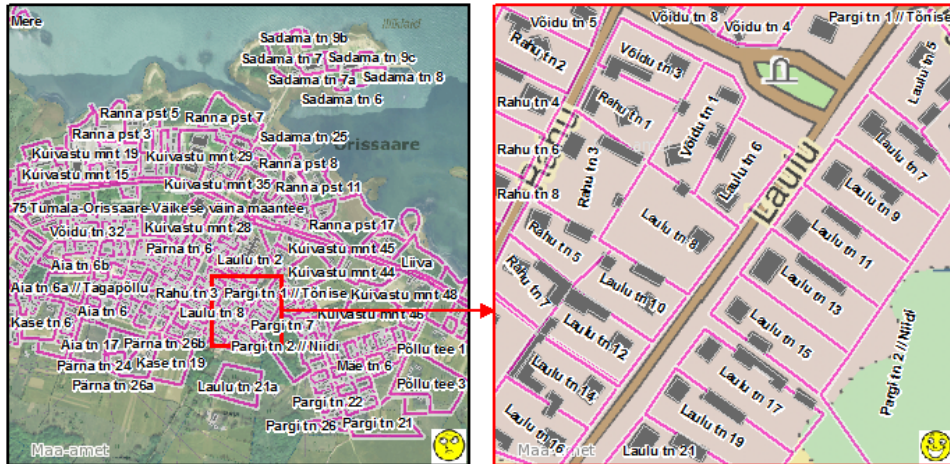
Kaardi kvaliteeti hinnatakse lähtudes esmalt selle loetavusest. Järgnevalt on välja toodud mõningad temaatiliste kaartide koostamisega seotud soovitusel.

- ◆ Leppemärkide valikul tuleks eelistada võimaluse korral kirevate mustrite ja tekstuuride asemel lihtsaid ja nähtusega kergesti seostavaid sümboleid.
- ◆ Värvivalikul on soovitatav kasutada harjumuspäraseid seoseid (näiteks veekogude näitamisel sinakad ja metsaga kaetud alade tarbeks rohekad toonid).
- ◆ Tekstide paigutamisel tuleks arvestada, et need oleksid loetavad ja kujutatavate nähtustega lihtsasti seostavad.



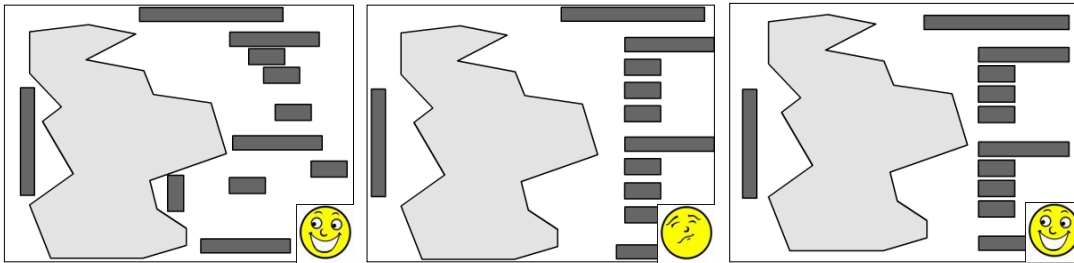
Joonis 89. Eesti maakonnad ja neid iseloomustavate nimetuste kuvamine kaardil

- ◆ Eristada olulist ebaolulisest – näidata/rõhutada kaardil ainult seda, mida vaja ning arvestada ka väljundi formaadi ja mõõtkavaga! Kuna kõike ei ole võimalik ühel kaardil näidata, tuleks koostada prioriteetide alusel valik, võttes arvesse ka mõõtkava. Näiteks ei ole otstarbekas ühel kaardil paralleelselt näidata Orissaare aleviku kohta ortofotot, põhikaarti, katastriüksuseid koos nimedega ja hoonete informatsiooni. Koondades kokku liialt palju erinevat ja ülekattes olevat informatsiooni, muutub kaardipilt segaseks ja halvimal juhul suisa loetamatuks. Selle ennetamiseks võib nii geomeetriliste objektide kui tekstide visualiseerimisel kasutada eri skaalade osas sobivaid mõõtkavavahemikke.



Joonis 90. Nelja teemakihi (ortofoto, must-valge põhikaart, hooned ning katastriüksused ja nende nimed) visualiseerimine punase raamiga markeeritud piirkonnas mõõtkavas 1:20 000 (vasakul) ja vähendatud valikuga (ortofotota) samade kihtide kuvamine mõõtkavas 1:3000 (paremal)

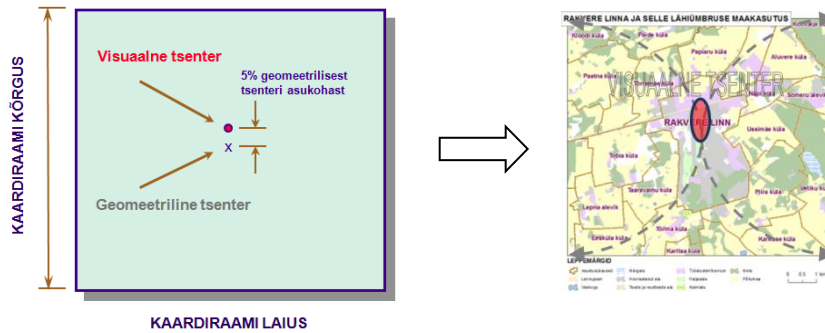
- ◆ Arvestada tuleb kaardiobjektide paigutuse kompositsiooni, et teatud kaardilehe osad ei oleks ülearu koormatud ning teised liigselt tühjad.



Joonis 91. Kaardiobjektide paigutuse parendamine (allikas: *Layout Design Settings/Graphical Semiology*)

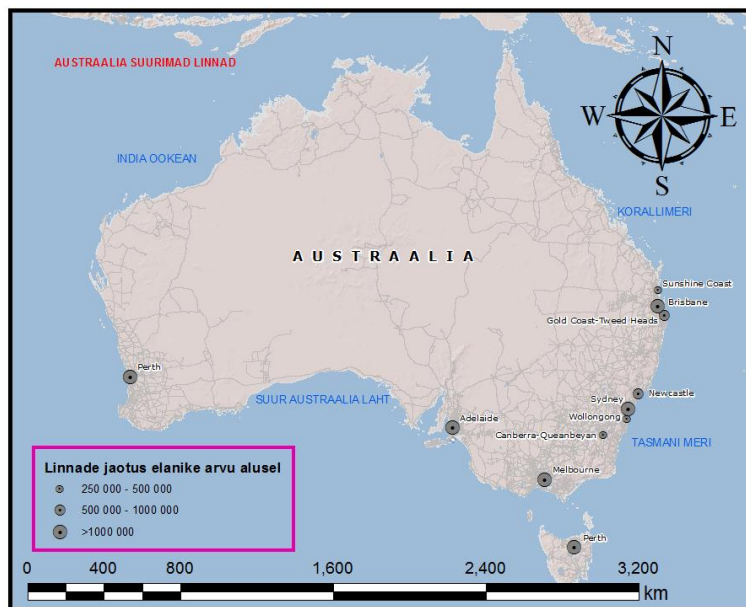
Järgnevalt on toodud parameetrid, mis on seotud elementide visuaalse paigutusega.

- ◆ Visuaalne tsepter (*visual center*) – kaardivälja sisemise paigutuse asukoht, mis asub 5% kõrgemal ruudu või ristkülikukujulise kaardiraami nurkadest tõmmatud sirgete lõikumise asukohast. Sinna soovitatakse paigutada kaardi olulisima osa peamine fookus ning arvestada ülejäänud elementide paigutust sellest lähtuvalt. Vastava kujutletava tsentri lähiste jaoks tuleks paigutada olulisim edastatav materjal, milleks kaardi puhul on kaardiväli ning selle sisu.



Joonis 92. Visuaalne tsepter (Esri)

- ◆ Visuaalne kaal (*visual weight*) – leppemärkide või muude kaardielementide võime püüda äratada kaardi lugeja tähelepanu. Näiteks mõjuvad tumedamad toonid ja suuremad kujundid olulisemana kui heledamad toonid ja väiksemad kujundid. Ebakorrapärase kujuga geomeetria (näiteks kõverjooned) tõlgendamine on keerukam kui korrapäraste ja lihtsama geomeetria objektide puhul.

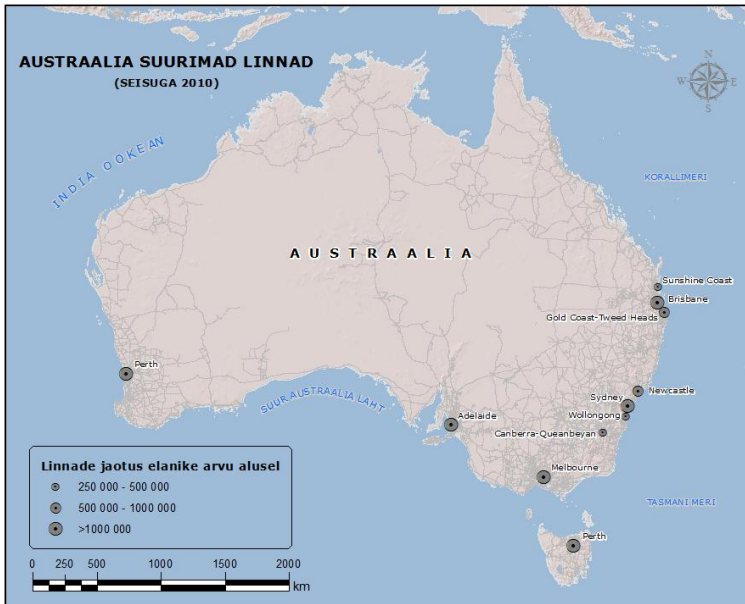


Joonis 93. Visuaalne kaal, kasutades meelevaldset värvieelistust ja paigutust

Austraalia suurimaid linnu kirjeldava teemakaardi puudused:

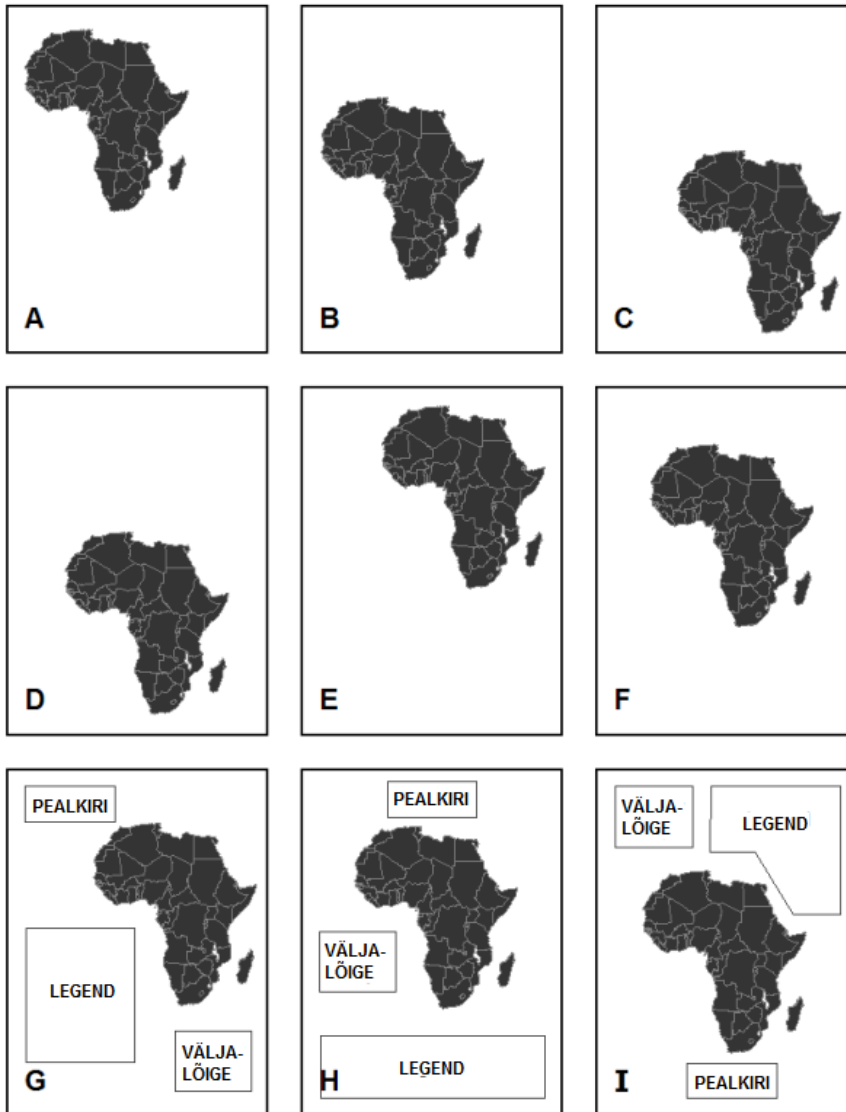
- pealkiri on liiga väike, raskesti leitav ning värvitooni valik ebaõnnestunud;
- põhja-lõuna suunaviit on liiga suur;
- legendi raami värv on liiga intensiivne ning selle näitamine raskendab antud juhul loetavust;
- kaardiraam on liiga jäme;
- joonmõõtkaava ulatuse ja skaala jaotuse valik on ebaõnnestunud;
- merealade nimed ei kirjelda nende tegelikku geograafilist ulatust;
- oluline info, mida soovitakse rõhutada, jääb nii vormiliselt kui sisuliselt liigselt teiste kaardielementide varju.

Alloleval joonisel on püütud eespool nimetatud puudusi kõrvaldada.



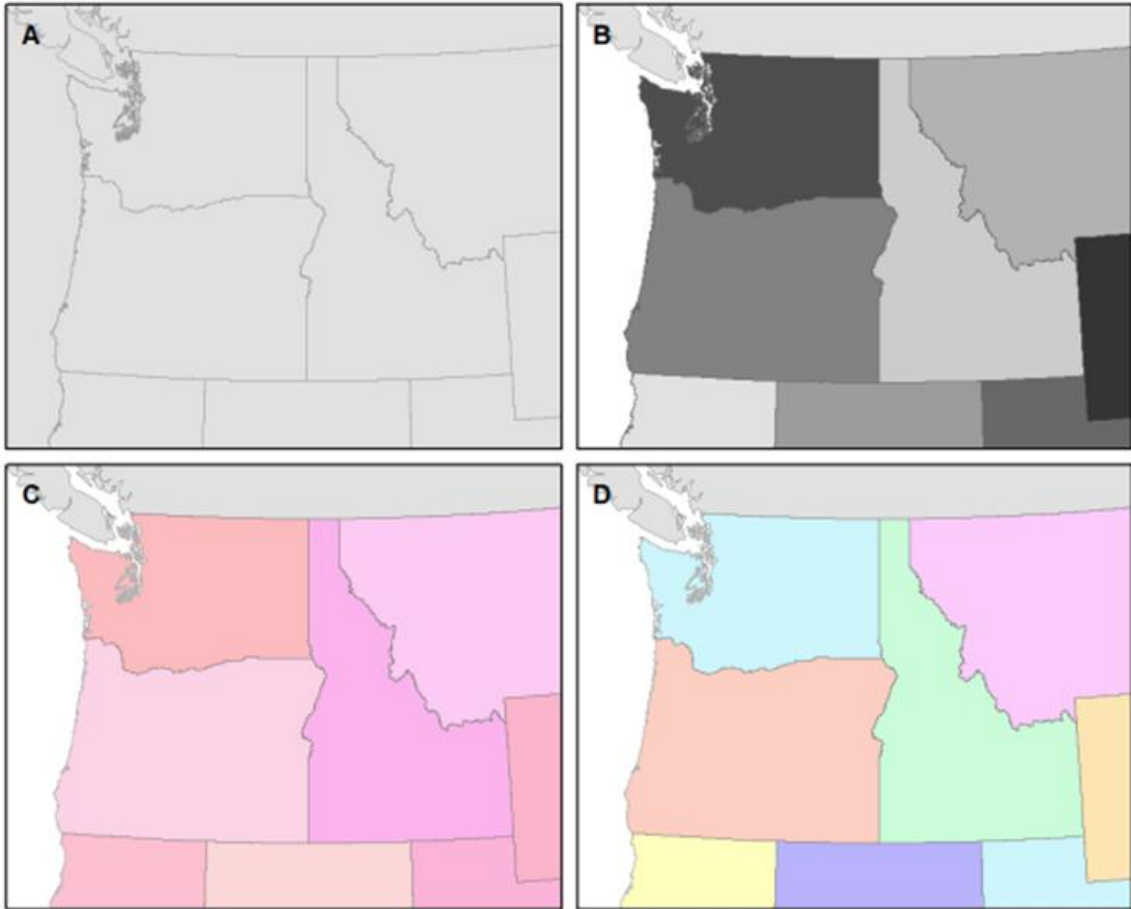
Joonis 94. Visuaalne kaal peale paranduste lisamist

- pealkirja värvitooni on muudetud ja lisatud on juurde selgitav osa, millisele ajahetkele info vastab;
 - põhja-lõuna suunaviida suurust on vähendatud, muudetud "õhulisemaks" ning nihutatud visuaalsest tsentrist kaugemale;
 - legendiosa markeerivat raami on muudetud kitsamaks ning selle nurki pisut ümaramaks;
 - kaardiraami intensiivsust on korrigeeritud, vähendades selle jämedust;
 - joonmõõtkaava skaala on asendatud lihtsama ja arusaadavama jaotusega ning selle üldist ulatust on samuti vähendatud;
 - merealade nimede paigutamisel on püütud arvestada nende kulgemist ning selleks on kasutatud tekstide painutamist;
 - oluline info on tänu eelnevatele tegevustele lihtsamini leitav ning kaardi vormiline ülesehitus järgib pigem traditsioonilisi ja välja kujunenud kartograafilisi tavasid.
- ◆ Balanss (*balance*) – ehk tasakaal on kaardi objektide ja muude elementide paigutus vastavalt nende visuaalsele kaalule ja suunale kompositsioonis. Samuti rakendatakse sellega seotud võtteid niinimetatud pingestatuse efekti suurendamiseks või vähendamiseks. Kui tõlgendada kaardi visuaalset tsentrit teatud tugipunktina, siis terviklikku tasakaalu mõjutavad näiteks elementide proportsioon, kuju ja asukoht.



Joonis 95. Visuaalse tasakaalu määramise näiteid. Lisamata juurde muid elemente, oleks visuaalse tsenetri alusel sobivaim variant F. Koos muude kaardi elementidega (legend, pealkiri jt) on sobivaima paigutusliku tasakaalu leidmine (variandid G, H, I) juba keerukam (Aileen Buckley)

- ♦ Visuaalne kontrast (*visual contrast*) – kujunduse printsiip, mille kaudu määratakse kaardi objektide ja elementide omavaheline “suhtlus”. Kartograafias täidab kontrast pigem tähelepanu püüdmise eesmärgi, mille kaudu saab väljendada ja rõhutada teatud tüüpi erinevusi või iseärasusi. See omakorda lisab täiendava faktorina juurde teatud hierarhilise taseme mõõtme (näiteks oluline ja vähem oluline).
 - Antud situatsiooni võib võrrelda kui pimedas ruumis viibimisega, kus ei suudeta objekte teineteisest eristada. Lülitades sisse valgusallika, muutuvad objektid eristatavateks tänu kontrastsusele.
 - Hästi kujundatud kaardi sisu on visuaalse aspekti seisukohast arusaadav ja eristatav.

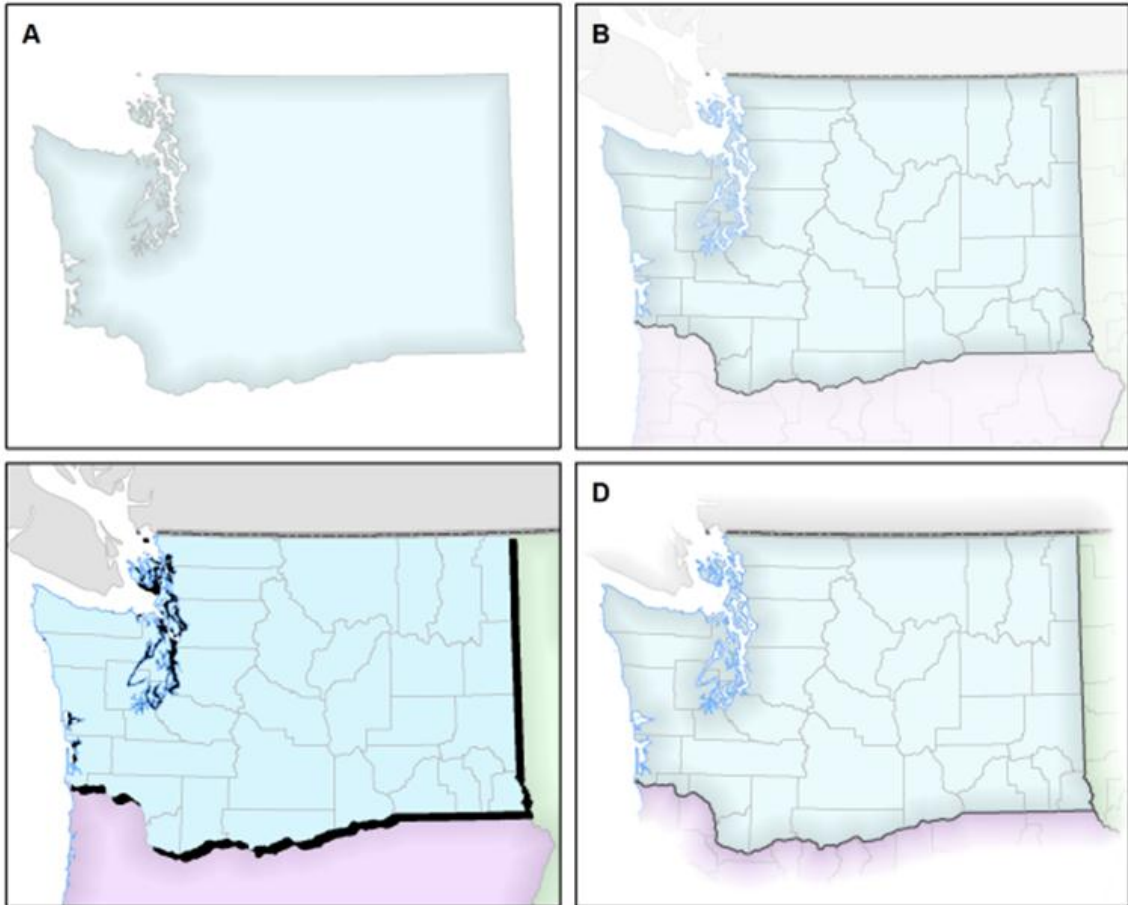


Joonis 96. Visuaalse kontrasti näiteid. Situatsioonis, kus puuduvad variatsioonid (A), kulub kaardi lugejal kauem aega, et eristada taustast erineva sisuga (olulisi) objekte. Kvantitatiivse sisuga info kuvamise puhul (B) peavad värvitoonid olema eristamiseks piisavalt kontrastsed. Kvalitatiivse sisuga andmestiku puhul värvitoonide (*hue*) sisemiste variatsioonide (C) kasutamine ei anna sellist tulemust kui seda visualiseerida erinevate värvitoonide (sinine, roheline jne) kaudu (D), (Esri)

Visuaalse kaalu ja kontrasti parendamiseks kasutatakse esi- ja tagaplaani (*figure-ground*) efekti.

