Katastri ja Eesti Topograafia Andmekogu sidumine

CVP kood 72221000-0, hanke viitenumber 227503

Analüüsi B osa: Ruumireeglite ja POC kirjeldus

Juuli, 2021.a.

Euroopa Liit
Euroopa
Regionaalarengu Fond

Eesti
tuleviku heaks

SISUKORD

Mõisted ja lühendid ... 3
1. KÜ-d avaliku veekogu kaldal (AKK) ruumireeglid ja POC ... 5
1.1. Eeltegevused ruumiandmete reeglite loomiseks ... 5
1.1.1. Valimi koostamine ja lähteandmete tootmine ... 7
1.1.2. Üldised põhimõtted ... 9
1.1.3. Automaatkontrollide väljatöötamine ... 10
1.1.4. Reeglite kohta PoC mudelite loomine. ... 12
1.2. Ruumireeglid ja POC maatüki piiride muutmiseks ... 13
1.2.1. Reegel 1: Piiride pikendamine ... 13
1.2.2. Reegel 2: Piiride paigutamine naabritest võrdsele kaugusele. ... 16
1.2.3. Reegel 3: Piiri proportsionaalne säilitamine kaldajoonele ... 19
1.2.4. Reegel 4: Kombineeritud lähenemine ... 21
1.2.5. Muud meetodid ... 24
1.3. Visuaalsed näited, mis esitavad piiride muutumise ulatust ... 25
1.3.1. POC positiivseid näiteid ruumireeglite rakendamisest ... 25
1.3.2. POC probleemolukorrad ruumireeglite rakendamisel ... 29
1.3.2.1. Terviklik näide erinevatest ruumireeglite rakendamise iseärasustest ... 29
1.3.2.2. Reegel 1 näide (piiride pikendamine) ... 31
1.3.2.3. Reegel 2 näide (lähim naaber) ... 35
1.3.2.4. Reegel 3 näide (kalda säilitamine) ... 36
1.3.2.5. Reegel 4 näide (kombineeritud) ... 37
2. KÜ-d mitteavaliku veekogu kaldal (MKK) ruumireeglid ja POC ... 38
2.1. Valimi koostamine ja lähteandmete tootmine ... 38
2.2. Ruumireeglite rakendamine MKK objektidele ... 40
2.3. Automaatkontrollid ja andmetöötlus ... 45
3. KÜ-d teede ääres ruumireeglid ja POC ... 46
3.1. Andmete ette valmistamine ... 46
3.2. POC läbi viimine teemaa serva arvutamiseks ETAK tee telgjoonest ... 47
LISA 1. Piiride sirgjoonelise pikendamise reeglistik ... 50
LISA 2. Piiride paigutamine võrdsetele kaugustele naabritest reeglistik ... 54
LISA 3. Piiride proportsionaalne säilitamine kaldajoonele reeglistik ... 58
LISA 4. POC andmebaasi tabelite kirjeldused (AKK) ... 61

LISA 5. MKK andmekvaliteedi probleemid 68
LISA 6. Ruumireeglite täpsustused MKK korral 73

Mõisted ja lühendid

AKK	Katastriüksus avaliku veekogu kaldal
Avalikud veekogud	Veekogud, mis on avalikud veeseaduse mõttes ja mille nimekiri on toodud veeseaduse § 23.
Delaunay triangulatsioon	Punktihulga **P** triangulatsioon pinnal nii, et moodustuvate kolmnurkade sees ei ole ühtegi punkti ning kolmnurkade tipud ühtivad kasutatud punktidega (kasutatud ruumireegli nr 3 loomisel).
ETAK	Eesti Topograafia Andmekogu on riikliku tähtsusega andmekogu, mille pidamise kord on sätestatud vabariigi valitsuse määrusega. ETAK eesmärk on üldist tähtsust omavate topograafiliste nähtuste andmete hõive, nende andmete alusel kaartide koostamine ja säilitamine ning kättesaadavuse tagamine.
Kaldakinnisasi, KK	Antud analüüsi kontekstis „katastriüksus veekogu kaldal“
Kataster, maakataster	Riiklik register, mille pidamine on reguleeritud maakatastriseadusega. Maakataster on riigi põhiregister, mille pidamise eesmärk on kinnisasja piiri ja ruumilist ulatust, maa väärtust, maa looduslikku seisundit ja maa kasutamist kajastava informatsiooni registreerimine katastris ning informatsiooni kvaliteedi, säilimise ja avalikkusele kättesaadavuse tagamine.
Katastriüksus, KÜ	Maakatastri põhielement – maatükk, mille piirid määravad kinnisasja ruumilise ulatuse.
Kombineeritud lähenemine	Ruumireegel KÜ piiride muutmiseks (reegel 4), mille sisuks on ruumireeglite kombineerimine (analüüsil kombineeriti reegleid 1 ja 2). Detailselt lahti kirjeldatud dokumendis.
Loogiline viga	Andmeviga, mis sisaldab endas sisulisi vastuolusid (tehniliselt on andmed korras, aga on loogilisi vasturääkivusi).
Lähim naaber	Ruumireegel KÜ piiride muutmiseks (reegel 2), mille sisuks on piiride paigutamine naabritest võrdsetele kaugustele Voronoi diagrammi abil. Detailselt lahti kirjeldatud dokumendis.
Maastikuobjekt	Looduses tuvastatav topograafiline nähtus, mida kaardistatakse ETAK põhimõtetest lähtuvalt (veekogud, kraavid, alad, teed jmt).
Piiride pikendamine	Ruumireegel KÜ piiride muutmiseks (reegel 1), mille sisuks on piiride pikendamine. Detailselt lahti kirjeldatud dokumendis.
Piiriprotokoll	Dokument, milles on kirjeldatud piiri kulgemine looduses (koostab maamõõtja kooskõlastatult maaomanikega).
POC	Tehniliselt läbi katsetatud näide ruumireegli rakendamise kohta, mis näitab selle teostatavust katastri ja ETAK andmete pealt (i.k. *Proof of Concept*).
Polügoon	Geograafias levinud termin pindobjektide kohta (matemaatikas „hulknurk“).
Ruumireegel (kasutatud ka „reegel“)	Reeglistik ja kaasnevad algoritmid, kuidas katastriüksuse piire muuta ETAK maastikuobjektide muudatuste alusel.
Snäppimine	Nähtuste asukohaline seostamine, kus nende ruumiobjektide koordinaadid peavad ühtima vähemalt ühes punktis.
Topoloogiline viga	Tehniline andmeviga, mis tuleneb ebakorrektsest ruumikuju kirjeldamisest

Triangulatsioon, TIN	Ruumireegel KÜ piiride muutmiseks (reegel 3), mille sisuks on kaldajoone proportsiooni omavaheline säilitamine KÜ-de vahel kasutades triangulatsiooni. Detailselt lahti kirjeldatud dokumendis.
Voronoi diagramm (kasutatud ka „Voronoi“)	Meetod, mis tähendab pinna jagamist osadeks seal asuvate punktide omavahelise kauguse arvestamise kaudu (kasutatud ruumireeglite nr 2 ja 4 loomisel).

1. KÜ-d avaliku veekogu kaldal (AKK) ruumireeglid ja POC

Ärianalüüsi esimeses osas selgus (vt ärianalüüsi osa A, p.3.1), et need katastriüksused (KÜ), mille piir kulgeb avaliku veekogu kaldal (AKK), tuleb siduda ETAKi poolt toodetud kaldajoonega.

Enamik AKK andmestikust on katastris juba läbi piiri kirjelduste kaldajoonega seotud. Samas selleks, et andmete automaatset sidumist saaks rakendada on vajalik, et kõikide AKK piirid oleks vastavalt kirjeldatud ja läbi viia toimingud, et vastav info oleks katastri andmete juurest kättesaadav.