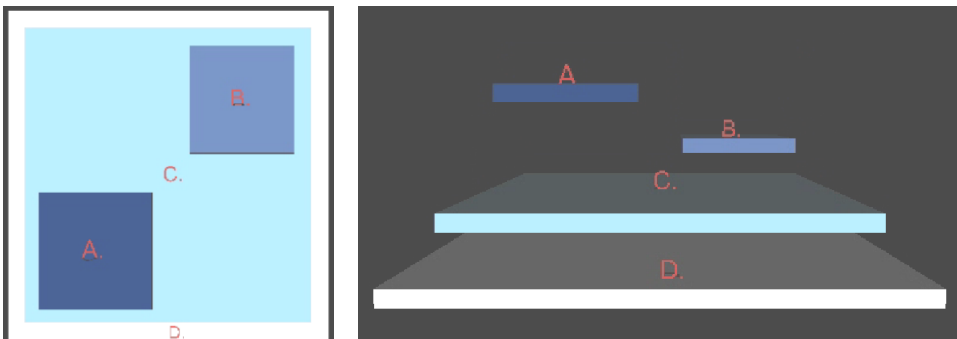
- ◆ Esi- ja tagaplaani kasutamine (*figure-ground*) – kujunduse printsiip, mis rõhutab teatud kaardiobjektide dominantsust või rõhuasetust ning määrab ala, kuhu lugeja silm võiks esmalt jääda peatuma. Esiplaani olevate objektide visuaalne kaal on kompositsiooniliselt esiplaanil ning muude objektide kaal on sellest juba marginaalsema tähtsusega. Antud kontseptsiooni teostamisel võib koostada erinevaid tähtsuse tasandeid.

Vastavate ülesannete teostamiseks kasutatakse kartograafias mitmesuguseid meetodeid nagu näiteks värvi väärtuse (*color value*) erinevad kombinatsioonid, maskide genereerimine, ülestõste efekti kasutamine ja objektide virnastamine.



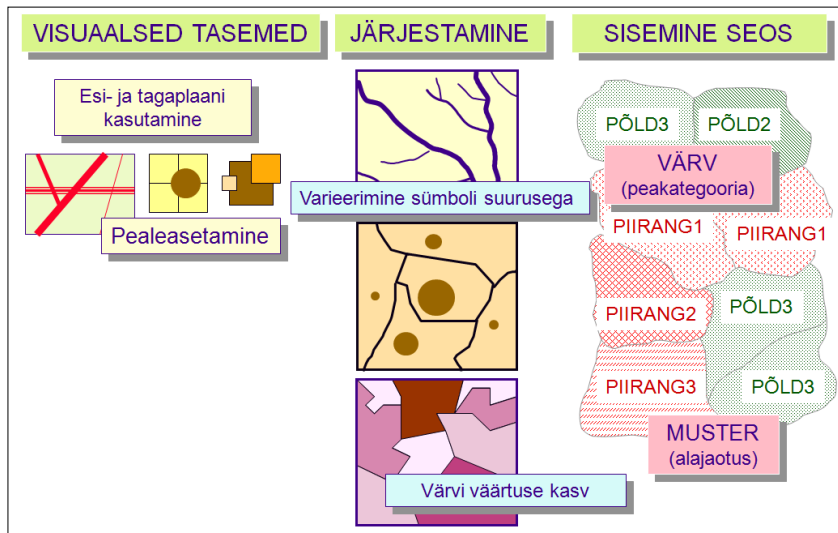
Joonis 97. Esi- ja tagaplaani rakendamise näiteid. Järk-järguline värvi hajutus või taustafooni peitmine (A), heledam taustafooni määramine tagaplaani objektidele (B), ülestõste efekti kasutamine (C) või serva hägustamine (D) (Aileen Buckley)

- ◆ Hierarhiline järjestamine (*visual hierarchy*) – erineva visuaalse kaalu ja tähtsusastmega tasemete loomise protsess, mis võimaldab kaardi lugejal keskenduda soovitud kaardi leppemärkidele ning eristada neid ülejäänud kaardist. Klassikaliselt tähistab visuaalne hierarhia inimsilma poolt tajutavate objektide järjekorra tunnetust ning selle kontseptsioon põhineb 20. sajandi alguses välja töötatud gestaltteraapia teoorial. Eriti oluline on eespool kirjeldatu arvestamine temaatiliste kaartide koostamisel, mille vormistamisel ei ole kindlat spetsifikatsiooni ette nähtud.



Joonis 98. Hierarhiline järjestamise põhimõte, kus A, B, C, D tähistavad erinevaid tasemeid (*Layout Design Settings/Graphical Semiology*)

Vastavate tasemete koostamisel osalevad erinevad kaardiga seotud elemendid (näiteks pealkiri, legend, mõõtkava) ning selle teostamiseks on olulised nii visuaalne kaal, kontrast kui ees- ja tagaplaaniga seotud aspektid (joonis 99).



Joonis 99. Visuaalse hierarhiaga seotud tegevused (Esri)

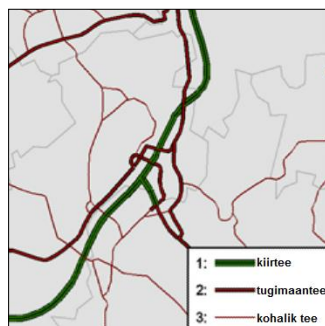
Visuaalse taseme (*visual levels*) meetod kasutab esi- ja tagaplaani kontseptsiooni, mille kaudu olulisemad objektid on paremini eristuvad ning kõrgema visuaalse kuvamise tasemega. Samuti on kasutatav leppemärgi suuruse kasv või värvi väärtuse muutmise soovitud tulemuse saavutamiseks.

Visuaalne järjestamine (*visual ranking*) kasutab tasemete loomisel samuti leppemärgi kasvatamist ja värvi väärtusi.

Sisemiste seoste meetod (*internal relationship*) on kasutatav situatsioonis, kus erinevate tasemete loomise aluseks on teatud ühine tunnus (näiteks põllualad), millel omakorda on teatud alamkategoriad. Kasutades sama värvitooniga mustreid/viirutusi, on erisused nähtavad, kuid samas säilib teatud ühtne markeering.

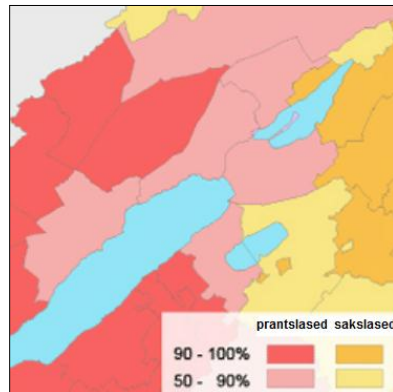
Visuaalse hierarhia juures eristatakse kolme tüüpi.

- a) Ekstensionaalne (*extensional*) – joonobjektide hierarhiline järjestamine/visualiseerimine tähtsuse järjekorras, mis on kasutatav ka punktleppemärkide kontekstis.



Joonis 100. Ekstensionaalne järjestamine (allikas: Layout Settings/Graphical Semiology)

- b) Alajaotusel põhinev (*subdivisional*) – pindobjektide hierarhiline järjestamine/visualiseerimine tähtsuse järjekorras.



Joonis 101. Alajaotusel põhinev järjestamine (allikas: Layout Design Settings/Graphical Semiology)

- c) Stereogrammiline (*stereographic*) – teemade hierarhiline järjestamine/visualiseerimine selliselt, et lugeja tajub neid erinevate visuaalsete tasemetena. Kaarti lugedes keskendutakse kas ühele või teisele teemale (kihile).



Joonis 102. Stereogrammiline järjestamine, kus riigipiiride rõhuasetus (kaal) on intensiivsem (allikas: Layout Design Settings/Graphical Semiology)

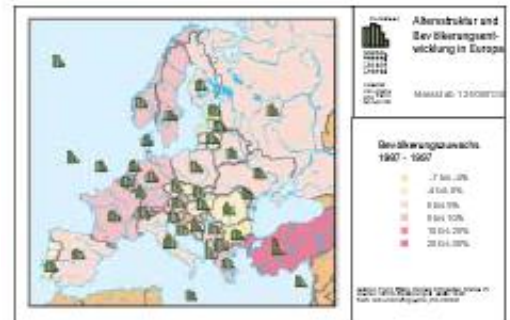
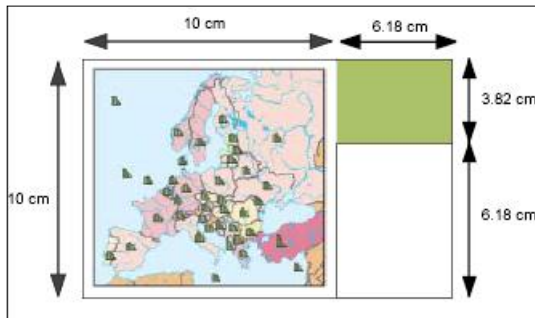
- ◆ Proportsioon – tähistab terviku ja selle üksikute osade vahelisi suuruse suhteid, mis määravad kaardielementide suuruse, paiknemise ning nende omavahelised seosed.

Proportsiooni(de) määramine on tihti üheks esmaseks sammuks kartograafiliste tööde vormistamisel, mis tähendab sobiva kaardivälja ulatuse ja mõõtkava määramist ning nende sobivust ühe või teise formaadi või paigutuse kontekstis (näiteks rõhtpaigutusega A4 formaat, kasutades seal servapikkuse suhtena 4:3, 16:9).

Eeskujuliku proportsiooni näiteks on kuldloike reegel, mida võib nimetada ka ideaalse proportsiooni prototüübiks. Kuldlõike puhul on lõik jaotatud kaheks osaks ning terve lõigu pikkus suhtub pikemasse

osasse nii nagu pikem osa suhtub lühemasse. Vastava reegli alusel on ideaalne ristkülik selline, mille servapikkuste suhe ehk kuldloike suhtarv on väljendatav matemaatilise konstandiga φ :

$$\varphi = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} = 1.618033988\dots$$



Joonis 103. Kuldloike konstrueerimine ja kaardi elementide paigutamine (allikas: Layout Design Settings/Graphical Semiology)

14. Kaardi kvaliteet

Kaart on reaalsuse vähendatud mudel. See on kui sümbolite kogum, millega esitatakse teatud osa Maast. Teadmine, millisel määral vastab kaart tegelikkusele ja kui hästi see reaalsust esitab, annab meile informatsioon kaardi kvaliteedi kohta. Selle hindamine on aga mitmetel põhjustel keeruline protseduur.

- ◆ Kõik kaardil esitatavad ruumiandmed on reaalsete nähtuste lihtsustused. Mida suuremas mõõtkavas on andmed kogutud, seda täpsemad nad üldjuhul on.
- ◆ Kaardi koostamine on pikk ja keeruline protsess, mis hõlmab erinevaid andmete kogumise, tõlgendamise, analüüsimise ja generaliseerimise staadiumeid. Erinevalt lihtsatest üksikute väärtuste mõõtmistest (näiteks temperatuuri mõõtmine), võib kaardil kõrgusväärtuste esitamine sisaldada tervet hulka mõõtmisi ja teatavat subjektiivsust puudevate andmete interpoleerimisel.
- ◆ Paljude ruumiandmete klassifitseerimine põhineb inimotsustustel. Näiteks võib ühe eksperdi poolt koostatud taimkatte- või mullakaart erineda oluliselt teise eksperdi poolt loodud samadest kaartidest. Nad ei pruugi näha taimkatteklasside või mullatüüpide üleminekupiire samades kohtades või toimub erinevalt klasside määramine. Tõde tuleb siin käsitleda kui ähmast põhimõtteliselt saavutamatu eesmärgi.
- ◆ Kui paljud tehnilikud objektid nagu hooned ja tänavad on hästi defineeritavad ning nende asukohad saab edukalt täpselt määrata omaduste ja kirjelduste kaudu, siis objektid nagu mäed, orud ja rannajoone on inimese interpretatsiooni tulemus. Kaks eksperti ei pruugi nõustuda rannajoone täpse kulgemise asukoha osas ja kuigi kaardil paistab see täpne ja selgete piiridega, tuleb arvestada, et reaalsuses see sama usaldusväärsete piiridega nagu näiteks hoonete kontuuride puhul ei eksisteeri.

Kaardi kvaliteedi puhul saab rääkida kahest eraldi teemast – õigsusest (*accuracy*) ja ebamäärasusest (*uncertainty*).

14.1. Kaardi õigsus

Kaardi õigsuse all mõeldakse seda, kui hästi vastab kaardil esitatud tegelikule nähtusele.

Õigsus (*accuracy*) – mõõdetud väärtuse vastavus tegelikule või aktsepteeritud väärtusele.

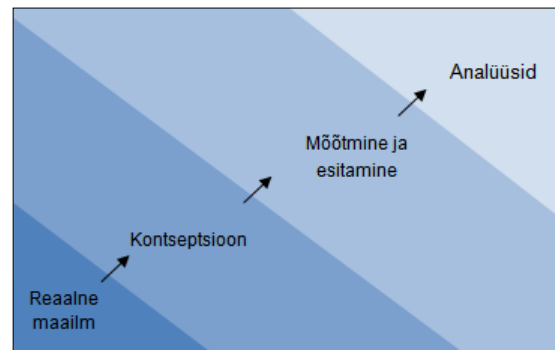
Õigsus on korrektsuse mõõde. Tegelik või aktsepteeritud väärtus on määratud mõne kokkulepitud standardi suhtes. Kaardi õigsus on keeruline teema, millega seostub terve hulk elemente. Erinevates organisatsioonides võivad need mõningal määral varieeruda. Antud juhul on kvaliteedi õigsuse elemendid defineeritud standardi ISO 19113 Geograafiline informatsioon – Kvaliteedi määramise printsiibid alusel.

- ◆ Täielikkus (*completeness*) – puudevate ja üleliigsete andmete, nende atribuutide ning seoste mõõde. Teada peab olema informatsioon ruumiandmete valikukriteeriumite, kasutatud definitsioonide ja teiste oluliste kaardistamisreeglite kohta.
- ◆ Loogiline õigsus (*logical consistency*) – loogiline õigsus on kaardipildi sisemine terviklikkus. See aitab kindlustada, et õiged seosed on edasi antud. Loogilise õigsuse all mõeldakse andmestruktuuri, atribuutide ja seoste loogilistest reeglitest kinnipidamise astet. Eristatakse ruumiandmete kontseptuaalset, domeeni, formaadi ja topoloogilist terviklikkust.

- ◆ Asukohaõigsus (positional accuracy) – asukohaõigsus tähendab ruumiandmete asukohtade õigsust. Eristatakse:
 - a) suhtelist ehk sisemist asukohaõigsust, mis on ruumiandmete asukohtade õigsus teiste samas andmehulgas olevate andmete suhtes;
 - b) absoluutset ehk välimist asukohaõigsust, mis on teatud koordinaatväärtuste vastavus väärtustele, mis on õiged või mida peetakse aktsepteeritavateks;
 - c) horisontaalset (näiteks pikkus-, laiuskraad) ja vertikaalset (kõrgusinfo) asukohaõigsust.
- ◆ Ajakohasus (temporal accuracy) – ajakohasuse all mõeldakse andmete ajaliste atribuutide ja ajaliste suhete õigsust. Siia alla kuuluvad kõigi ajamõõdete õigsus, ajaline terviklikkus ehk sündmuste järjekorra õigsus ning kehtivus.
- ◆ Temaatiline õigsus (thematic accuracy) – temaatilise õigsuse alla kuuluvad andmete ja nende seoste klassifikatsioonide korrektsus, kvantitatiivsete atribuutide õigsus (näiteks rahvastik, pindala) ning mittekvantitatiivsete atribuutide korrektsus (näiteks kohanimed).

14.2. Ebamäärasus

Realse maailma nähtustest arusaamine määrab, kuidas neid mõõdetakse ja esitatakse, mis omakorda mõjutab andmete analüüsi GIS-is. Selles sündmuste ahelas tähistab iga üleminek filtrit, mis osaliselt moonutab ja muudab GIS-is hallatavaid geograafilisi nähtusi. Seetõttu ei saa ka ruumiandmete kvaliteedi käsitlemisel unustada andmebaasis olevate ja kaardile kantavate andmete olemuslikku ebamäärasust.



Joonis 104. Andmete olemuslik ebamäärasus

Ebamäärasus (uncertainty) – reaalsuse ja selle esituse erinevuse suhteline mõõde.

Andmete ebamäärasusel võib olla erinevaid põhjuseid. See võib tuleneda mõõteriistade või -süsteemi täpsuse või õigsuse piirangutest, mõõtmisveast, erinevatel mõõtkavadel või erineval viisil nähtust kirjeldavate andmete lõimimisest, sama nähtuse konfliktsetest esitusviisidest, muutuva mõõdetamatu või lõpmatu olemusega nähtuse mõõtmisest või inimeadmiste piiratusel.

Eristada saab kolm ebamäärasuse vormi: mitmetähenduslikkus, ähmasus ja viga.

Mitmetähenduslikkus (ambiguity) – andmete klassifikatsiooni ebamäärasus, mille korral on objektile määratud kaks või enam väärtust teatud atribuudi kohta (näiteks rannajoone määramine tõusude ja mõõnade korral).

Mitmetähenduslikkus võib olla põhjustatud muutuvatest tingimustest reaalsuses, puudulikest või konfliktsetest atribuutide definitsioonidest, samuti subjektiivsetest erinevustest andmete tõlgendamisel.

Ähmasus (vagueness) – andmete klassifikatsiooni ebamäärasus, mille korral atribuut rakendub ebamäärase kvaliteediga objektile või kirjeldab lõpmatut kogust.

Näiteks on teatud maa-ala klassifitseerimine vaenukäo esinemisalaks kahel põhjusel ähmane. Esiteks on lindude poolt asustatud ala umbmäärane, kuna see on muutuv ja seda ei saa kunagi täpselt defineerida. Teiseks asustavad linnud seda territooriumi ainult teatud perioodi aastast.

Kolmandaks ebamäärasuse vormiks on viga ja neid esineb ruumiandmetes erineva tüübi ja tähtsusega. Viga võib olla ruumiline või esineda atribuudiväärtuses. Ruumilised vead on tavaliselt vead asukohas (objekti koordinaadid on valed) ja topoloogias (objektid ei lõiku, külgne või ei ole seotud korrektselt). Atribuudivead on objektide valed kogused või kirjeldused ja puuduvad ja valed väärtused.

Viga – mõõdetud, vaadeldud, arvatud või tuletatud väärtus, mis erineb tegelikust väärtusest või väärtusest, mis oleks saavutatav täiuslike tingimuste korral täiusliku vaatleja poolt kasutades täiuslikku varustust ja täiusliku meetoodika abil.

Vead tekivad läbi mitmete tegevuste, sealhulgas reaalsete nähtuste tõlgendamisel, andmekogumise käigus (näiteks vigane mõõteriist), andmete teisendamisel (näiteks kaardi digitaliseerimisel tekkivad vead), sisestamisel ja muutmisel, lõimimisel (näiteks erinevatel mõõtkavadel andmete lõimimine), ruumiandmete töötlemisel (näiteks generaliseerimisest tingitud ebatäpsused) ning analüüsil (näiteks vigase kriteeriumi alusel valesti klassifitseeritud andmed).

Vead jaotuvad juhuslikeks ja süstemaatilisteks. Esimese näitena võib tuua ortofotolt digitaliseerimise käigus tekkinud viga jõe asukohas, kuna see jookseb läbi tiheda metsa ning täpset voolusängi asukohta on raske määrata. Süstemaatilise veaga on tegu siis, kui kõik jõed on nihkes nende õige asukoha suhtes. Sellisel juhul võivad andmed olla sisestatud näiteks vales koordinaatsüsteemis või on lähteandmetena kasutatud aerofoto valed kontrollpunktide alusel georeferentid.