Isegi kui katastris on KÜ piiriandmed kirjeldatud avaliku veekogu kaldajooneni, tuleb arvestada, et need andmed on seotud katastriüksuse moodustamise aegse kaldajoonega. Kaldajoone muutudes ja ETAK uuel kaardistustel on KÜ piirid katastris jäänud samaks ja vajavad ajakohastamist. Muudatused ETAKi andmestikus peavad tulevikus tooma kaasa automaatsed muudatused katastri piiriandmetes selleks, et katastri andmestik vastaks looduslikule olukorrale.

1.1. Eeltegevused ruumiandmete reeglite loomiseks

AKK piiriprotokollid on Maa-amet läbi töötanud ja loonud kogutud andmete pinnalt eraldi kaardikihi (vt Joonis 1).

Joonis 1. Kaldakinnisasjade ulatus Eestis

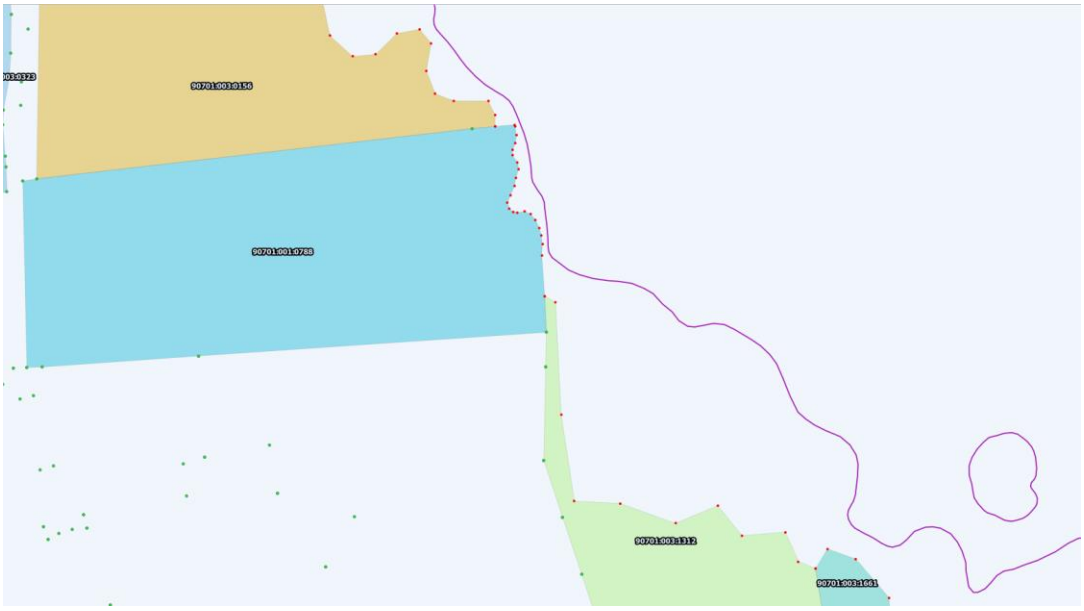
Veebruar 2021 seisuga on avaliku veekogu kaldal olevaid KÜ-sid 15 013. Nendest 13 267 katastriüksusel on piiriprotokollis piir kirjeldatud avaliku veekogu kaldajoonega (märge JAH). 1 425 katastriüksusel sellist seost andmetest järeldada ei saa (loodud kaardikihil on nendel üksustel märge EI) ning 321 katastriüksuse korral on andmed vastuolulised (kaardikihil märge VBL).

Nimetatud kaardikiht oli analüütikutele sisendiks ruumireeglite ja POC loomisel. Analüüsides andmeid saab välja tuua järgmised vastuolud:

a) mitte kõik nimekirjas toodud KÜ-d ei asu avaliku veekogu kaldal ja
b) mitte kõik avaliku veekogu kaldal asuvad KÜ-d ei ole toodud nimekirjas.

Lisaks on leiti järgmised probleemid:

- katastri andmetest ei saa infot, milline piirilõik on seotud kaldaga ja milline mitte (st on ebaselge, millist piiri tuleks muuta);
- andmetes on hulgaliselt topoloogiavigu ja loogilisi vigu (vt Analüüsi osa A, teine peatükk);
- andmete kohaselt ei ole piiri kulgemine paljudel juhtudel kirjeldatud mööda kaldajoont, vaid sirgjooneliselt punktist punkti kulgevana. See ei anna tegelikust piiri kulgemisest õiget ülevaadet (vt joonis 2).



Joonis 2. Tänaste KÜ-de piir võrdluses 2008 kaldajoonega, mis osaliselt järgib 2012 aasta kaldajoont (90701:003:0788) ja osaliselt mitte (90701:003:1312).

Selliseid andmeid ei ole võimalik võtta aluseks automaatsete ruumireeglite loomisel (annavad vigase ja moonutatud tulemuse), mistõttu kirjeldati ärianalüüsi esimeses osas suuremad probleemid ruumiandmetega ning eeldused ruumireeglite rakendamiseks. Need eeldused on vaja täita ja andmete masskorrastus läbi viia sõltumata sellest, millist ruumireeglit edaspidi on kavas kasutada.

1.1.1. Valimi koostamine ja lähteandmete tootmine

Analüütikutele anti sisend, mille kohaselt võib AKK-deks lugeda kõik KÜ-d, mis asuvad avaliku veekogu kaldal (ühel pool on maismaa ja teisel pool avalik veekogu) ning mille ette pole moodustatud ühtegi teist KÜ-d. Selliseid KÜ-sid on seisuga 21.02.2021 **14 697** (katastriüksuste väljavõtte 21.02.2021).

Arvestades olemasolevate andmete kvaliteeti ja korrastamise vajadust, ei võetud ruumireeglite loomise aluseks kõigi 14 697 katastriüksuse andmestikku, vaid moodustati piisava kvaliteedi ja suurusega valim. Seda kasutades katsetati ruumireegleid, loodi POC-id ning koguti ka statistikat.

Valimi moodustamiseks valiti saarte andmestik, mis on mahult enam kui pool kõikidest AKK-dest. Selline valim on üldistuste tegemiseks on piisavalt representatiivne, lisaks on saarete rannajoon väga erineva keerukusega. On oluline, et valimisse oleks kaasatud ka keerulised olukorrad looduses, millega tuleb ruumireeglite väljatöötamisel arvestada. Ainuüksi sirgelt kulgeva kaldajoonega ala valimine, kus KÜ piirid on sellega ristuvad, ei anna piisavat ülevaadet tekkivate probleemide kohta.

ETAK KALDAJOONE VALIMINE

Ruumireeglite välja töötamiseks ja PoC-de loomiseks korrastati valimi andmeid (kaldajoonele) ja valiti perioodid, mida omavahel võrdlema asuda. Perioodide valikul tuli arvestada, et ETAK kaldajoone andmestiku tootmist on vahepeal muudetud ja võrrelda ei saa omavahel kahte erineva metoodikaga loodud kaldajoont. 2020.a. ülelennu andmete alusel toodetud kaldajoon ei ole veel valminud, seega saab võrrelda kaht eelmist kaldajoone andmestikku, mis on sarnase metoodikaga kaardistatud. Nendeks on 2008. ja 2012. aasta ülelennu põhjal toodetud kaldajoonte andmestikud.