14.3. Metaandmed

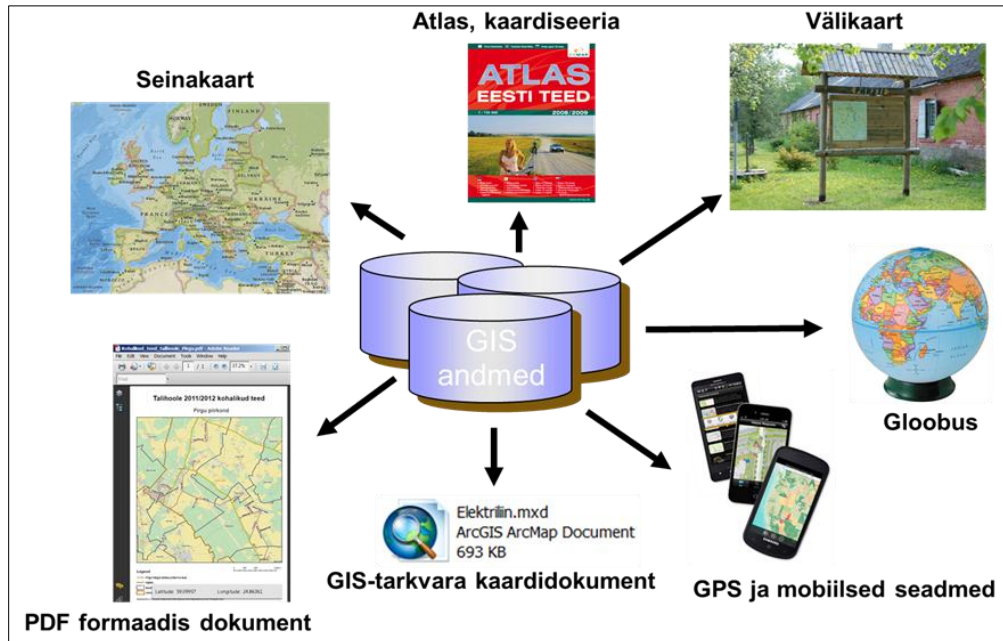
Informatsiooni ruumiandmete kvaliteedi kohta hallatakse metaandmetega. Nendega kirjeldatakse andmete olemust; kuidas, millal, kus ja kelle poolt andmed on kogutud; kättesaadavust ja informatsiooni jagamise kohta; andmete projektsiooni, mõõtkava, resolutsiooni ja täpsust; usaldusväärsust ja vastavust standarditele.

Metaandmed – andmed andmete kohta ehk informatsioon, mis kirjeldab andmete sisu, kvaliteeti, seisundit, päritolu ja teisi omadusi.

Metaandmete kogumine ja salvestamine on väga oluline andmete hilisemal efektiivsel kasutamisel. Teades täpselt andmete kogumisviisi ja -aega, täpsust ning spetsiifilisi eripärasid, on võimalik teha õigemaid otsuseid.

15. Kaartide levitamine

Traditsiooniline viis kaartide jagamiseks ja levitamiseks on staatilised väljatrükid või digitaalsed kaardipildid. Reeglina on ühe või teise meetodi kasuks otsuse langetamine seotud konkreetsest vajadusest, kus, kuidas ja kelle poolt kaarte kasutama hakatakse. Joonisel 105 on välja toodud valik kaartide levitamise viisidest.

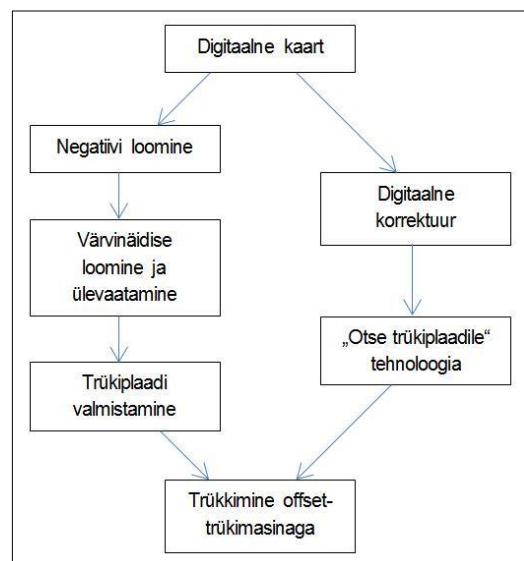


Joonis 105. Kaartide levitamise viisid

Trükikaardid jagunevad valmistamistehnoloogia alusel kahte üldisesse klassi: tindri- või laserprinterit või -plotteriga prinditud ning offset-trükimasinaga trükitud. Väikesemahulisel kaartide trükkimisel on soovitatav kasutada tindri- või laserprinterit, kuna see on kiirem ja odavam kui professionaalne trükk. Tindriprinterid on üldiselt odavamad kui laserprinterid, kuid viimased võimaldavad printida kvaliteetsemalt. Suurte koguste kaartide trükkimiseks ja kõrgekvaliteedilisema tulemuse saamiseks kasutatakse offset-trüki meetodit, mis eeldab teatud trükieelsete tegevuste läbiviimist (joonis 106).

Offset-trüki meetodil saab kaarte lisaks must-valgele ka värviliselt trükkida, kasutades kas protsessvärve või potivärve. Protsessvärvidega trükkimine võimaldab valida ja kasutada suurt hulka värvitoone ning sellisel juhul lastakse kaart trükimasinast läbi neljal korral. Iga kord trükitakse erinevas koguses ühte neljast tindist: tsüaani, karmiinpunast, kollast või musta. Potivärvidega trükkimist kasutatakse, kui puudub vajadus kogu värvilatu kasutamiseks või on vaja kaardile kanda sellist värvi, mida on raske või võimatu protsessvärvidega saada.

Trükkimine rohkem kui ühe värviga vajab värvilahutuste ettevalmistamist, mis tähendab, et värvipilt lahutatakse nelja



Joonis 106. Offset-trüki ettevalmistused

rotsessvärvi alusel osadeks. Näiteks tuleb oranži varjundi saamiseks segada omavahel teatud kogus karmiinpunast ja kollast tinti. Värvilahutusega määratakse kui palju teatud värvi tinti paberile kantakse. Kõik graafilise disaini tarkvarad (ja mõned GIS tarkvarad) võimaldavad neid luua. Printerites teostatakse värvilahutus sisemiselt, mistõttu on see samm vajalik läbi viia ainult enne offset-trükki. Iga lahutuse kohta luuakse seejärel negatiiv, mida kasutatakse trükiplaadi valmistamiseks. Tänapäeval luuakse negatiive spetsiaalse seadme, filmiväljasti (*imagesetter*), abil.

Peale negatiivi loomist tehakse trükieleline näidis, mis annab ligikaudse ülevaate, milline trükitud kaart välja näeb ning võimaldab kontrollida, kas väljundkaardi värvid on korrektsed. Näidise loomisele järgneb trükiplaadi valmistamine. Spetsiaalse seadme abil säritatakse negatiiv fotoreaktiivsele trükiplaadile, luues sellele positiivse kujutise. Üks suhteliselt uus tehnoloogia, „otse trükiplaadile“ (*direct to plate*, ka DTP), võimaldab trükkida eelnevalt negatiive loomata. DTP lubab trükimasinal valmistada värvilahutusega plaate, kandes pildi otse plaadile. Meetod tõstab trükimasina efektiivsust, kuid selle puuduseks on, et ei valmistata värvinäidist, mis võimaldaks teostada enne lõpliku väljundi trükkimist kontrolli.

Trükiplaatide valmistamisele järgneb väljundi trükkimine. Offset-trüki puhul ei ole trükiplaat ise paberiga tegelikus kontaktis vaid tint kantakse plaadilt kummipinnale ning sellelt edasi lõplikule väljundpinnale.

Tänapäevaste seadmete (näiteks nutitelefoni, tahvelarvuti) ja tehnoloogia (näiteks Android, iOS) areng aitab kaasa andmete levitamisele veebis, mis muutub järjest populaarsemaks. Ruumiandmeid ja kaarte saab digitaalselt jagada erinevate veebikaardirakenduste kaudu nagu ArcGIS Explorer Online, Google Maps ja Bing Maps. Üks järjest enam populaarsust koguv platvorm geograafilise informatsiooni jagamiseks on ArcGIS Online (<http://www.arcgis.com/home/>). Antud platvorm sisaldab töövahendeid, mille kaudu saavad kõik huvilised tasuta koostada interaktiivseid kaarte, lisada neile oma andmekihi ning jagada lõpptulemusi e-posti teel või integreerida neid veebirakendustesse ja -lehtedele. ArcGIS Online sisaldab kahte veebipõhist kaardirakendust ArcGIS.com ja ArcGIS Explorer Online. Viimane võimaldab luua nii interaktiivseid kaarte kui koostada nende kohta slaidiesitlusi.

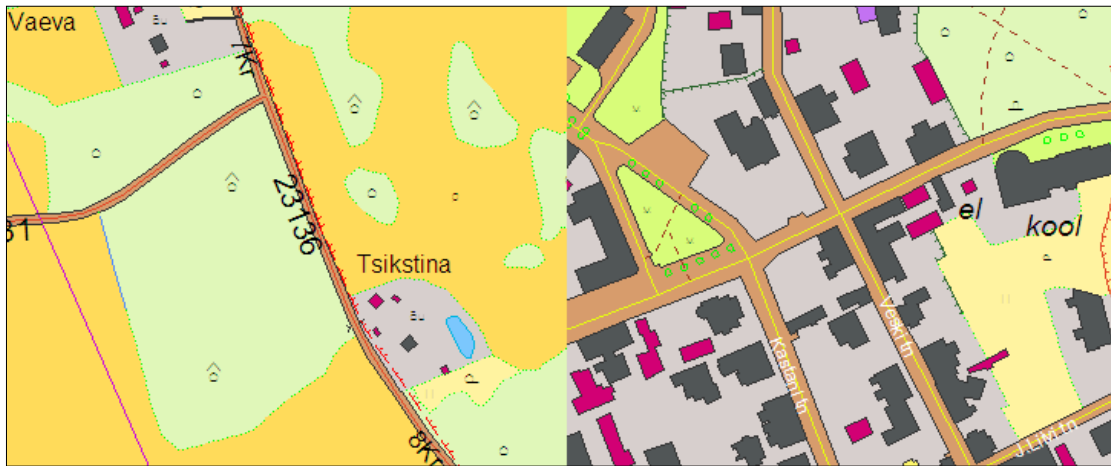


Joonis 107. ArcGIS Online veebikeskkonna avavaade ja grupi „Avalikud andmed Eesti kohta“ seksioon ArcGIS Online portaalis

16. Eesti riiklikud kaarditooted

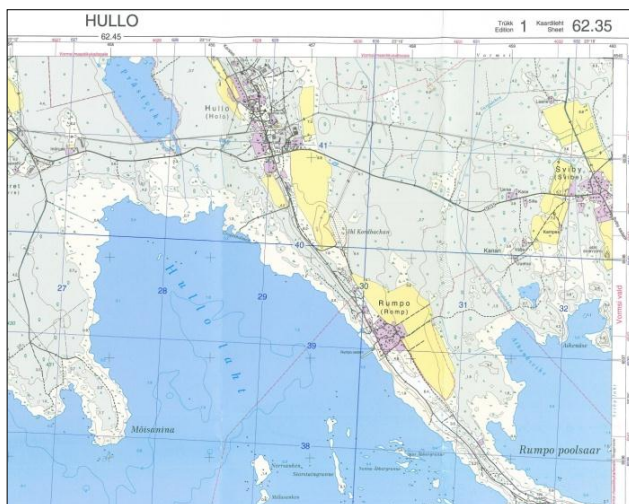
16.1. Eesti Põhikaart

Põhikaart on Maa-ameti poolt Eesti topograafilise andmekogu (ETAK) andmetest koostatav kogu Eestit kattev suuremõõtkavaline topograafiline kaart, mida toodetakse digitaalse versioonina (vektorkaart + värviline ja mustvalge rasterkaart) mõõtkavas 1:10 000 ning paberkaardina mõõtkavas 1:20 000. Kaardile on kantud info asustusüksuste, teede, elektriliinide, hüdrograafia, pinnamoe, kohanimede ja maakasutuse kohta. Mõõtkavas 1:10 000 digitaalset versiooni on võimalik kasutada tasuta avaliku WMS-teenusena. Andmeid ajakohastatakse igal aastal, kuid mitte lausaliselt, vaid teatud kaardistuspiirkondade kaupa. Eesti Põhikaart baseerub Lamberti konformsel koonilisel projektsioonil Eesti jaoks kohandatud tasapinnaliste ristkoordinaatide süsteemis L-Est'97.



Joonis 108. Eesti Põhikaardi 1:10 000 digitaalne vektorkaart (Maa-amet)

Mõõtkavas 1:20 000 trükikaardile on lisaks 1:10 000 digitaalkaardile kantud infot lisatud ka kõrgusinfo, reljeefiandmed, mitteametlikud kohanimed ning täpsustatud ametlikke kohanimedid.



Joonis 109. Eesti Põhikaardi 1:20 000 trükikaart, fragment Hullo kaardilehest (Maa-amet)



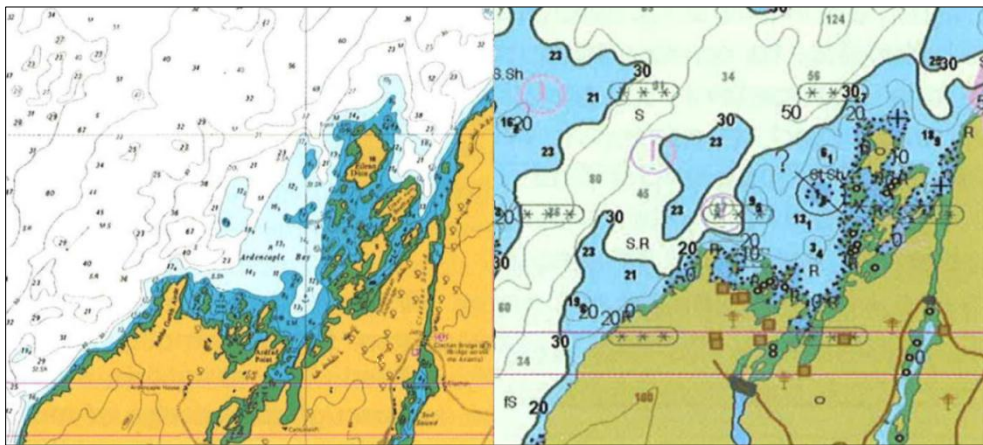
Joonis 112. Eesti aeronavigatsiooniline kaart ICAO 1:500 000 (Lennuliiklusteeninduse AS

Täiendavat informatsiooni aeronavigatsioonikaartide kohta leiab Lennuliiklusteeninduse AS kodulehelt <http://www.eans.ee/>.

16.5. Merenavigatsioonikaardid

Merenavigatsioonikaardid on eriotstarbelised kaardid, mis on spetsiaalselt kujundatud vastamaks merenavigatsiooni nõuetele ja millele on kantud muuhulgas mere sügavused, merepõhja iseloom, ranniku konfiguratsioon, kõrgused merepinnast, ranniku iseärasused, ohud ja navigatsioonivahendid. Vastavalt mõõtkavale jagunevad merenavigatsioonikaardid ülevaatekaartideks, avamerel ja rannavetes sõitmise kaartideks, sadamale lähenemise kaartideks, sadamakaartideks ning sildumis- ja kitsaste väinade kaartideks.

Ametlikke merenavigatsioonikaarte annab Eestis välja Eesti Vabariigi Valitsuse poolt volitatud organisatsioon Veeteede Amet. Merenavigatsioonikaarte antakse välja nii paber- kui elektronkujul. Kaardid on Mercatori normaalprojektsioonis ja tuginevad ellipsoidile WGS84. 2011. aasta augusti seisuga oli erinevates mõõtkavades (alates 1:2 000 kuni 1:250 000) välja antud 65 ametlikku pabernavigatsioonikaarti ja 4 kaardiatlast.



Joonis 113. Paberkaart ja elektronkaart (õppematerjal Navigatsioon II, „Laeva reisi planeerimine lähisõidus“)

Täiendavat informatsiooni merenavigatsioonikaartide kohta leiab Veeteede Ameti kodulehelt <http://www.vta.ee/>

Kasutatud kirjandus ja allikad

1. Bertin, J., *Semiology of Graphics: Diagrams, Networks, Maps*. ESRI Press; 1 edition. 2010
2. Brewer, C., *Designing Better Maps: A Guide for GIS Users*. ESRI Press, 2005
3. Dent, B. D., Torguson, J. S., Hodler T. H., *Cartography: Thematic Map Design*. Sixth Edition. Boston. 2009
4. Muehrcke, J. O., Kimerling, A. J., Buckley, A. R., Muehrcke, P. C., *Map Use: Reading and Analysis*. ESRI Press; 6th Revised edition edition. 2009
5. Keates, J. S., *Cartographic design and production*. New York: Longman S&T, 1988
6. Krygier, J., Wood, D. *Making Maps: A Visual Guide to Map Design for GIS*. The Guilford Press. 1 edition, 2005.
7. Linke, U. *Joonistamine – nägemise kool*. Tallinn: Avita, 1998.
8. Longley, P.A., Goodchild, M.F., Maguire, D.J., Rhind, D.W. *Geographic Information Systems and Science*. Chichester: Wiley. 2nd edition, 2005.
9. MacEachren, M. A., *How Maps Work: Representation, Visualization and Design*. The Guilford Press: 1 edition, 1995
10. Mereste, U., Saarepera, M., *Arvjoonised*. Tallinn: Valgus, 1983
11. Raid, T., *Kaardiraamat*. Tallinn: Infotrükk, 1999.
12. Suurna, R., Sisas, E., *GIS ja kartograafia alused [Võrguteavik]*. Tallinn : Riiklik Eksami- ja Kvalifikatsioonikeskus, 2010.
13. Varep, E., *Jooni Eesti kartograafia ajaloost*. Tallinn: Eesti NSV Teaduste Akadeemia, 1960.
14. Esri koolituste materjalid:
 - a. ArcGIS Desktop I: Getting Started with GIS
 - b. ArcGIS Desktop II: Tools and Functionality
 - c. Cartography with ArcGIS
 - d. Creating and Publishing Maps with ArcGIS

Kasutatud allikad (viimati vaadatud: 31.01.2012)

1. Buckley, A., *Design Principles for Cartography*.
<http://blogs.esri.com/Support/blogs/mappingcenter/archive/2011/10/27/design-principles-for-cartography.aspx>
2. Buckley, A., *Make Maps People Want to Look At*.
<http://www.esri.com/news/arcuser/0112/files/design-principles.pdf>
3. Esri, Inc., *Introduction to Map Design*.
<http://www.esri.com/industries/k-12/PDFs/intrcart.pdf>
4. Geographic Information Technology Training Alliance., *Layout Design Settings/Graphical Semiology*.
<http://www.gitta.info/LayoutDesign/en/text/LayoutDesign.pdf>
5. Gruver, A., Dutton, J.A., *Geography 486: Cartography and Visualization, Lesson 1: Visual Thinking and Visual Communication, Part IV: Production Equipment*. e-Education Institute, College of Earth and Mineral Sciences, The Pennsylvania State University
https://www.e-education.psu.edu/geog486/1_p6.html
6. Info-Vis., *Visual Variables*.
http://www.infovis-wiki.net/index.php?title=Visual_Variables
7. Kivi, K., *Esitluste loomine MS PowerPoint näitel*.
http://www.scribd.com/doc/2210452/MS-Powerpoint-in-Estonian#outer_page_30
8. Pihlakas, R., Tuulik, T-C., Saulep, A., Ausmees, V., *Navigatsioon II – Laeva reisi planeerimine lähisõidus*.
<http://www.ekk.edu.ee/117492>
9. Sepp, K., *Värvusõpetus ja kompositsioon*.
<http://www.hariduskeskus.ee/opiobjektid/varvusopetus/index.html>

10. Tartu Ülikooli Geograafia Osakond., *Eesti Geograafia CD – geograafia õpik 9. klassile*
<http://www.geo.ut.ee/kooligeo/EGCD/opik/juts/juts.html>

Lisa 1. Praktilised harjutused

Harjutus 1. Kaardi visuaalne analüüs

Esimeses harjutuses puutume kokku temaatilise kaardi visuaalse analüüsiga, mis hõlmavad nii kaardi üldist ülesehitust, liigitust, komponentide määramist, kujutusviiside rakendamist jms. Püüdke vastavates ankeetides täita nii palju lahtreid, kui oskate. Täiendavalt saate sama ülesande üle vaadata ja ühtlasti kontrollida/võrrelda algselt kirja pandut pärast harjutuste materjali ülesannete teostamist, kui olete omandanud eespool nimetatud nimatud märksõnade osas mõnevõrra põhjalikumaid praktilisi teadmisi ja oskusi. Kasutada saate mistahes kaardimaterjali. Ühe võimalusena võite sobiliku ja meelepärase kaardi leidmiseks kasutada Esri kaartide kollektsiooni *Map Book*, mis on kättesaadav veebist <http://www.esri.com/mapmuseum/> või Keskkonnateabe Keskuse spetsiaalsest teemakaartide rubriigist, mis on samuti avalikult kättesaadav <http://www.keskkonnainfo.ee/main/index.php/et/kaardid/teemakaardid>. Ülesannet võib lahendada ka rühmatööna.