Kuigi võrreldav perioodi vahemik (4 aastat) on lühem tavapärasest kaldajoone tootmise tsüklist (8 aastat), mis võib olla ei anna edasi muutuste täit ulatust, on see parim andmestik mida ülesande täitmiseks kasutada. Samas ei seisne andmete automaatse sidumise peamine keerukus mitte selles, kui palju muutub loodus nelja vs kaheksa aastaga, vaid selles, kuidas korrastada kaldal olevate katastriüksuste andmestik (masskorrastus), mille käigus KÜ piirid kaldajoonele viia. 2008 vs 2012 andmete võrdluses 2012 vs 2020 andmetega võib järeldada, et looduslik olukorra muutus ei saa edaspidi olema nii ulatuslik, kui tänane töö katastri andmestiku korrastamisel ja vastavaks viimisele looduslikule olukorrale.

KÜ TULETISKIHI LOOMINE 2008.a

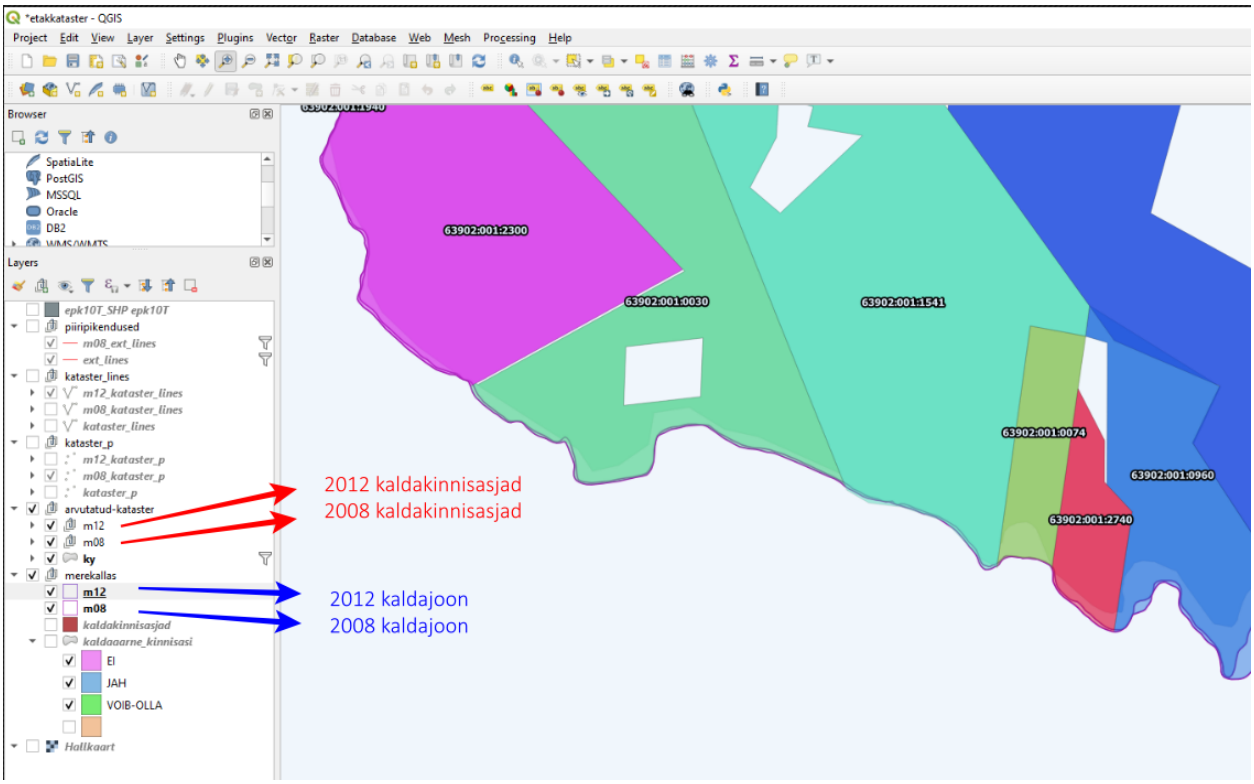
Ruumireeglite välja töötamiseks ja PoC-de loomiseks loodi katastriüksuste andmete kiht, kus katastriüksute piir oli korrastatud 2008. aasta kaldajooneni. Andmeanalüüsi käigus on ilmnenud, et katastri andmetes massiliselt vigu, kuid kehtiv katastri andmestik on kvaliteedilt paremas korras kui 2008. aasta andmestik. Kuna ruumireeglite loomiseks oli vaja võimalikult hea tuletiskihi saavutamine, mitte reaalse katastriüksuste seisu reprodutseerimine kaldale 2008 aastal, kasutati andmetöötluse mahtu arvestades 2008. aasta KÜ tuletiskihi loomiseks tänaseid katastriüksuste andmeid (veebruar 2021).