1. ÜLDINE KIRJELDUS

MILLELE SUUNATA TÄHELEPANU?	HARJUTUS 1 MÄRKUSED	HARJUTUS 3 MÄRKUSED
PEALKIRI, NIMETUS, ALLIKAS KUST KAART PÄRINEB (VEEBIAADDRESS VMS)		
AUTOR(ID)		
KAARDI KOOSTANUD ASUTUS/ETTEVÕTE		
ISESEISEV KAART/KAARDISEERIA VÕI ATLAS		
MÕÕTKAVA OLEMASOLU JA ARVMÕÕTKAVA VÄÄRTUS		
VÄLJAANDMISE AASTA JA KOHT		
PROJEKTSIOON, KOORDINAATSÜSTEEM		
MUU INFORMATSIOON		

2. LIIGITUS

MILLELE SUUNATA TÄHELEPANU?	HARJUTUS 1 MÄRKUSED	HARJUTUS 3 MÄRKUSED
ÜLDGEOGRAAFILINE/TEMAATILINE KAART		

3. EESMÄRK, SISU JA KASUTUSOTSTARVE (KIRJUTA TABELISSE KAS „JAH“ VÕI „EI“)

MILLELE SUUNATA TÄHELEPANU?	HARJUTUS 1 MÄRKUSED	HARJUTUS 3 MÄRKUSED
VISUALISEERIB MÕNE ANALÜÜSI KAUDU SAADUD TULEMUSI		
KIRJELDAB JA NÄITAB ADEKVAATSELT JA ARUSAADAVALT RUUMILISI SEOSEID		
ÕPPEKAART		
KONTUURKAART		
VÄLITÖÖKAART		
PLANEERIMISKAART		
MUU (KIRJELDA LÜHIDALT)		

4. SISUGA SEOTUD KAARDIKOMPONENDID

MILLELE SUUNATA TÄHELEPANU?	HARJUTUS 1 MÄRKUSED	HARJUTUS 3 MÄRKUSED
KAARDI ÜLDISED KOMPONENDID (MILLISED NEIST ON ESINDATUD)		
KAARDI SISU KIRJELDAV OSA (MILLISED TEMAATILISED KAARDIKIHID ON NÄHTAVAD JA MIS KUJUTUSVIISE NENDE NÄITAMISEKS ON KASUTATUD)		

5. VISUAALNE KONTRAST JA BALANSS

MILLELE SUUNATA TÄHELEPANU?	HARJUTUS 1 MÄRKUSED	HARJUTUS 3 MÄRKUSED
MILLISE MULJE JÄTAB ÜLDINE GRAAFILINE TEOSTUS JA KAARDI KOMPOSITSIOON?		
ATRAKTIIVSUS – KAS KAART ON PILKUPÜÜDEV JA SUUDAB LUGEJA TÄHELEPANU SUUNATA OLULISEMALE INFOLE?		
KAS LEPPEMÄRKIDE/VÄRVIDE VALIKUL ON TAJUTAV HIERARHILINE JÄRJESTUS?		
MILLISE MULJE JÄTAB VÄRVILAHENDUS? KAS KUJUTATUD VÄRVID SEOSTUVAD LOOGILISELT JA ARUSAADAVALT?		

6. MUUD KAARDIKOMPONENDID

MILLELE SUUNATA TÄHELEPANU?	HARJUTUS 1 MÄRKUSED	HARJUTUS 3 MÄRKUSED
KAS ELEMENDID ON OMAVAHEL PROPORTSIOONIS JA KAARDI EESMÄRKE TOETAVAD?		
KAS LEGENDIS KAJASTUV INFO ON PIISAV KAARDIL KUJUTATUST ARUSAAMISEKS?		

KAS MÕÕTKAVA JA KIRJELDAVAD TEKSTID ON SELGESTI NÄHTAVAD JA LIHTSASTI MÕISTETAVAD		
--	--	--

7. HINNANG

MILLELE SUUNATA TÄHELEPANU?	HARJUTUS 1 MÄRKUSED	HARJUTUS 3 MÄRKUSED
KAARDI HINNE 10-PALLI SÜSTEEMIS		
MIS MEELDIB/EI MEELDI? PÕHJENDA LÜHIDALT OMA ARVAMUST		
ETTEPANEKUD, MIDA TEEKSID ISE TEISITI		

Harjutus 2. Interaktiivse temaatilise kaardi ning kaardiraamatu koostamine

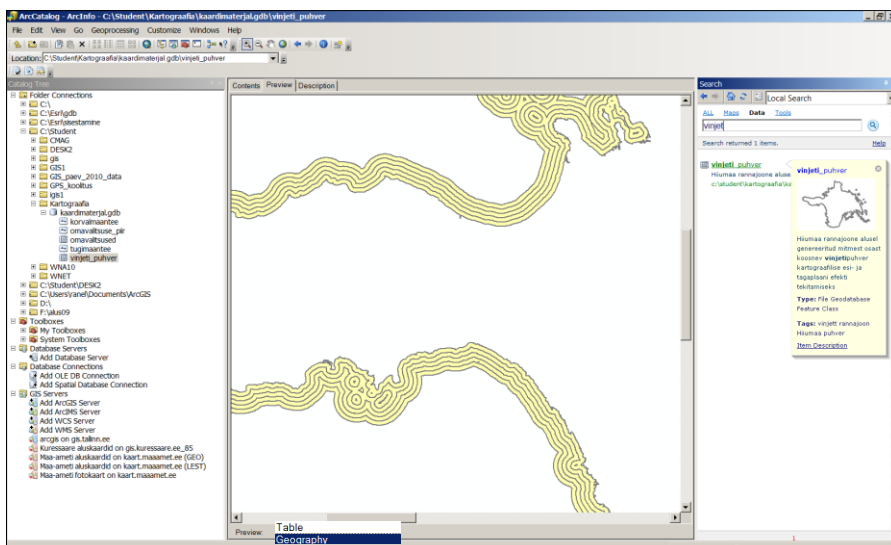
Käesoleva harjutuse eesmärgiks on koostada Hiiu maakonnas asuvate tugi- ja kõrvalmaanteede ööpäeva keskmist liiklussagedust kirjeldavate temaatiliste kaartide seeria (kaardiraamat) kõigi sealse viie omavalitsusüksuse kohta, kasutades selleks professionaalset ja rikkaliku funktsionaalsusega Esri ArcGIS for Desktop tarkvara (ArcView, ArcEditor või ArcInfo). Kaardiantmed on koostatud firmas AlphaGIS ning neid on täiustatud Maa-ameti Geoportaali Maanteeameti kaardirakenduse alusel. Hiiumaa haldus- ja asustusüksuste piirid pärinevad Maa-ameti Geoportaalist ning vastavad seisule 08.06.2011.

Ülesande lahendamise käigus omandate lisaks kaardikihtidega töötamise üldistele töövõtetele ka mõningad kartograafilise kujundamisega seotud töövahendite kasutusoskuse. Ülesande lõpptulemusena peaksite olema võimelised suutma ka edaspidi kujundada kaardikihte ning vormistada lõpptulemust kaardiraamatu näol. Kõigi ülesannete lahendamiseks on vajalik vastav kaardimaterjal kopeerida arvutisse kausta **C:\Student\Kartograafia**. Kui vastavaid kaustu ei eksisteeri, siis tekitage esmalt C kettale juurde kaust **Student** ning pärast seda saate sinna alla lahti pakkida ka veebist või (kooli, ettevõtte) sisevõrgust kättesaadava **Kartograafia.zip** faili kogu sisu.

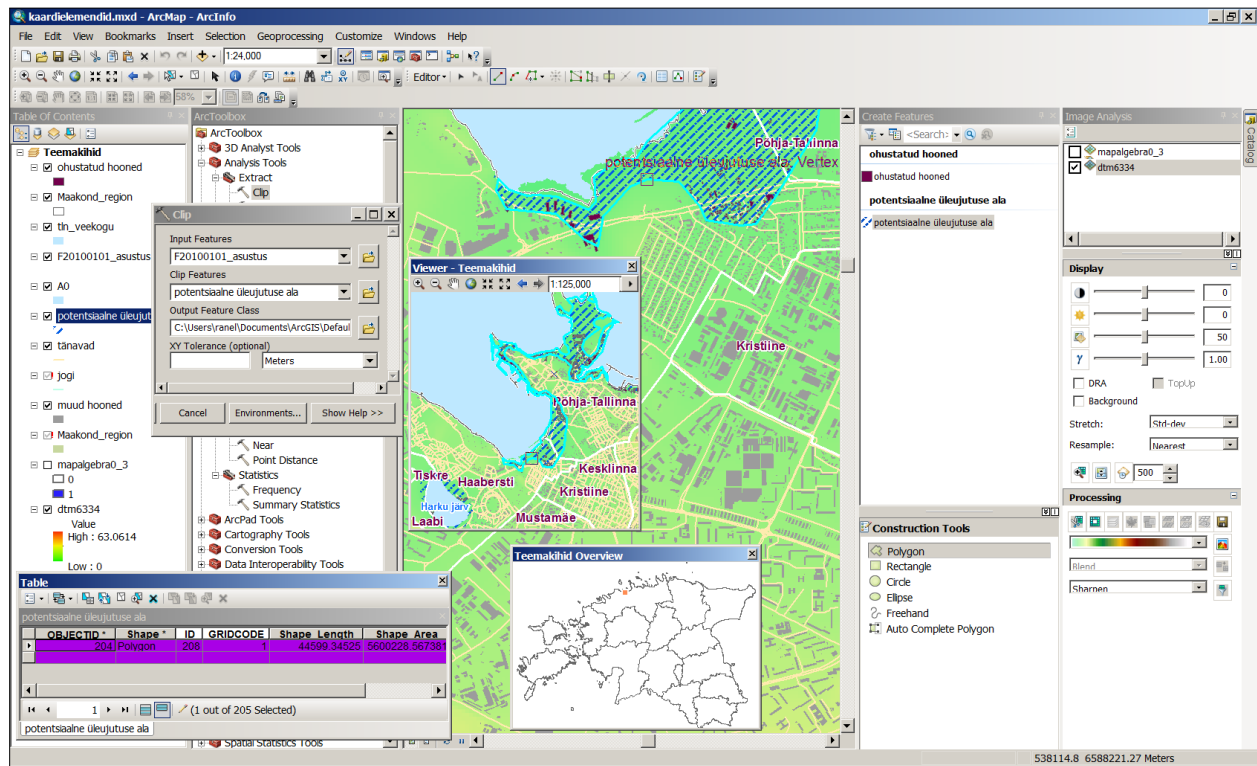
Esri ArcGIS for Desktop tarkvaratooted

Esri ArcGIS for Desktop hõlmab eneses kolme erineva funktsionaalsuse astmega töölauda GIS tarkvaratodet (Basic tase ehk ArcView, Standard tase ehk ArcEditor ja Advanced tase ehk ArcInfo), mis võimaldavad geoandmetega töötamist ning analüüside teostamist läbi ühise kasutajaliidese ja arenduskeskkonna. Ülesehituselt ning ka kõige väiksema funktsionaalsusega on ArcView, millele järgnevad järjest suuremate võimalustega ArcEditor ja ArcInfo. Iga kõrgem tase sisaldab kõigi madalamate tasemete võimalusi.

Kõik ArcGIS for Desktop tooted (ArcView, ArcEditor ja ArcInfo) omavad ühiseid aplikaatsioone (nt ArcMap ja ArcCatalog), mis omakorda sisaldavad ristikasutatavaid tööaknaid (ArcToolbox, Python jt). ArcCatalog on kaardi- ja tabelandmete brauser, mis on vajalik töövahend geoandmete otsinguks ja nende (tehniliseks) kirjeldamiseks (näiteks uute geoandmebaaside, kaardikihtide, tabelite ja töövahendite koostamine) ning võimaldab teostada ka lihtsamaid päringuid, mitmeid vajalikke geotöötamise protseduure, metaandmete sisestamist/haldamist ja muid igapäevaseid GIS-ülesandeid.



Kaardiga seotud sisuliste protseduuride tegemine (nt leppemärkide omistamine, kihtidega töötamine ja nende toimetamine, geotöölused, kaartide vormistamine jms) toimub ArcMap apliikatsiooni töövahenditega.

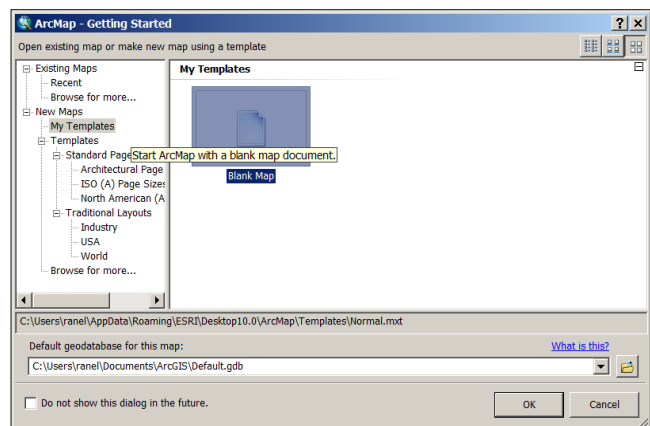


Detailsem informatsioon Esri toodete ja nende hankimise ning samuti ka täiendavate juhendmaterjalide kohta on kättesaadav nii AlphaGIS ettevõtte (<http://www.alphagis.ee/>) kui ka Esri ametlike veebilehete (<http://www.esri.com/>) kaudu.


Andmete lisamine ja kuvamine

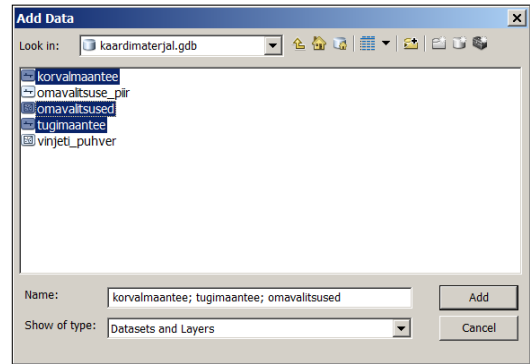
Alustame tööd kaardikihtide lisamisega tühja kaardidokumendi. Kuna soovime koostada temaatilist kaarti Hiiu- ja Saare maakonnast, saame siin edukalt rakendada Maa-ameti poolt pakutavaid ja kõigile tasuta kättesaadavaid valmiskujul haldus- ja asustusüksuste kihte. Haldus- ja asustusüksuste andmed pärinevad Maaregistrist ning on seotud Statistikaameti poolt kehtestatud Eesti haldus- ja asustusjaotuse klassifikaatoriga (EHAK). Andmete seis fikseeritakse vaikselt iga uue aasta alguse seisuga. Vastavate andmete kasutamisel tuleb viidata andmeallikana Maa-amet ja andmete seisu kuupäev (näiteks 08.06.2011).

- Avage ArcMap apliikatsioon *Start> Programs>ArcGIS>ArcMap 10* ning valige alustamiseks uus tühi kaardidokument (*Blank Map*).



Algselt tühja kaardiprojekti andmete lisamiseks tuleb ekraanil nähtavast menüüribast kasutada käsklust *Add Data*.

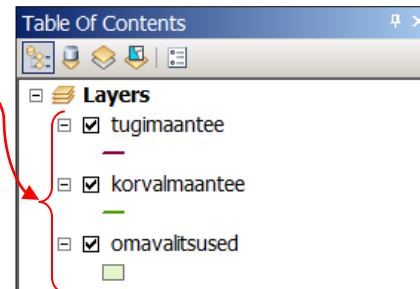
- Klikake nupule , mille tulemusena avaneb aken *Add Data*. Andmete lisamiseks otsige arvutist üles kaust **C:\Student\Kartograafia** ning avage seal asuvast geoandmebaasist **kaardimaterjal.gdb** topeltklõpsuga kaardikihid **omavalitsused**, **tugimaantee** ja **korvalmaantee**. Mitme kihi üheaegseks lisamiseks hoidke all arvuti „ctrl“ nuppu ning valiku kinnitamiseks vajutage nupule *Add*.



Kihtide loendisse (*Table of Contents*) üle toodud kihid tuleks paigutada selliselt, et kõigi kihtide objektid oleksid nähtavad. See tähendab, et omavalitsuste kiht tuleb paigutada teedekihtide alla.

- Paiguta kihid kõrval joonisel näidatud järjekorras:

Kihtide järjekorra muutmiseks klikki vastava kihi nimetuse kohale ning lohista kiht vasakut hiirenuppu all hoides mõne teise kihi suhtes kas ülesse või alla.



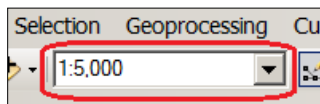
- Järgnevalt proovige kaardiaknas navigeerida. Selleks on mitmeid võimalusi. Esmalt valige *Tools* tööriistaribast *Pan* nupp ja vasakut hiirenuppu all hoides ja hiirt liigutades saate kaardipilti liigutada.



NB! Navigeerida saate ka hiire rullikut all hoides!

NB! Juhul, kui *Tools* tööriistu sisaldav rida ei ole mingil põhjusel ekraanil nähtav, saate selle avada läbi ArcMap peamenüü *Customize* rippmenüü *Toolbars* valikust.

- Suurendage kaardipilti vabalt valitud kohast käsklusega *Zoom In*. Proovige kasutada ka hiire rullikut. Rulliku väljapoole lükkamine vähendab kaardi mõõtkava, sisse rullimine aga suurendab kaardi mõõtkava. Jälgige väärtuste muutumist kaardidokumendi mõõtkava aknas.



- Vajutage *Tools* tööriistaribas nupule *Full Extent*.

Näeme, et kõiki kaardikihte kuvatakse seal olevate objektide geomeetria täisulatuses.

- Proovige ka teisi allpool näidatud kaardil navigeerimise võimalusi, mis avanevad *Tools* tööriistariba* kaudu:



* *Tools* tööriistariba nuppude 1-8 selgitused leiate järgmiselt lehel

- 1 – **Zoom In** – kaardiakna kuva interaktiivne suurendamine
- 2 – **Zoom Out** – kaardiakna kuva interaktiivne vähendamine
- 3 – **Pan** – kaardiaknas navigeerimine
- 4 – **Full Extent** – kõigi kaardiaknas olevate kihtide kuvamine täies ulatuses
- 5 – **Fixed Zoom In** – kaardiakna tsentripõhine suurendamine
- 6 – **Fixed Zoom Out** – kaardiakna tsentripõhine vähendamine
- 7 – **Go Back To Previous Extent** – kaardiakna eelneva vaate kuvamine
- 8 – **Go To Next Extent** – kaardiakna järgneva vaate kuvamine

- Salvestage kaardidokument kausta **C:\Student\Kartograafia** järgneval kujul **Nimi_Perekonnanimi_liiklusintensiivsus.mxd**

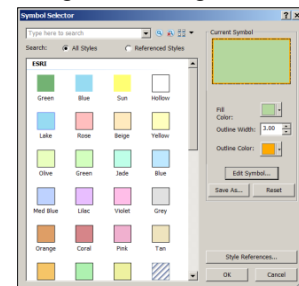
LISAÜLESANNE

- Leidke ja proovige kasutada ArcMap menüüribast Windows töövahendeid *Overview*, *Magnifier* ja *Viewer*.

Leppemärkide seadistamine ja andmete rühmitamine

Kaardi kujundamisel tuleb arvestada, et tulemus oleks loetav, esteetiline ning tooks kõige tähtsama informatsiooni (liikluse intensiivsus teelõikude alusel) paremini esile. Järgnevalt vaatlemegi kaardikihiga seotud visuaalsete parameetrite seadistamist.

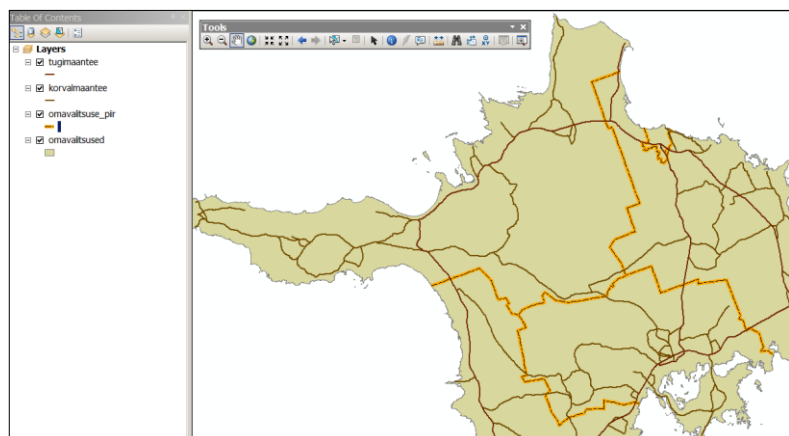
- Tehke kihtide loendis konkreetse kihi nimetuse (omavalitsus) all olevale kujundi kohal topelt-hiireklõps, mille tulemusena avaneb aken *Symbol Selector*. Seal on võimalik vastava kaardikihi objekti(de)le kirjeldada nii sobilikku täitevärv (*Fill Color*), äärejoone paksust (*Outline Width*) kui ka selle värv (*Outline Color*).



- Seadista kõikidele varem sisestatud kihtidele endale meelepärased värvitoonid.
- Suumige end kõigi kihtide koguulatusse (*Full Extent*) ja hinnake tulemust. Kas objektid on üksteisest piisavalt hästi eristuvad ja loetavad? Vajadusel tehke täiendavaid muudatusi leppemärkide toonide osas.

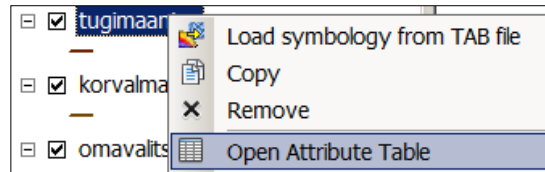
- Lisage kaardidokumendile juurde ka omavalitsusüksuste piire markeeriv kiht **omavalitsuse_piir**, kasutades selleks ka eelnevalt tutvustatud ja rakendatud **kaardimaterjal.gdb** geoandmebaasi.

- Paigutage Hiiumaa omavalitsuste piirikiht teede ja omavalitsuste pindobjektide kihi vahele ning tähistage see esmalt endale meelepärase leppemärgiga ja värviga.



Antud hetkel ei ole olulisim kaardiga edastatav sõnum just kõige selgemini esitatud. Erinevatel kihtidel on nähtavad küll maanteed nende üldise kuuluvuse alusel, kuid mitte neid läbivate sõidukite hulga intensiivsuse järgi. Selleks, et saaksime aga meile vajalikku infot visualiseerida, tuleb see esmalt sobival kujul kaardikihtidest üles leida.

- Avage kihti **tugimaantee** kirjeldav tunnuste tabel, minnes selleks nimetuse *tugimaantee* kohale ja tehes selle kohal parema hiireklikiga käskluse *Open Attribute Table*.



- Tutvu avatud tabeli sisuga.
- Korda sama tegevust kõrvalmaanteede kihi juures.

Tabeli sisu uurides näeme, et sobilik teave on koondatud „SAGEDUS“ nimelisse veergu. Kuivõrd teobjektide arv on suhteliselt suur, siis on kaardi ülevaatlikkuse huvides otstarbekas teelõike kirjeldavad objektid sagedusvahemike alusel rühmitada.

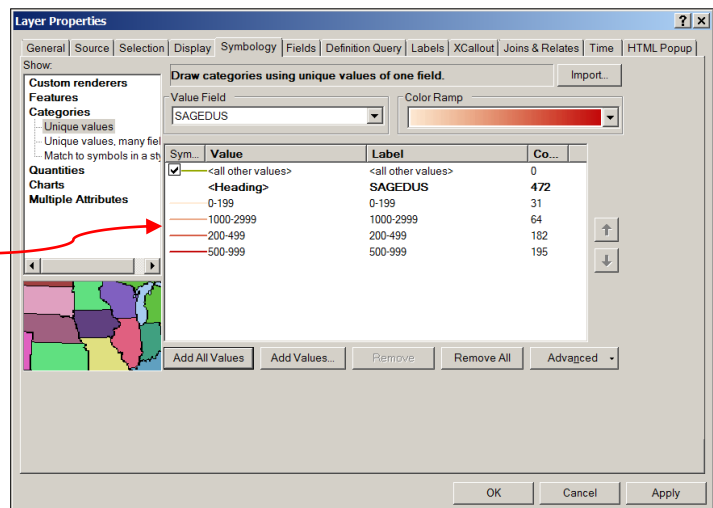
- Käivita tugimaanteede kihi parameetreid sisaldav aken *Layer Properties*, liikudes selleks kihtide loendis vastava kihi nimetuse kohale ja tehes sellel topelt-hiireklõpsu.

- Liigu *Layer Properties* aknas sektsiooni *Symbology*.

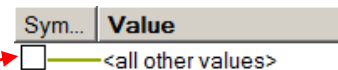
- Leidke avatud *Symbology* aknast rühmitamise valik *Categories>Unique values* ning määrake väärtuse veeruna (*Value Field*) vastavas rippmenüüs „SAGEDUS“.

- Klikake nupule *Add All Values*, mille tulemusena tuuakse välja järgnevad klassid.

- Muutke väärtuste kuvamise järjekorda sobilikumaks (0-199; 200-499; 500-999; 1000-2999), valides esmalt vastava väärtusvahemiku rea ning kasutades nihutamiseks paremal pool asuvaid nooli.



Sym.	Value	Label	Co...
<input checked="" type="checkbox"/>	<all other values>	<all other values>	0
	<Heading>	SAGEDUS	472
	0-199	0-199	31
	1000-2999	1000-2999	64
	200-499	200-499	182
	500-999	500-999	195

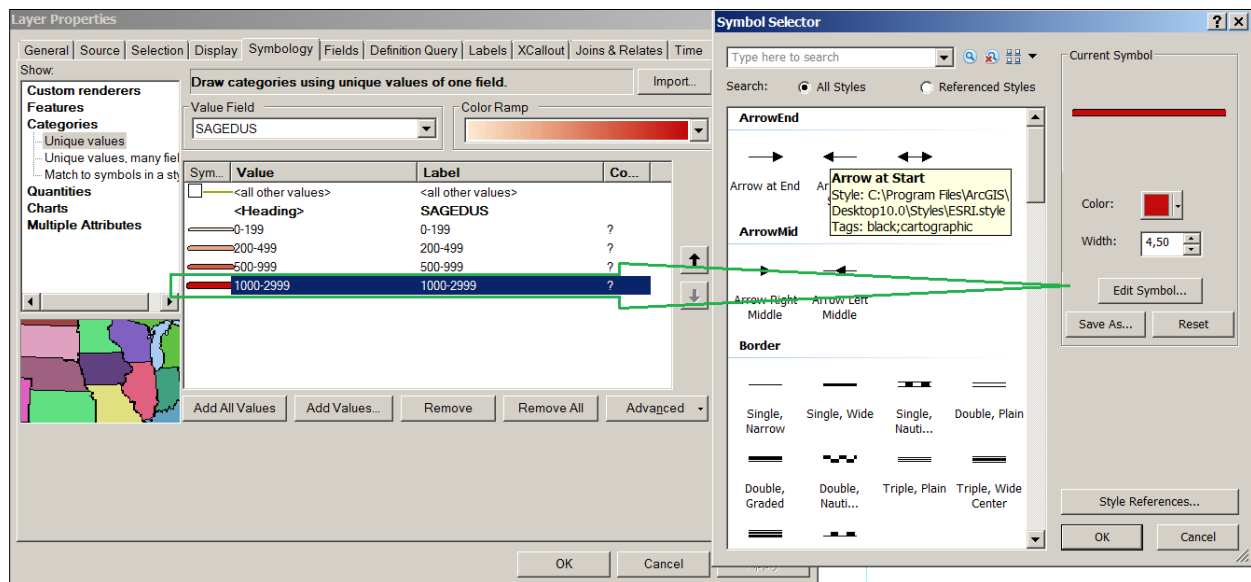
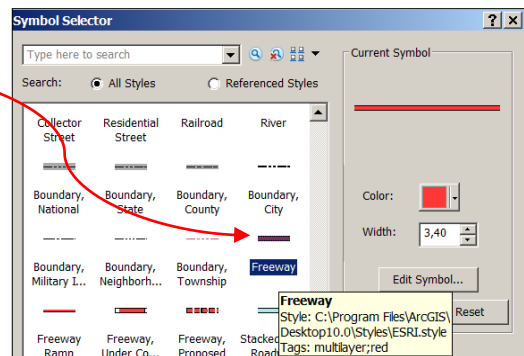


- Kuna kõik väärtused mahuvad 4 kategooriasse, siis eemaldage „linnuke“ väärtuste *<all other values>* lahtrist.

- Vajutage OK ja vaadake kaardivälja aknas toimunud muutusi.

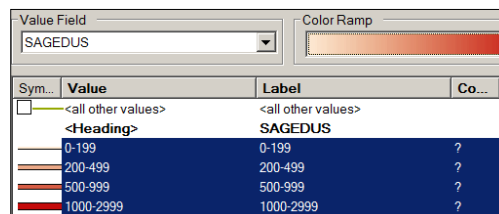
Rühmad on nüüdseks koostatud, ent sellele vaatamata ei saa lõpptulemust arusaadavuse osas pidada just kõige õnnestunumaks. Järgnevad tegevused on seotud leppemärkide parendamisega.

- Asendage senine tugimaanteid visualiseeriv leppemärk mitmest osast koosneva Esri standardse joonleppemärgiga *Freeway*.
- Muutke iga loendis oleva leppemärgi värvi väärtust selliselt, et tonaalsus muutuks heledamast (madalamad väärtused) tumedamaks (kõrgemad väärtused). Lisaks selleks võiksid suurema intensiivsusega teed olla ka jämedamad ehk visuaalselt paremini eristuvad. Selleks kasutage *Freeway* sümboli erinevaid laiusi (3.4; 5 jne). Laiust saate muuta läbi *Symbol Selector* parameetri *Width* abil.

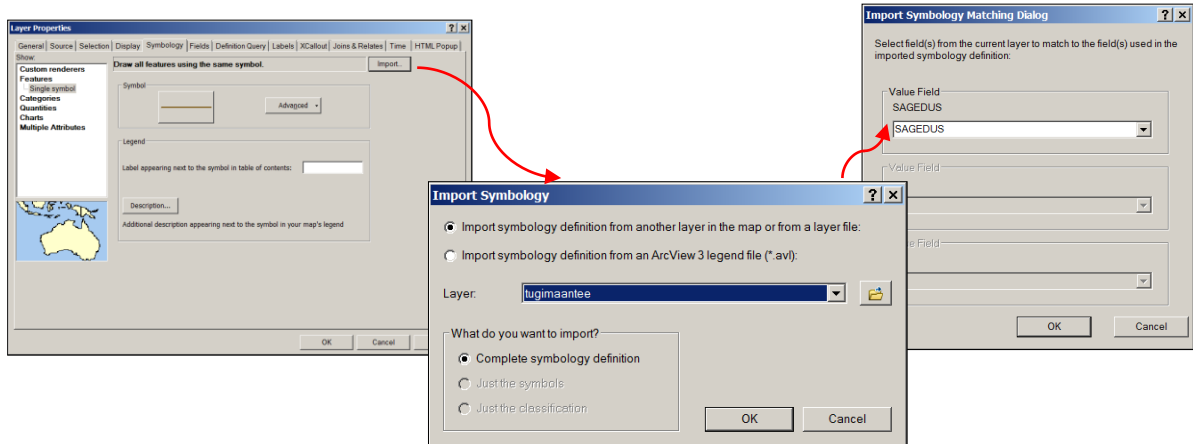


LISAÜLESANNE

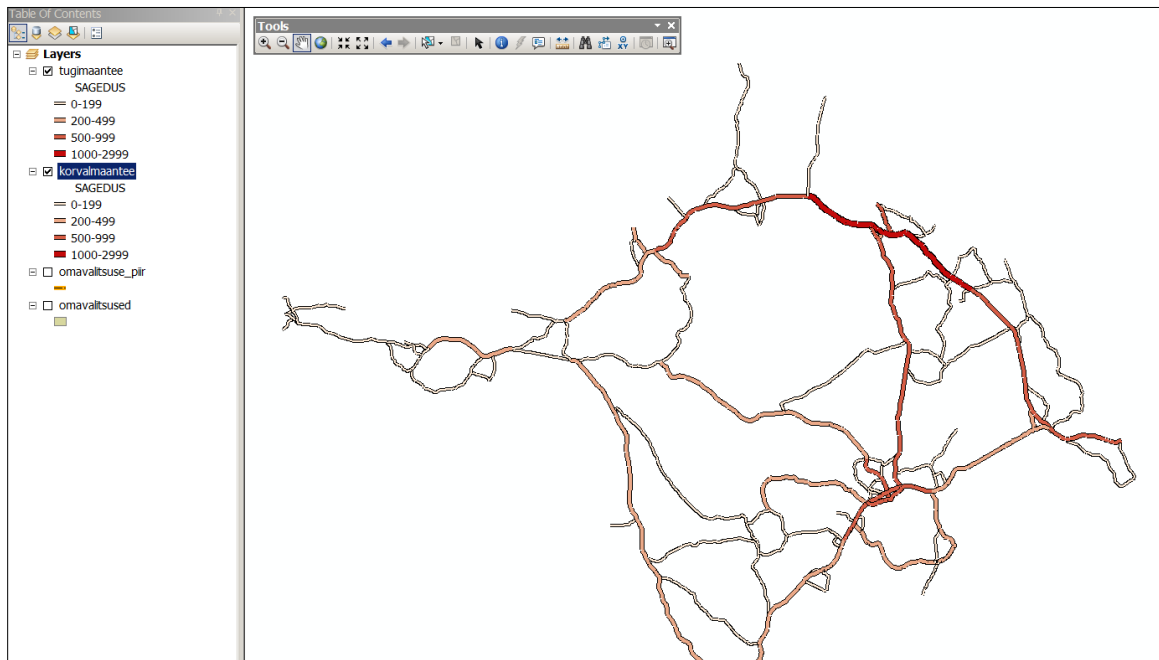
- Kasutage klasside leppemärkide värvi väärtuse määramisel alternatiivset lahendust, valides selleks loendist esmalt kõik väärtusklassid ning andes neile korraga sujuva tonaalsusega värvid läbi eeldefineeritud värvipassi (*color ramp*). Leppemärgi sisuline ülesehitus kihtide kaupa on mõistlik eelnevalt ära kirjeldada.



- Kasutades äsja omandatud teadmisi võiksime samalaadseid leppemärkide määramisega seonduvaid tegevusi rühmitamise abil rakendada ka kõrvalmaanteede kihi juures. Teades, et mõlemas kihis on sarnase sisuga info koondatud veergu „SAGEDUS“, siis on ka leppemärkide sarnase väljanägemise huvides mõtekam siin kasutada pigem automatiseeritud sümboloogia ülekandmist juba varem kujundatud tugimaanteede kihi alusel. Selleks liikuge kõrvalmaanteede kihi juures aknasse *Symbology* ja valige sealt *Import* nupu kaudu etalonkihiks *tugimaantee* ning ülekandmise väärtuse veeruks „SAGEDUS“:

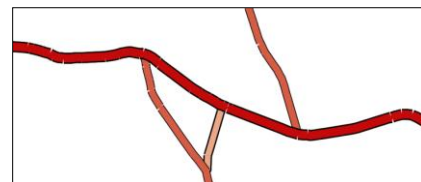


- Kinnitage oma otsused OK nupule vajutamistega ja veenduge, kas saadud tulemus on üldjoontes sarnane joonisel näidatuga:



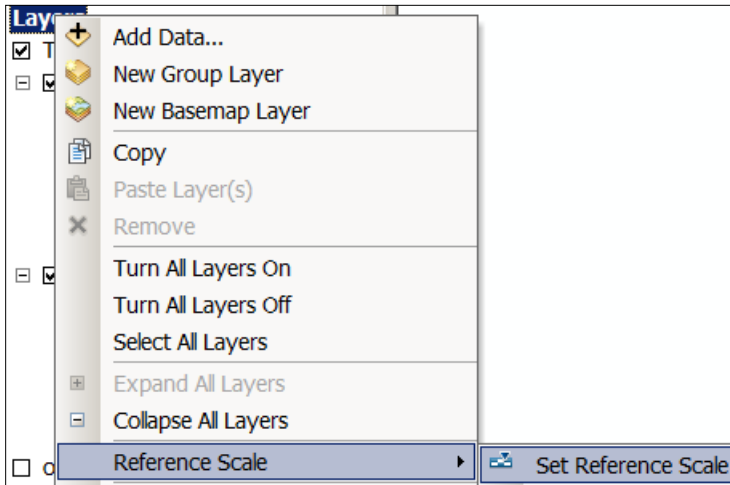
- Salvestage kaardi kujundamise vahetulemus (*File>Save*).

Ilmselt olete juba teede vaatlemisel täheldanud joonte sakilisust, mida põhjustab joonobjektide leppemärkide praegune ülesehitus ja asjaolu, et teed koosnevad eraldi osadest ning ei moodusta liiklusintensiivsuse info rühmitamisest hoolimata geomeetriliselt terviklikke objekte.

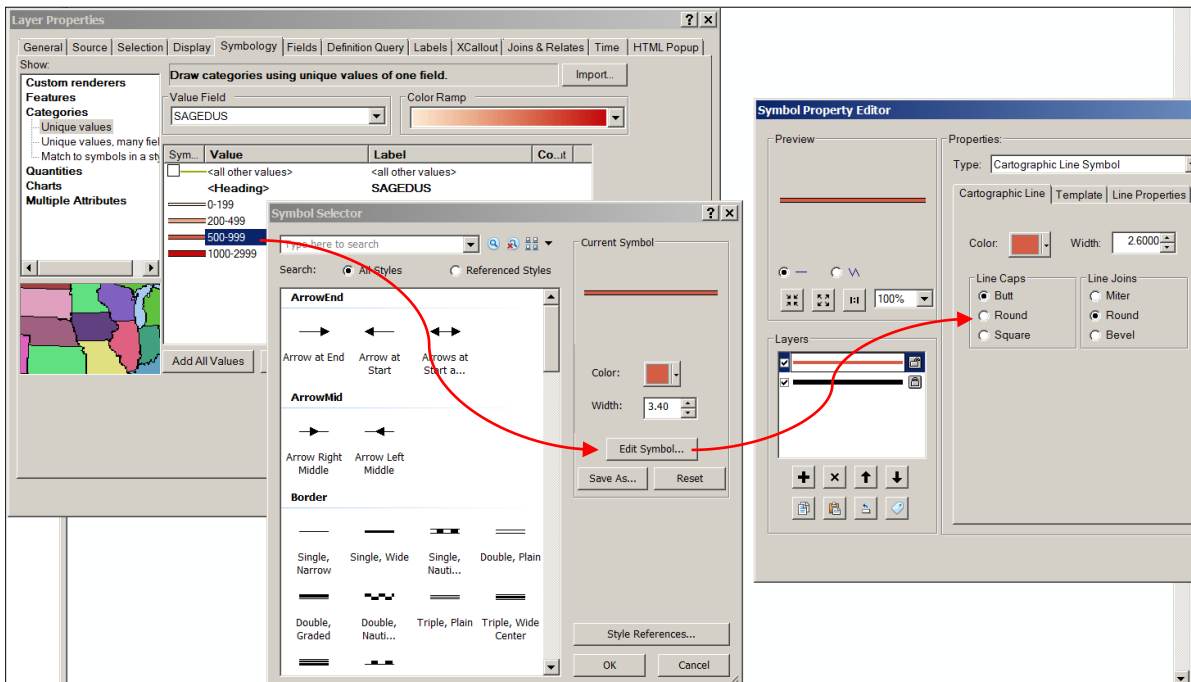


Taolisi anomaaliaid võib lahendada mitmel moel. Üks võimalus on mängida ringi leppemärkide kuvamist, aga kindlasti on abiks ka erinevad geotöötamise meetodid, mille kaudu saaksime samasse klassi kuuluvad teosed ühendada ühtseks objektiks ning vähendada seeläbi oluliselt ka samaseid situatsioone. Püüame vastava küsimuse lahendada siski selliselt, et ei koosta selleks täiendavaid abikihte, peitemaske jms.

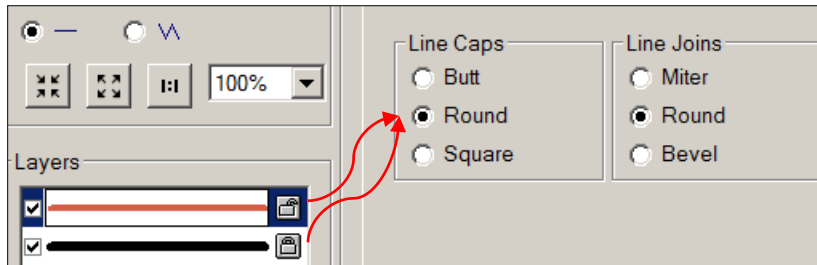
- Sakiliste servade paremaks vaatlemiseks lülitage sisse kihtide loendi päises kõiki kihte hõlmava andmefreimi (vaikimisi nimega *Layers*) referentskaala:



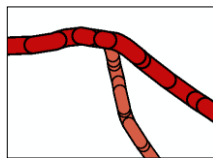
- Avage mistahes maanteede kihi sümboloogia vaatlemise aken (*Layer Properties>Symbology*).
- Klikake vastava kategooria väärtuse sümbolil ning vaadeldge sümbolit kirjeldavaid detailsemaid parameetreid läbi *Symbol Property Editor* akna:



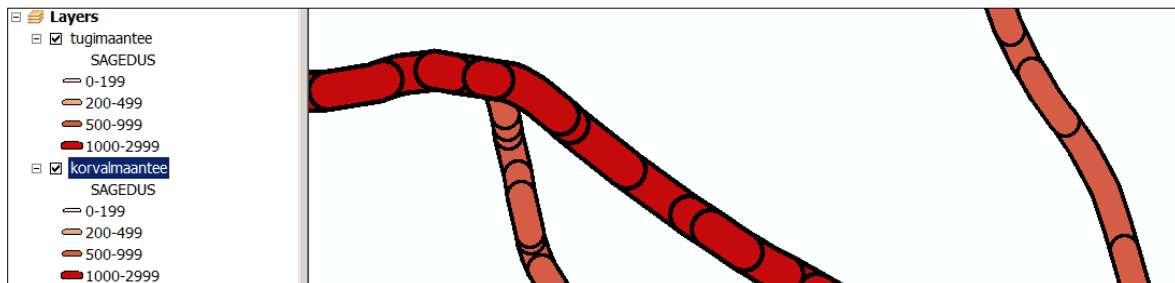
- Asendage kandilised joone üleminekud ümarama kujuga üleminekutega. Selleks peate iga sümboli sisemiste kihtide Line Gaps praeguse seadistuse (*Butt*) määrama ringi *Round* kujule. Sümboli sisemised kihid tähistavad erinevaid komponente ehk kahest osast koosneva sümboli puhul kirjeldab peamine osa täitevärvi (punane) ja alumine osa äärejoonevärvi (must). Line Gaps asendused on vajalik eraldi teha kõigi nelja rühma sümbolite eri kihtidele, mis hõlmab pealmist kui ka alumist osa sümbolist:



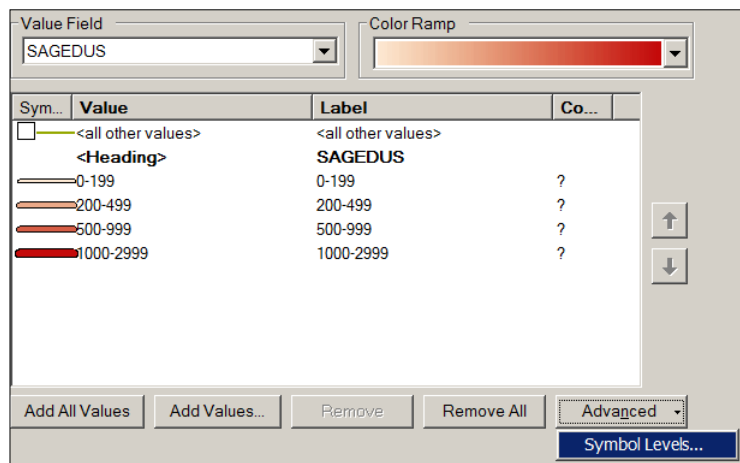
- Pärast nelja vastava rühma kirjeldavate leppemärkide parameetrite muutmist peaks joonte kujundus muutuma ekraanil sarnaseks allolevaga:



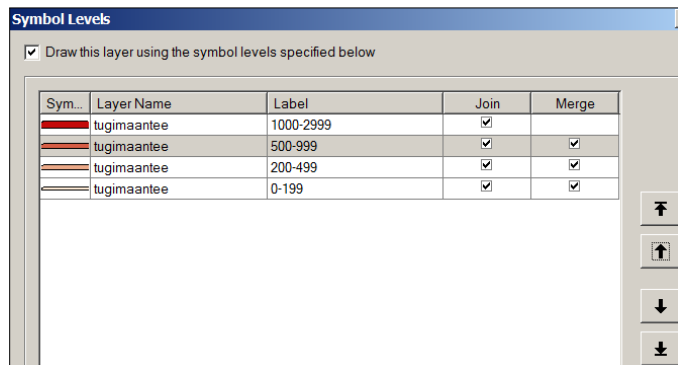
- Ärge laske enda praegusest ajutise iseloomuga kujundusest häirida ning kopeerige töö kiirendamiseks saadud visuaalne ka teisele teedekihi üle, kasutades selleks eelnevalt saadud kogemusi leppemärkide automaatselt importimisest.
- Veenduge, et mõlemal teedekihil on nüüd taaskord sarnase ülesehitusega kujundus.