Tuletiskihi loomiseks ei viidud läbi andmete masskorrastusest ega manuaalset parandustööd. Selle asemel töötati välja metoodika, kus:

a) võeti aluseks 2021.a. katastri andmed saartel ja töötlemata kujul,
b) otsiti välja KÜ-d, mis piirnevad avaliku veekoguga,
c) leiti piirilõigud, kus ühel pool on maismaa ja teisel pool meri ning
d) pikendati automaatikaga piire 2008.a. kaldajooneni kombineeritud meetodil, millest tuleb juttu käesolevas dokumendis edaspidi.[1]

Tulemuseks loodi andmete tuletiskiht 8 700 katastriüksuse kohta, mille piir on seotud 2008 kaldajoonega (valim). Loodud andmestiku edasisel analüüsil ja ruumireeglite rakendamisel pikendati neid katastriüksuste piire erinevate meetoditega 2012 aasta kaldajoonele. Sama valim võeti aluseks meetodite omavahelises võrdluses ja statistika kogumiseks mõjuanalüüsil.

Eelpool kirjeldatud kihid on POC loomise osa (vt „POC mudelite loomine“ ja tabelite kirjeldused Lisa 4) ja vaadeldavad QGIS tarkvaraga (vt Joonis 3).



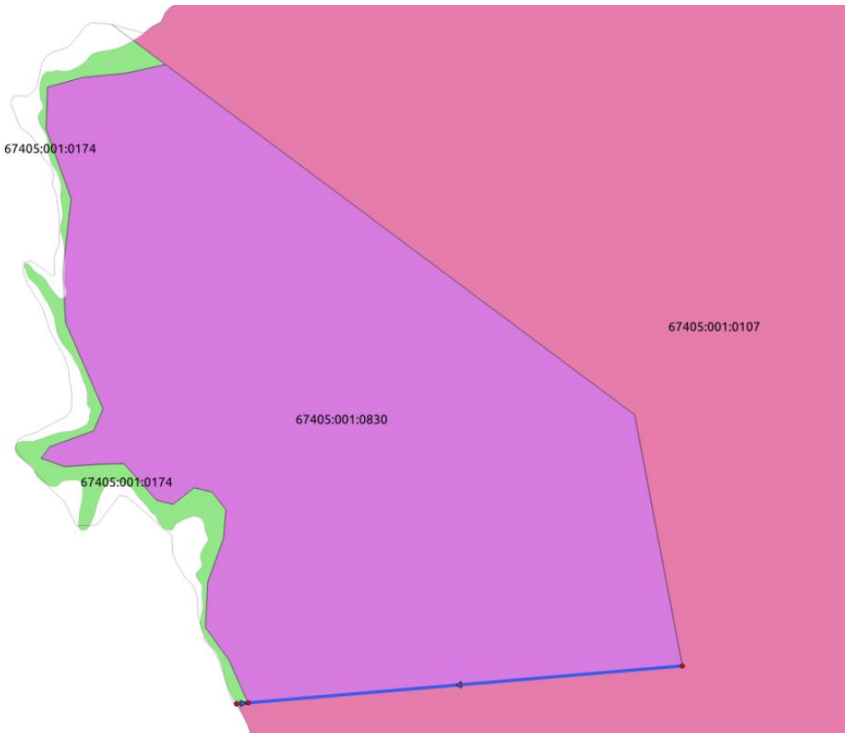
Joonis 3. QGIS projekt POC tulemustega tutvumiseks: 2008 vs 2012 kaldajoon ja kaldakinnisasjad (tuletiskihid mõlemale kaldajoonele).