- Sujuvate joonte kuvamiseks liikuge taaskord ühe teedekihi sümboloogia aknasse (*Layer Properties>Symbology*) ja leidke seal nupp *Advanced*, mille paremas servas olevast rippmenüüst klikates avaneb valik *Symbol Levels..*



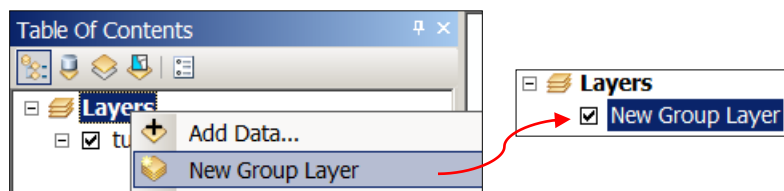
- Symbol Levels* aknas muutke rühmade prioriteetide järjekorda nuppudega liikudes selliselt, et intensiivsemad teelõigud oleksid järjestuse seisukohast olulisemad ning märkige linnukesega ära kõik *Merge* ja *Join* valikud:



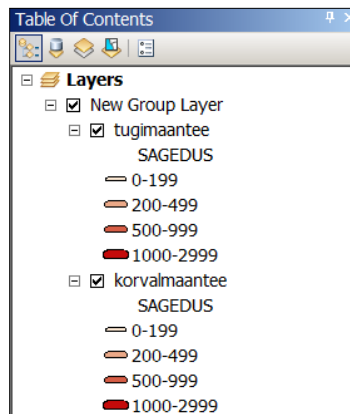
- Tehke samad toimingud läbi ka teise maanteede kihi juures, mille tulemusena on mõlemal kihil taaskord samane ülesehitus.

Kahe maanteede kaardikihi omavahelise sujuva ülemineku tarbeks koostame täiendava grupikihi, mille alla nihutame/tõstame mõlemad maanteede kihid.

- Nihutage mõlemad maanteede kihid grupikihti. Grupikihi saate tekitada selliselt, kus teete paremkliki kihte kirjeldava andmefreimi nimetuse (vaikimisi nimega *Layers*) kohale, mille tulemusena avaneb valik *New Group Layer*. Valige see ja veenduge, et vastav kiht lisatakse ka kihtide loendisse.



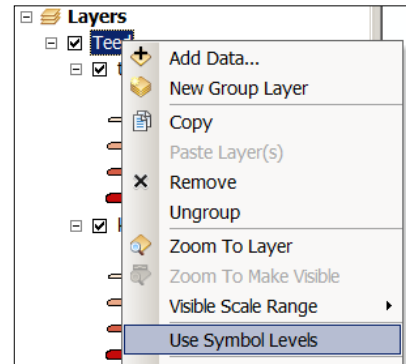
- Nihutage maanteede kihid äsja koostatud grupikihi alla:



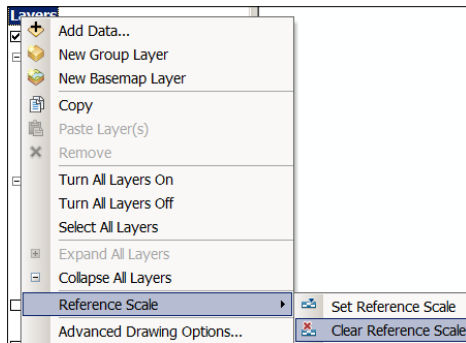
- Asendage kihtide loendis nimetus (*New Group Layer*) ümber sobivama nimega (nt *Teed*)

- Aktiveerige kahest kihist koosneva grupikihi nimetuse kohalt parema hiireklikiga tingimus *Use Symbol Levels*:

Selle tulemusena on mõlema kihi maanteede objektid visuaalselt „sulatatud“ ühtseks tervikuks.



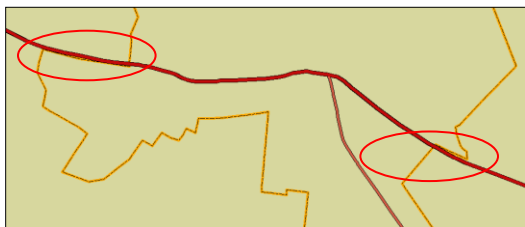
- Navigeerige kaarti erinevates mõõtkavavahemikes ja piirkondades, et näha eelnevalt tehtud toimingute vajalikkust ja sellega kaasnenud efekti.
- Lülitage referentsskaala kuvamine välja, kasutades selleks andmefreimi *Layers* paremkliki kaudu avanevat töövahendit *Clear Reference Scale*:



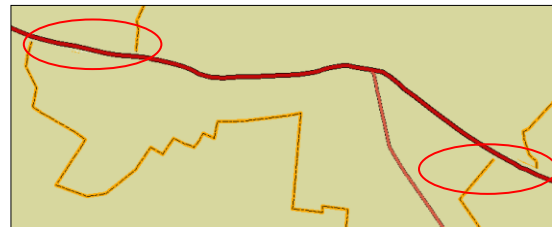
- Salvestage kaardidokumendi vahetulemus (*File>Save*).

LISAÜLESANNE

- Maanteede ja omavalitsuste piire sisaldavate kihtide omavahelise ülekatte tõttu tekkivate konkureerivate joonte ja „kartograafilise müra“ eemaldamiseks uurige visuaalsete abimaskide koostamist ArcInfo vahendiga *Feature Outline Mask* ja kasutamist andmefreimi *Advanced Drawing Options* alt avanevate valikute kaudu.



situatsioon enne...

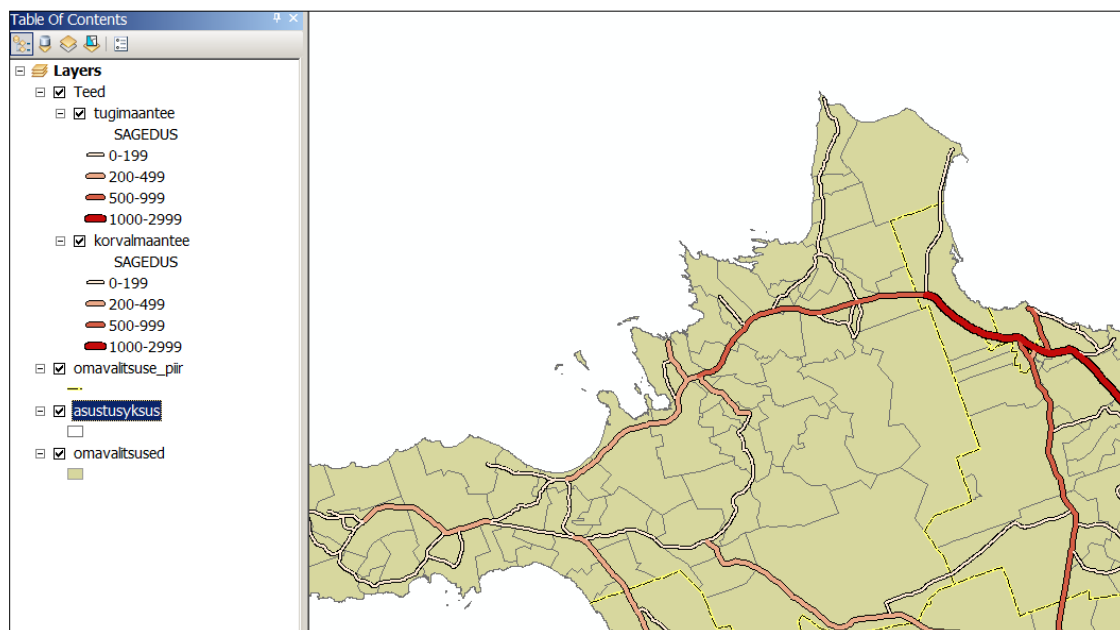


...ja pärast Feature Outline Mask-i ja Advanced Drawing Options kasutamist

Dünaamiliste kaardikirjade lisamine ja paigutamine

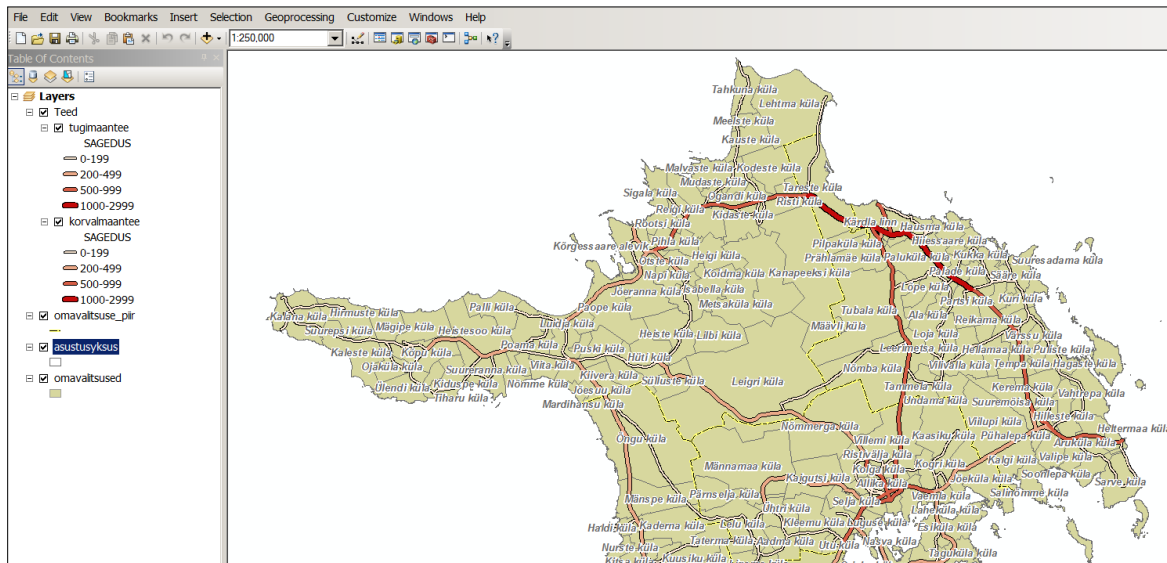
Kaardi parema loetavuse seisukohast on väga oluline ka kaardikirjade kasutamine. Sõltuvalt detailsuse astmest võiksid antud ülesande kontekstis olla nähtavad nii omavalitsuste kui ka linnade/külade nimed. Vastavate tegevuste tarbeks on rakendatav dünaamiliste kaarditekstide ehk märgiste (*labels*) kuvamine, kus tekstide sisu loetakse konkreetse kihi atribuudidabelist. Taoline automaatne märgiste kuvamise võimalus lihtsustab oluliselt kaartidega tegeleva spetsialisti tööd. Näiteks praegusel juhul, kus meil on erinevates kihtides palju erinevaid objekte koos sobivate tunnustega, ei ole vajalik igale külale ja alevikule eraldi käsitsi peale märkida, millise konkreetse paigaga tegemist on.

- Lisage täiendava andmestikuna juurde asustusüksusi sisaldav kaardikiht **asustusyksus**, kasutades selleks **C:\Student\Kartograafia** kaustas asuvat geoandmebaasi **kaardimaterjal.gdb**
- Paigutage äsja lisatud kiht sobivalt teiste kihtide suhtes ning jätke nähtavaks ainult äärejoon (täitevärvi ehk *Fill Color* määrake *Symbol Selector* aknas kujule *None*).

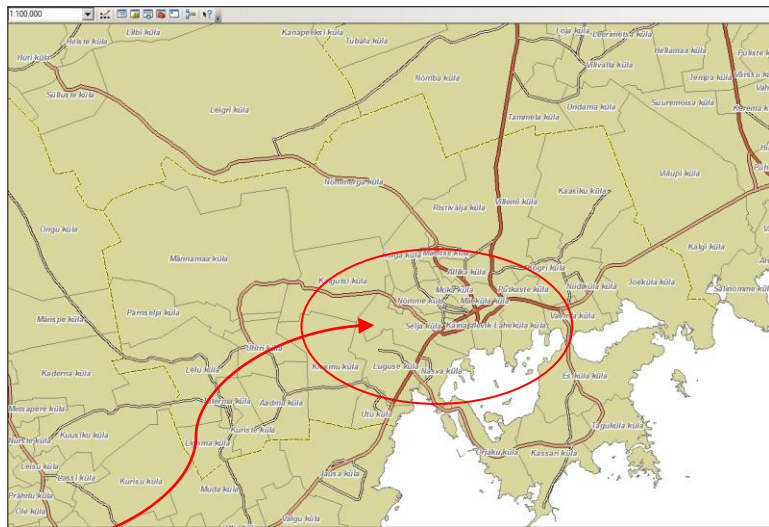


- Asustusüksuste nimede kaardile kuvamiseks tehke selle nimetuse kohal parem-hiireklõps, valige *Properties...* ning liikuge sealt alamlehele *Labels*.
- Märgise veerust (*Label Field*) valige veerg nimega „ANIMI”.
- Lülitage linnuke sisse tingimuslahtrisse *Label feature in this layer*.
- Määrake fondiks Arial, värviks hall, kirja suuruseks 8 ja näidake tekste rasvases kirjas ja kursiivis (***Bold***).
- Avage *Placement Properties* aken, et seadistada tekstide paigutust.

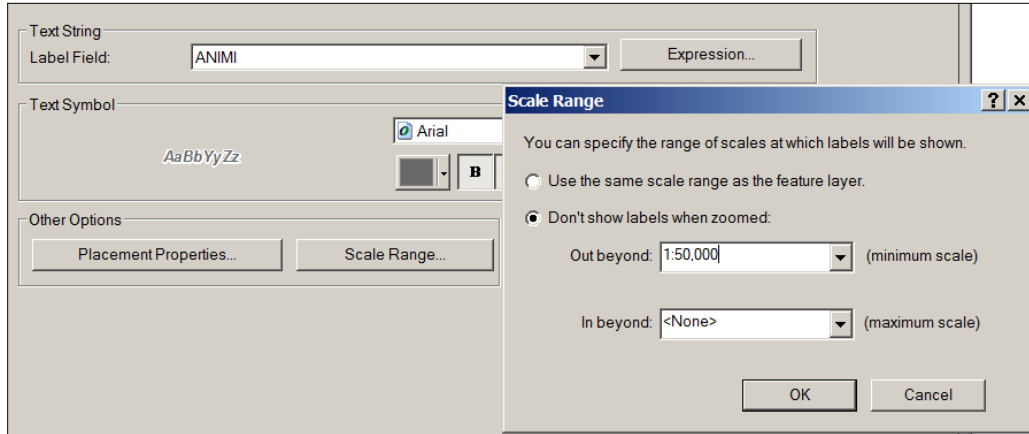
- Menüü *Placement* alt jälgi, et seadistused oleksid alljärgnevad:
 - *Polygon Settings: Always Horizontal*
 - *Duplicate Labels: Remove duplicate labels*
- Kinnistage seadistused nupuga OK.
- Hallikas toonis värvi tekstide paremaks loetavuseks vajutage sama kihi *Layer Properties>Labels* aknas nuppu *Symbol...* ja liikuge *Symbol Selector Properties>Editor>Mask>Halo* ning määrake taustaks sobiva värvi ja laiusega visuaalne halo.
- Vaadake ja hinnake saadud tulemust.



On ilmne, et külasid kirjeldavad tekste ei ole loetavust silmas pidades mõtet kuvada kõigis mõõtkavades. Isegi kui suumida kaardiaken vastavusse mõõtkavaga 1:100000, mis on tavapärase suurusega arvutiekraanil vaadeldes võrreldav Käina valla keskmise ulatusega, ei mahu dünaamiliselt paigutatavad tekstid koos teiste objektidega konkureerimata korralikult ekraanile ära. Samuti peame arvestama, et liikluse intensiivsust tähistavad teelõigud peavad samuti jääma selgesti ja lihtsasti loetavaks ning ülejäänud kaardi osa (sh. tekstid ja valla piirid) peab seda informatiivselt täiendama, kuid ei saa liialt domineerida.




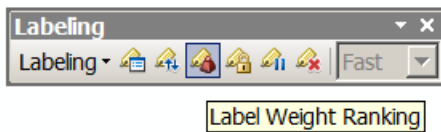
- Määrake asustusüksuste kihi kuvamist lubava mõõtkava vahemiku väärtuseks 1:50000, klikates selleks vastava kihi *Layer Properties>Labels* aknas olevale parameetrite nupule *Scale Range*:



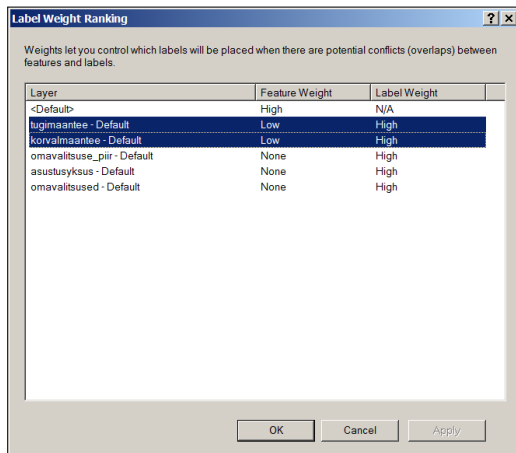
- Tuletades meelde eelnenut, lisage omavalitsuste nime näitavate kaardikirjade kuvamine ka omavalituste kihi objektidele. Olemuslikult tähtsamale nimetasemele on siin otstarbekas kaaluda mastaapsema suurusega fondi kasutust. Mõõtkava vahemiku kuvamise kitsendus jätkke määramata!
- Hinnake saadud tulemust ja vajadusel muutke märgise kuvamise parameetreid.

Vältimaks maanteeteede lõikude kohal kirjade kuvamist, määrake märgiste kuvamise kaalud selliselt, et maanteede kihtide prioriteet oleks ülejäänutest pisut kõrgem.

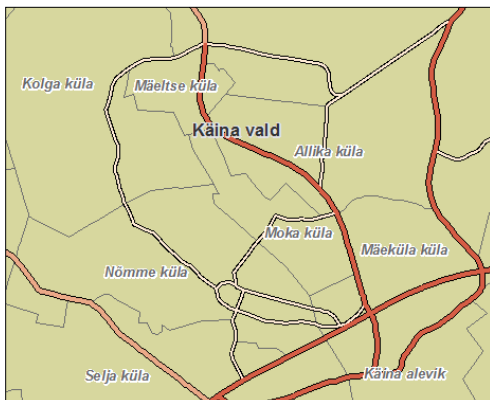
- Avage uus tööriistariba Labeling (*Customize>Toolbars>Labeling*) ning käivitage sealt ikoon  ehk funktsioon *Label Weight Ranking*



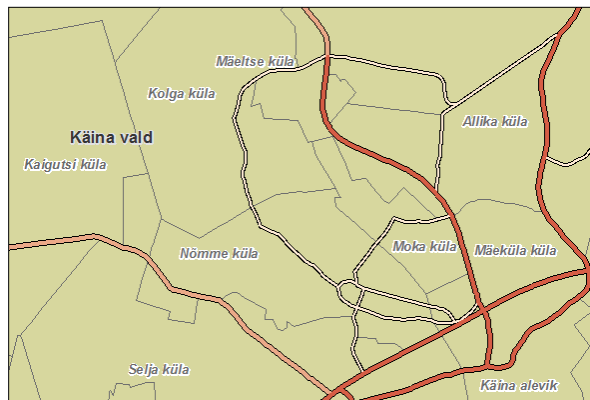
- *Label Weight Ranking* aknas määrake parameetrid järgneval moel:



- Kontrollige, kas parameetrite muudatustest oli kasu.

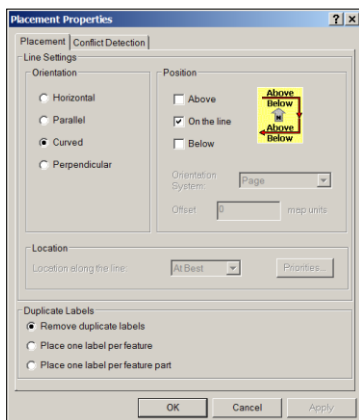


Situatsioon vaikimisi märgiste kaalude valikuid kasutades...



... ja pärast nende seadistamist Teie poolt

- Lisage märgised sarnaselt asustusüksustele ja omavalitsustele dünaamilised märgised ka tugimaantee kihi teenumbrite (80; 81; 82; 83; 84) kohta. Vastava veeruna valige „NUMBER“, kuvamist lubava mõõtkava vahemiku (scale range) alguseks määrake 1:200000 ning rakendage allolevaid paigutuse parameetreid:



- Salvestage kaardidokumendi vahetulemus (File>Save).

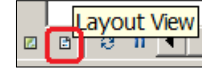
LISAÜLESANNE

- Uurige iseseisvalt **Esri Maplex for ArcGIS** pakutavaid lisavõimalusi dünaamiliste kaarditekstide veelgi täiustatumaks reeglitepõhiseks paigutamiseks.

Kaardielementide lisamine, nende disainimine ja visuaalne paigutamine

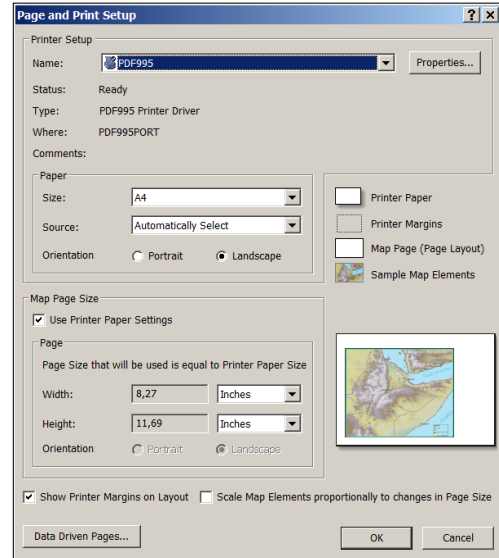
Ülesande lõpuosas keskendume kihtide sobiva kaardiväljundi disainile, mille käigus tutvume nii kaardielementide lisamisega kui ka nende sobiva paigutamisega.

- Vahetage kaardiakna kuvamise režiim kujundusvaatesse (*Layout View*). Vastav ikoon asub kaardiakna alumises vasakus nurgas. Alternatiivina võite kasutada ka ArcMap peamenüüst *View* avanevat samalaadset valikut (*Layout View*).

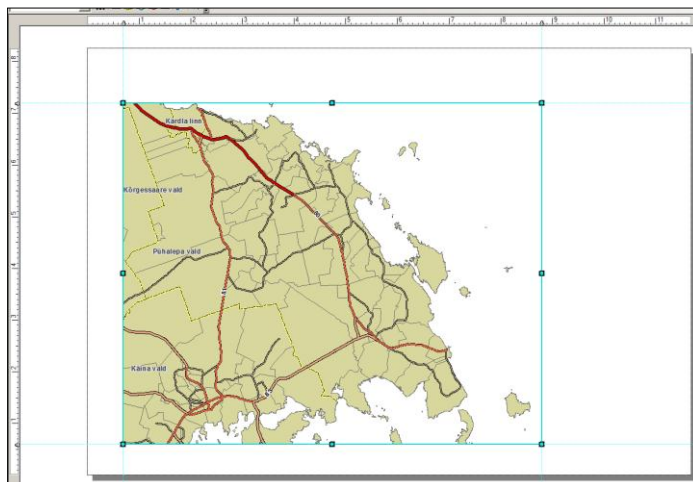


Kujundusvaates saate esmalt määrata väljundi formaati, mille mõõtude alusel hakatakse kaarti väljastama/trükkima. Lehekülje seadistust saate teostada vastava *Page and Print Setup* akna kaudu.

- Avage ArcMap *File* menüüst *Page and Print Setup...*
- Page and Print Setup* aknas jälgige, et leht oleks seadistatud selliselt, kus paigutus on *Landscape* ning formaat *A4*. **NB! Printeri nimetus ei pea tingimata olema PDF995.**
- Kinnitage valikud OK nupuga.



- Kohendage kaardivälja piirav raami ulatus sobivaks (analoogne arvutis piltide kitsamaks ja laiemaks venitamisega) ning jätke lehe ülemisele ja parempoolsele osale pisut vaba ruumi, et saaksite sinna hiljem lisada täiendavaid kaardi komponente. Mängige mõttes läbi visuaalse balansi ja kaaluga seotud aspektid, kuhu ja millisel moel paigutada erinevad komponendid (legend, mõõtkava, kaardivõrgud, selgitavad tekstid, pealkiri jt). Vajadusel kasutage paigutuse osas ekraani abijooni ja markeeringuid (*rulers*). Erinevate komponentide sobiliku asukoha määramisel võite lisavahendi(te)na tööprotsessi kaasata ka tavalise paberi ja pliatsi:



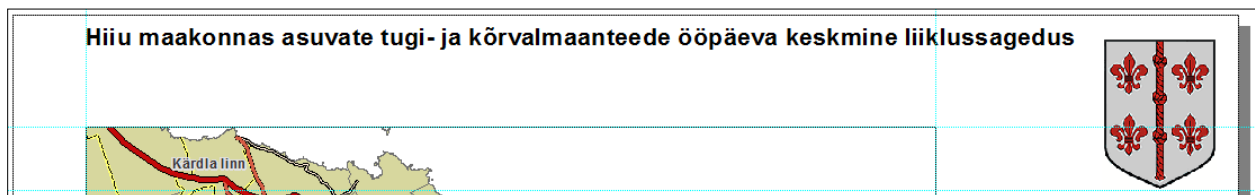
Alustame toiminguid pealkirja lisamisega.

- Aktiveerige ArcMap *Insert* menüüst *Title*.
- Kujundusaknasse ilmub *Insert Title* nimeline aken teksti sisestamiseks, kuhu saate kirjutada „Hiiu maakonnas asuvate tugi- ja kõrvalmaanteede ööpäeva keskmine liiklussagedus”.
- Paigutage pealkirja tekst sobivalt kaardi päisesse.

Kaardi täiustamiseks lisame juurde ka Hiiu maakonna vapi.

- Aktiveerige ArcMap *Insert* menüüst *Picture...*
Hiiu maakonna vapp (**Hiiu_vapp.gif**) asub kaustas **C:\Student\Kartograafia**.

- Vapi kaardile lisamiseks vajutage nupule OK.
- Kohendage vapi suurus sobivaks ja paigutage see näiteks kaardi parempoolsele osale, vajadusel kasutage kohendamisel abijooni.

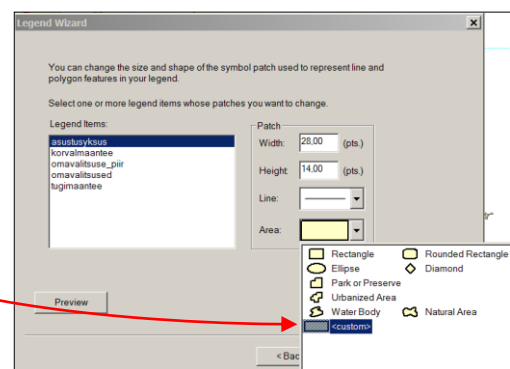


- Aktiveerige ArcMap *Insert* menüüst *Legend...*

Ekraanile ilmub aken *Legend Wizard*.

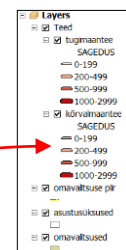
- Legend Wizard* aknas vajutage kuni legendi lisamise protseduuri lõpuni selle ja iga järgnevalt avaneva akna juures nuppu *Next*.

- Püüdke varieerida leppemärkide geomeetria tüüpide figuuridega, mitte vaikimisi pakutavaid ristkülikuid pindobjektide puhul ja horisontaalseid joonlõike teede näitamiseks:



- Legendi seadistused lõpetage nupule *Finish* vajutamisega. Paigutage legend sobivalt.

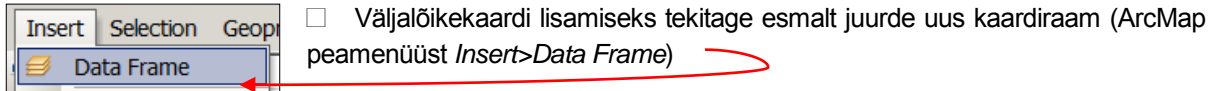
- Hinnake saadud tulemust. Sobivama nimekuju saamiseks asendage näiteks *Layer Properties* kaudu iga kihi vastavaid vaikimisi nimetusi. See muudab kirjeldused automaatselt ringi ka legendiaknas!



- Mõõtkava lisamiseks aktiveerige ArcMap *Insert* menüüst *Scale Bar...*

Ekraanile ilmub aken *Scale Bar Selector*

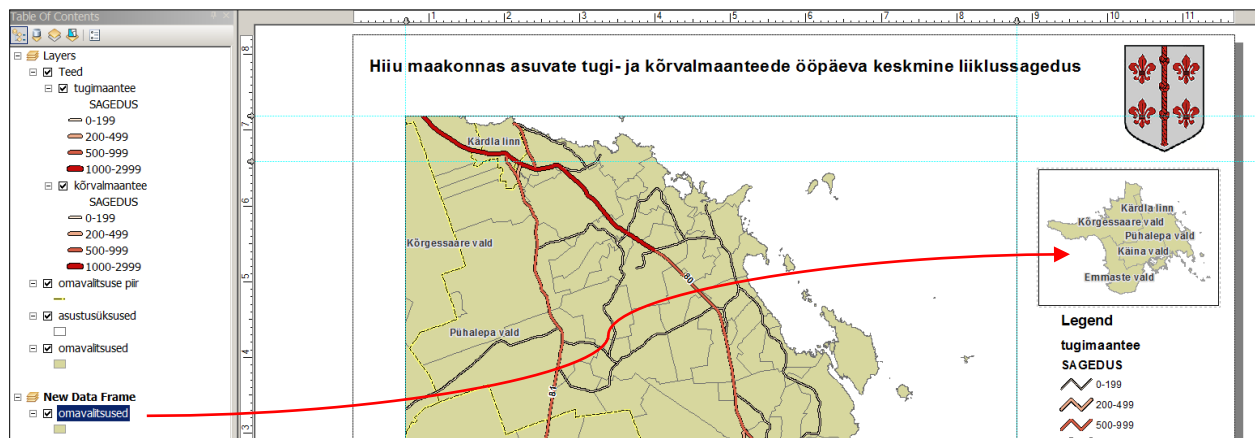
- Valige mõõtkava esituste loendist välja kõige esimene (*Scale Line 1*) joonmõõtkava ja kinnitage valik OK nupuga.
- Muutke vastavalt enda äranägemisele joonmõõtkava mõõtmeid (arvutihiire abiga nurkadest venitamine) ning asendage ingliskeelne sõna *Kilometers* lühendiga km. Katsetage erinevate parameetritega, mis on kättesaadavad mõõtkavaga seotud *Scale Line Properties* akendes.



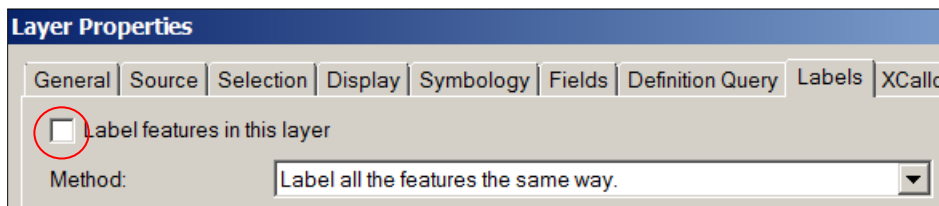
Kujundusvaatesse ja kihtide loendisse ilmub tühi raam, mis algself ei sisalda ühtegi kihti.

- Haarake kinni Hiiumaa omavalitsuste kihist ja lohistage see uude kaardiraami.

Kujundusvaates on nüüd nähtav analoogne situatsioon:

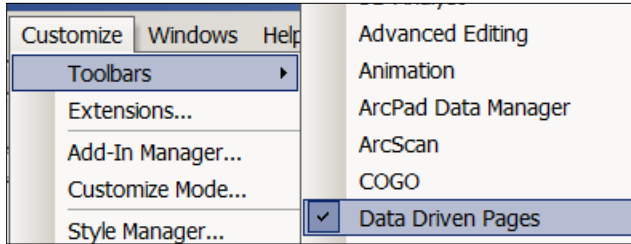


- Lülitage dunaamilised märgised Hiiumaa üldvaadet kirjeldavast raamist välja. Selleks liikuge *New Data Frame* alla lisatud kihi *omavalitsused* omaduste juurde ning lülitage sealt märgiste kuvamist lubav „linnuke“ välja:

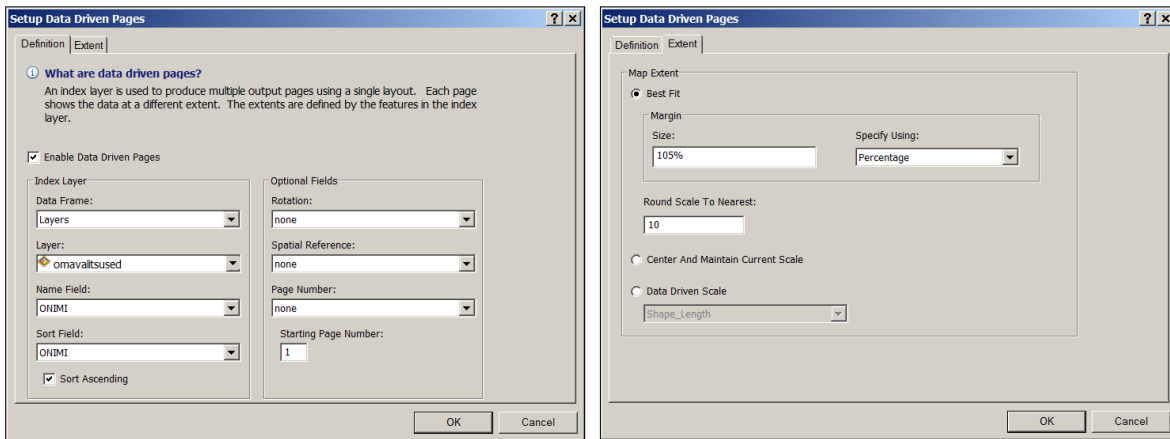


Viiest omavalitsusest ehk viiest lehest koosneva kaardiraamatu ja andmete sisust tuletatud kujundusvaadete tekitamiseks ja nende väljalõikekaardil kuvamiseks koostame järgnevalt andmete sisul põhinevad vaated.

- Käivitage tööriistariba *Data Driven Pages*:



- Määrake avanenud aknas järgnevad parameetrid:

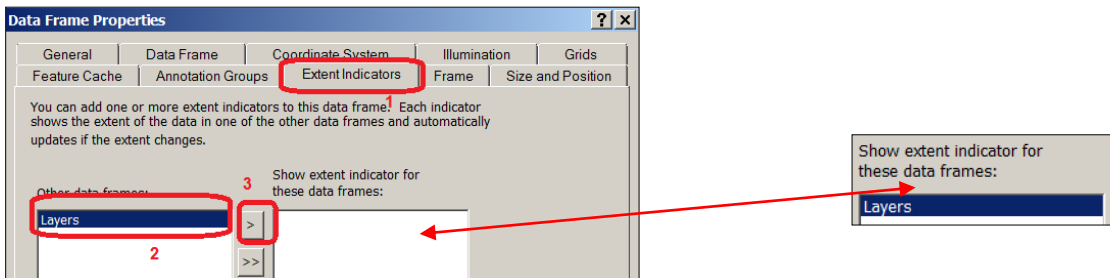


- Uurige ekraanile ilmunud *Data Driven Pages* akent ja liikuge nooltega ühelt nimelt teisele.



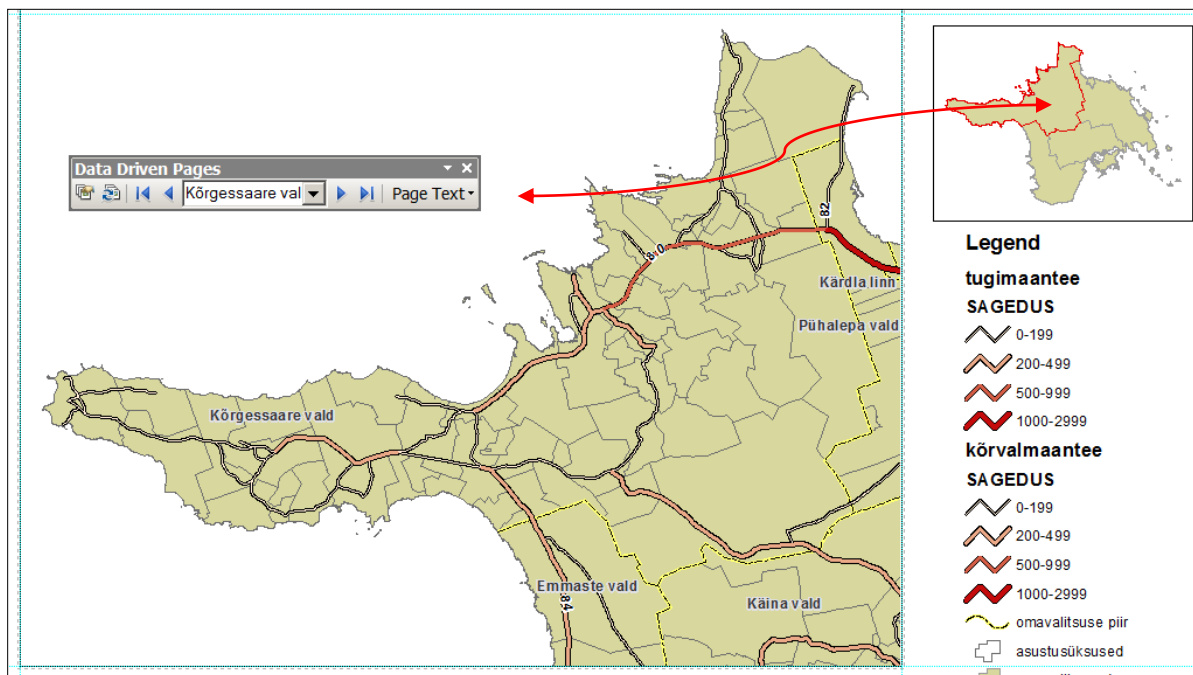
Selleks, et meil oleks võimalik näidata Hiiumaa üldkaardil väiksemat, ainult vastavat omavalitsust hõlmavat ala, peaksime selle tingimuse äsja koostatud kaardiraamis ette näitama.

- Tehke kihtide loendis topeltklakk *New Data Frame* nimetuse kohal, mille tulemusena avaneb aken *Data Frame Properties* ning mille juures kasutage järgnevat tegevuste järjekorda:



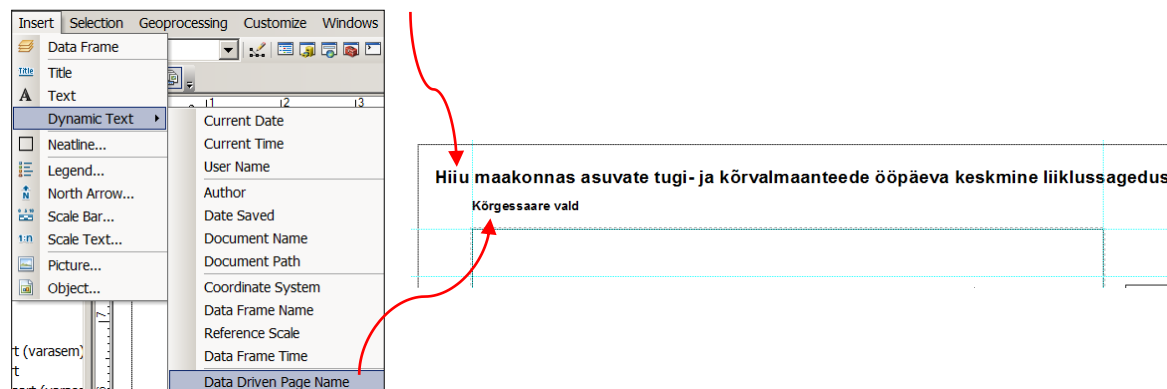
- Määrake markerimiseks sobilik joonestiil (*Frame...*) ja kinnitage valik nupuga OK.

Tulemusena kuvatakse edaspidi Hiiumaa üldkaardil just seda piirkonda, mis on kirjeldatud *Data Driven Pages* aknas ehk siis ühte või teist ala näidatakse täpselt valla haldusala geograafilise ulatuse alusel:



Selleks, et kaardiraamatus oleks iga vald tähistatud vastava nimega, lisame juurde ka dünaamilise kaarditeksti, mille sisu sõltub otseselt andmetest tuletatud vaate (*Data Driven Pages*) kirjeldusest.

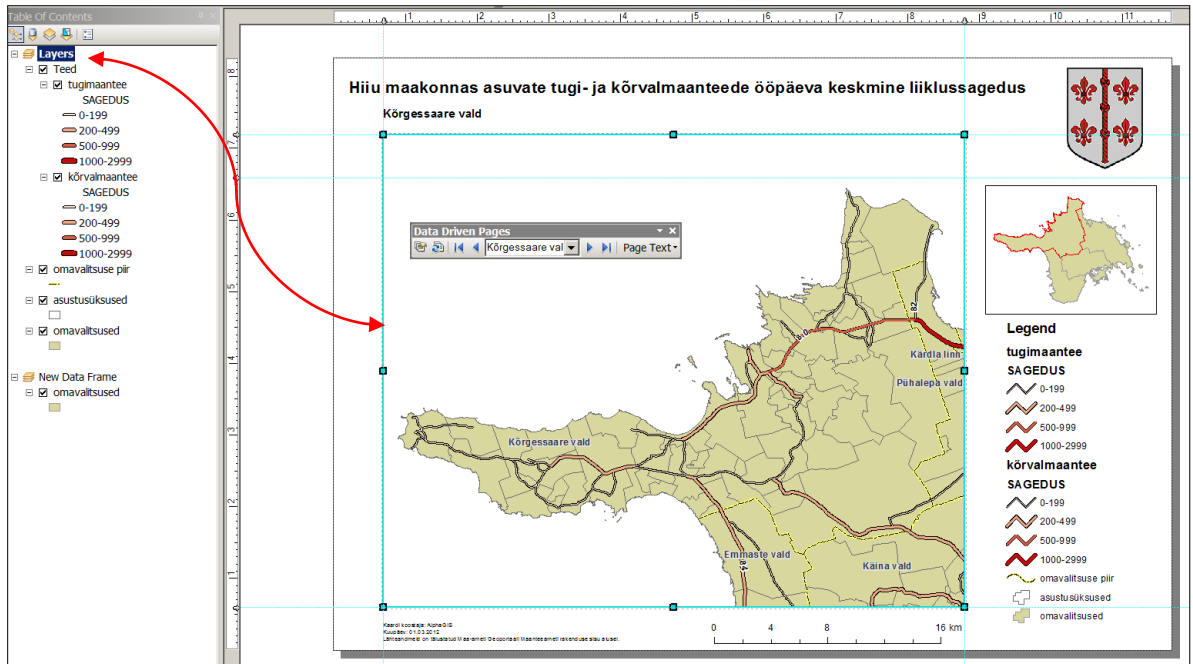
- Andmetest tuletatud vaate dünaamilise teksti lisamiseks kasutage *Insert>Dynamic Text>Data Driven Page Name*. Paigutage tekst suure pealkirja alla:



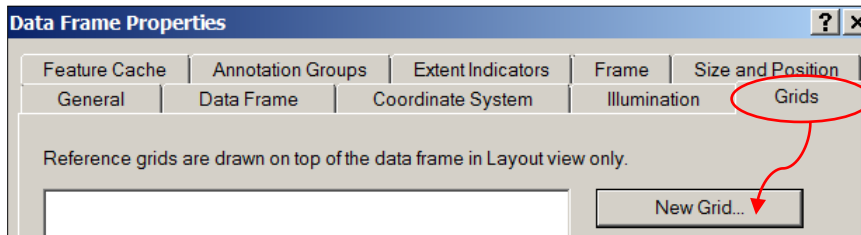
- Lisage kaardile juurde metaandmed (kaardi koostaja nimi, asutuse/õppeasutuse nimi, kuupäev jne), kasutades selleks töövahendit *Insert>Text*.

Viimaste tegevustena lisame detailsele kaardile juurde L-Est'97 koordinaatide väärtusi kirjeldava võrgustiku ning tekitame esi- ja tagaplaani efekti maismaa ja mereala vahel.

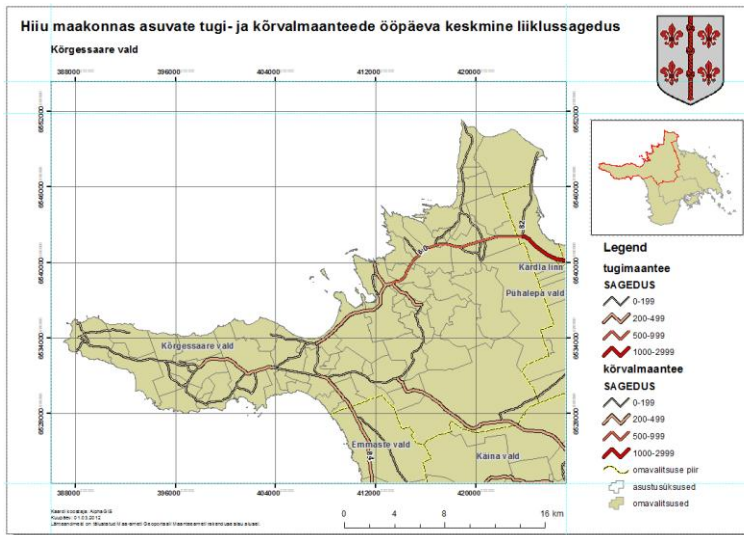
- Valige kujundusvaates välja Hiiumaa detailsemat kaarti hõlmav raam, mille tulemusena selekteeritakse automaatselt ka kihtide loendis *Layers* nimeline andmefreim.



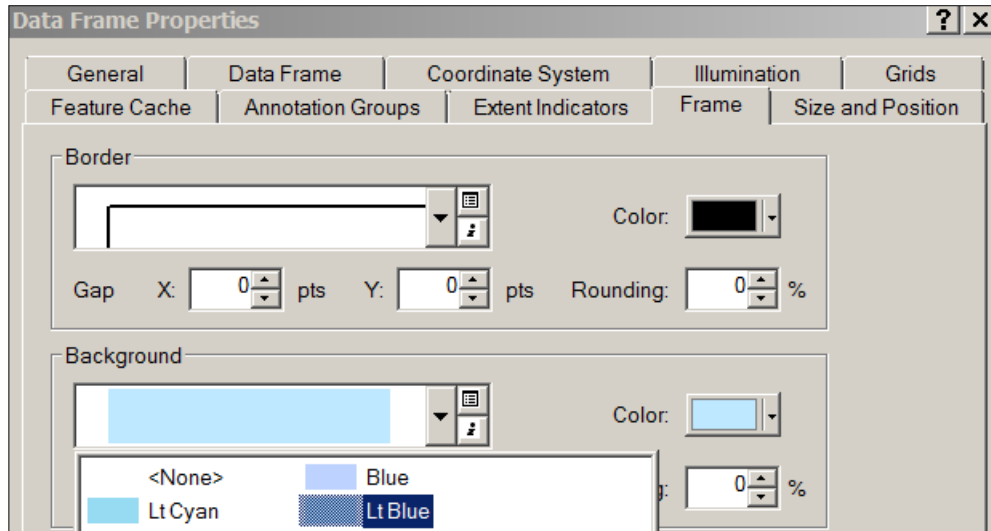
- Käivitage *Layers* nime kohalt *Data Frame Properties* ja liikuge seal aknasse *Grids*. Uue võrgustiku genereerimiseks aktiveerige käsklus *New Grid...*



- Järgmises aknas valige *Measured Grid: divides map into grid of map units* ja liikuge sealt kuni lõpuni edasi käsuga *Next*.



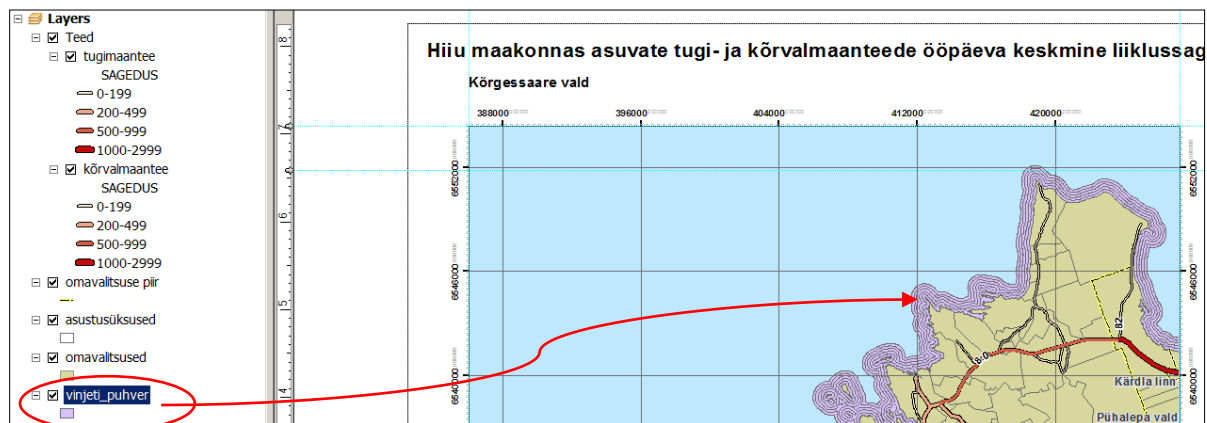
- Paigutage kaardi elemendid selliselt, et kogu info oleks selgesti eristatav ja loetav. Vajadusel kitsendage pisut detailkaardi raami ulatust.
- Muutke mereala ehk taustvärv praegusest valgest sinakamaks, kasutades selleks taaskord *Layers* nime kohalt avatavat *Data Frame Properties* akna sisemist sektsiooni *Frame* ning selle alamosa *Background*.



- Hinnake vahepeal tehtud tegevuste tulemusi ning salvestage ka vahetulemus (*File>Save*).

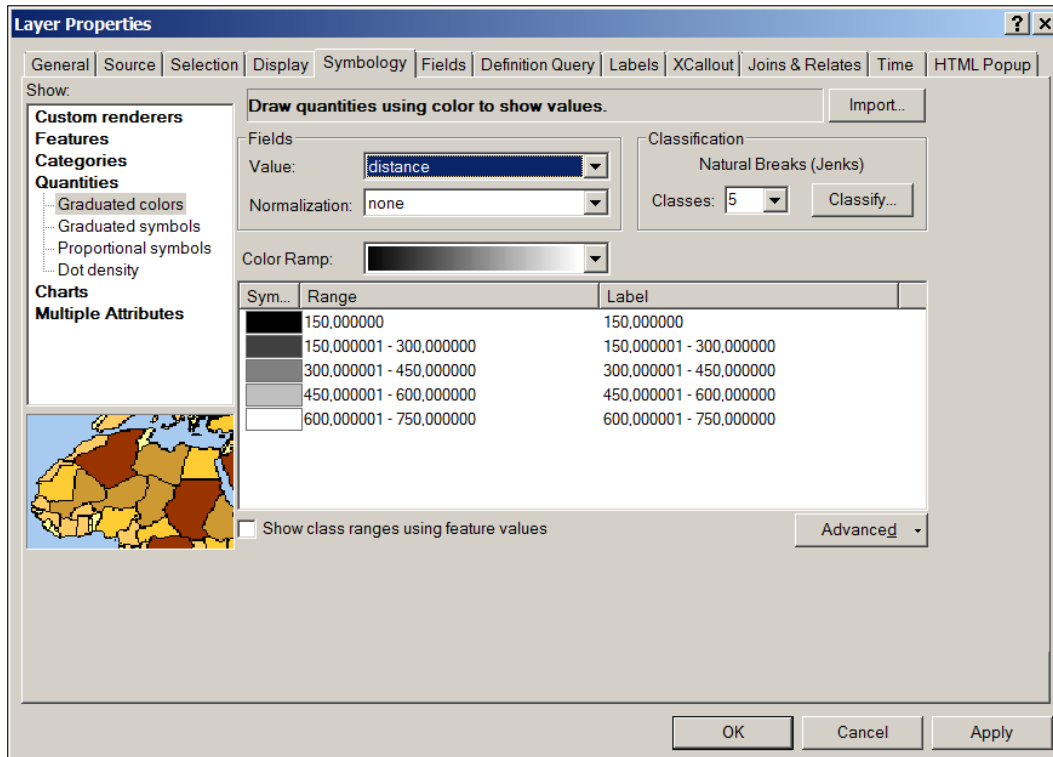
Viimase sammuna enne kaardiraamatu eksportimist PDF formaati tekitame esi- ja tagaplaani efekti maismaa ja mereala vahel, koloreerides selleks sujuva värvide üleminekuga vinjeti.

- Lisage *Layers* andmefreimi kaardimaterjalile **kaardimaterjal.gdb** geoandmebaasist juurde kiht **vinjeti_puhver** ja paigutage see üldjärjestuses kõige alla:

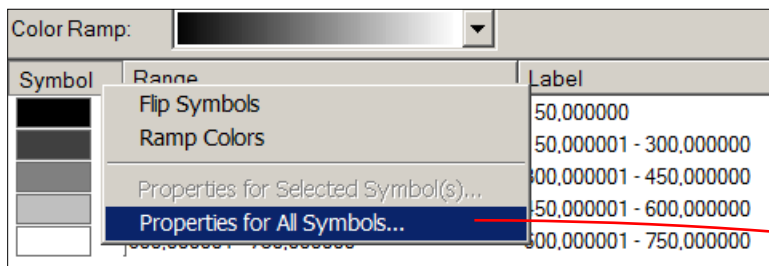


- Avage vinjetti iseloomustav atribuutide tabel ja uurige veergu „distance“. Valides ühe või teise distantsi rea atribuuditabelis, markeeritakse see ka kaardiaknas. Iga distants tähistab meetrites määratud ulatust Hiiuma maakonna väliskontuurist ehk rannajoonest.

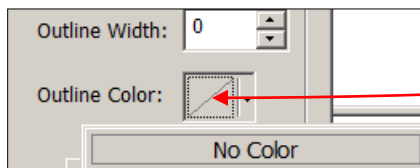
- Avage vinjeti puhvri kihi omaduste aken (*Layer Properties*), liikuge seal sümboloogia valikute juurde (*Symbology*) ja leidke jaotuste loendist *Quantities*.
- *Quantities* sektsioonis valige väärtuse veeru kirjeldamiseks rippmenüüst „distance“, muu osa jätke muutmata:



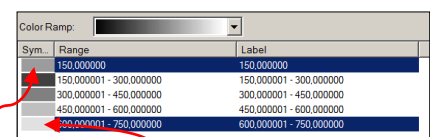
- Liikuge *Symbol* akna päisesse ja määrake sealt parema kliki kaudu tingimus *Properties for All Symbols...*



- Avanenud aknas märkige äärejoone laiuks (*Outline Width*) 0 ja selle värviks (*Outline Color*) *No Color*.



- Liikuge sümboli loendis esimese, 150 meetrit tähistava väärtuste grupi kohale ja klikake vastaval sümbolil *Fill Color* väärtuseks Gray 40%, korrake analoogset tegevust kõige viimase (500-750) rühma juures, andes sellele väärtuseks Gray 10%.

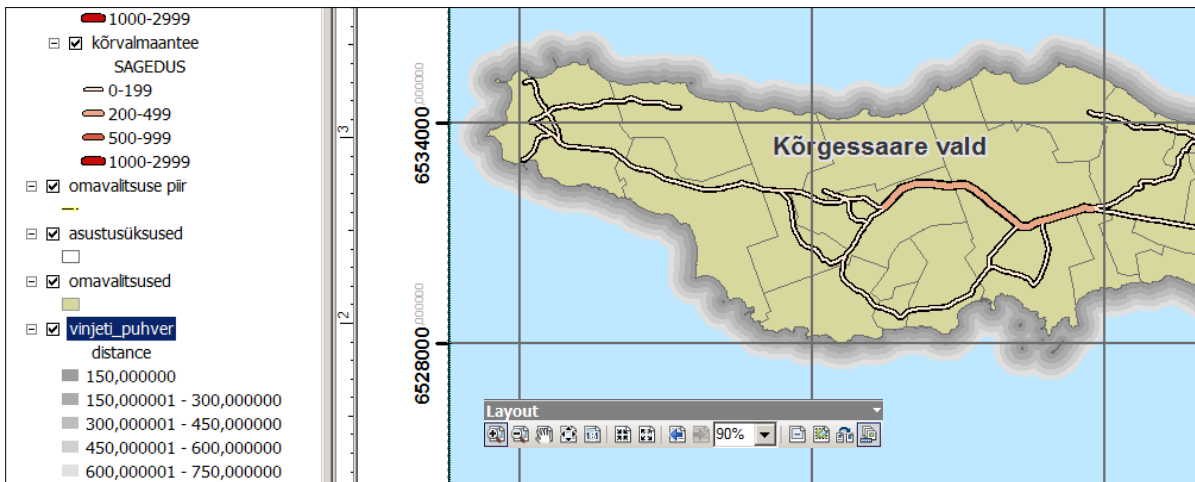


- Liikuge uuesti *Symbol* akna päisesse, veenduge et ükski rühm (rida) ei oleks sinaka tooniga markeeritud ja määrake sealt parema klikiga tingimus *Ramp Colors*

Symbol	Range	Label
	150,000000	150,000000
	150,000001 - 300,000000	150,000001 - 300,000000
	300,000001 - 450,000000	300,000001 - 450,000000
	450,000001 - 600,000000	450,000001 - 600,000000
	600,000001 - 750,000000	600,000001 - 750,000000

Symbol	Range	Label
	150,000000	150,000000
	150,000001 - 300,000000	150,000001 - 300,000000
	300,000001 - 450,000000	300,000001 - 450,000000
	450,000001 - 600,000000	450,000001 - 600,000000
	600,000001 - 750,000000	600,000001 - 750,000000

- Vaadake saadud tulemust kaardil.
NB! Kui kasutate kujundusvaadet, siis seal suumimiseks rakendage kindlasti *Layout* tööriistariba navigeerimise valikuid!

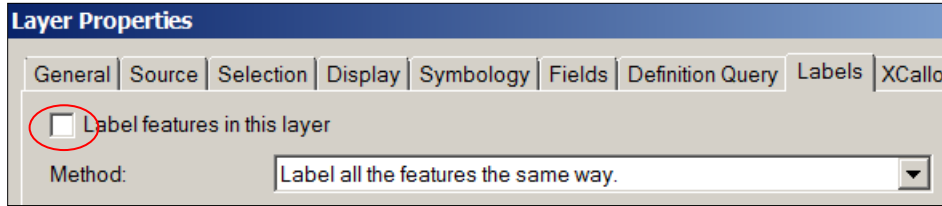


- Vähendamaks vinjeti intensiivsust, muutke vastav kiht osaliselt läbipaistvaks, kasutades selleks *Layer Properties* all oleva sektsiooni *Display* vahendit *Transparent*.

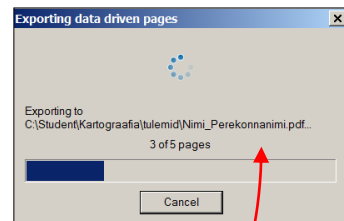
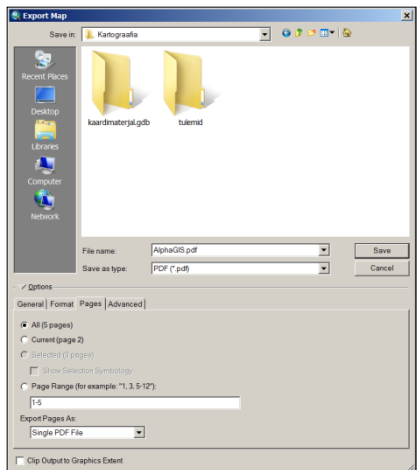
Scale symbols when a reference scale is set
Transparent: %

Enne kaardiraamatu eksportimist PDF formaati kontrollige veel tähelepanelikult üle, kas kaart võiks olla üldjoontes teistele jagamiseks sobilik. Kasutage *Data Driven Pages* nuppe ja vaadake üle kõigi omavalitsuste lehed (Käina vald, Emmaste vald jne). Vajadusel lülitage mõni kiht välja (asustusüksused) või täiendage leppemärkide loendit (nt eemaldage *Legend Properties* kaudu sealt vinjeti kihiga lisandunud info):

- Mõõtkava erinevate ulatuste tõttu eemaldage märgiste kuvamise tingimus tugimaanteede kihi juures:



- Salvestage kujundatud kaardidokument PDF formaati, mida on hiljem võimalik Teil endal kui ka teistel sirvida vabavaralise Adobe Reader tarkvaraga. Selleks aktiveerige ArcMap *File* menüüst *Export Map...* Ekraanile ilmub aken *Export Map*.
- *Export Map* juures täida parameetrid järgnevalt:
 - *Save in:* C:\Student\Kartograafia
 - *File name:* Nimi_Perekonnanimi
 - *Save as type:* PDF (*.pdf)
 - *Pages:* All (5 pages)
 - *Advanced / Layers and Attributes:* Export PDF Layers and Feature Attributes



- Kinnita otsus nupule *Save* vajutamisega ja oodake, kuni salvestamine on lõppenud.
- Avage arvutis Adobe Reader tarkvara ning vaadake salvestatud tulemust.
- Proovige Adobe Reader tarkvaraga kihte eraldi sisse/välja lülitada ja vaadata ekraanil koordinaatide väärtusi.
- Salvestage veelkord kaardidokumendi tööseis ja sulgege ArcMap.

NB! AlphaGIS-i poolt koostatud mxd formaadis kaardidokumendi ja PDF faili saate enda töö tulemusega võrdlemiseks ja kontrollimiseks vaadata kartograafia materjalide kausta lisatud alamkaustast **tulemid**.

Harjutus 3. Kaardi visuaalne analüüs II

Eeldusel, et olete edukalt läbinud harjutuse 2, pöörduge tagasi harjutuse 1 vastavate tabelite juurde ning täiendage seal olevaid märkuste lahtreid, kasutades selleks harjutuses 2 saadud teadmisi ja praktilisi oskusi. Vajadusel lugege juurde käesoleva õppematerjali teoreetilise sisuga peatükke või kasutatud kirjanduse loendis välja toodud publikatsioone.

Lisa 2. Näidisandmed (digitaalsel kujul)