1 Antud kontekstis ei oma tähtsust meetod, millega saavutati tuletiskiht KÜ-dest, mis järgiks kaldajoont. Kombineeritud lähenemist kasutati, kuna see võimaldas jagada kogu tekkiva maa.

1.1.2. Üldised põhimõtted

Enne ruumireeglite välja töötamist lepiti kokku üldised põhimõtted, mille järgimine peab olema tagatud sõltumata sellest, millist ruumireeglit rakendatakse:

- Alla 1m^2 maatükke katastrisse ei kanta.
- Katastrisse kantakse iga lahustükk eraldi KÜ-na, st multi-polügoone[2] ei tohi tekitada.
- Maa, mis on kellelegi varasemalt kuulunud, temalt ära ei võeta. Ka siis, kui maatükist jääb alles väga väike tükk (kuni 1m^2), jääb see alles endisele omanikule kuni lõpuks KÜ kaob (vt joonis 4).



Joonis 4. Maa vähenemise olukord, kus vee peale tulles katastriüksus aegamööda kaob (roheline osa, KÜ 67405:001:0174): varem olnud üks tervik, hetkel jagunenud kaheks, tekivad lahustükid, ribad jmt.

Juhul kui:

- tekib uus maa või poolsaar KÜ ette, siis see muutub KÜ osaks, millega tal on puutumus; mitme puutumuse korral jaotatakse tekkinud maa ruumireeglite alusel;
- poolsaar kasvab teise KÜ ette ja kui tal pole puutumust KÜ-ga, siis seda KÜ koosseisu ei arvata;
- tekib uus maa (laid/saar) nii et,
    - tal on ühisosa ühe KÜ-ga (kasvõi 1m^2), siis kuulub ta selle KÜ koosseisu;
    - tal on ühisosa mitme katastriüksusega (laidude liitumine), siis jagatakse tekkinud laid/saar proportsionaalselt ruumireeglite alusel (see kel oli rohkem, saab rohkem, see kel oli vähem, saab vähem)

[2] Analüüsil kasutatakse sõna polügoon läbivalt tähenduses “pindobjekt” või “hulknurkne pindobjekt”.

    - ühisosa mitte ühegi registreeritud KÜ-ga ei ole (puudub puutumus), siis läheb ta riigi omandisse (tekib eraldi klassifikatsioon jagamata KÜ-dest vmt) sõltumata sellest, kui kaugel ta on maismaast või teisest saarest/laiust.
- laid/saar kaob (kinnisasi selles kohas hävineb), kustutatakse katastriüksus registrist ning kui aja möödudes tekib sinna samale asukohale maismaa tagasi, siis luuakse uus KÜ riigi omandisse.

1.1.3. Automaatkontrollide väljatöötamine

Automaatsete ruumireeglitega muudetavad piiriandmed ja KÜ piirikuju ei arvesta piiriandmete loomisel „muid asjaolusid“. Automaatsete reeglite rakendamisel võivad tekkida olukorrad, kus muutunud katastriüksuste piirid riivavad kellegi õiglustunnet või ei ole sobilikud registrisse kandmiseks näiteks mittevastavuse tõttu maakorraldusnõuetega (maakorraldusseadus § 5).

Maakorraldusnõuetest enamik on läbi ruumiseoste kontrollitavad sh:

- kinnisasjale otstarbeka juurdepääsutee tagamine;
- kinnisasja terviklikkuse ja otstarbeka kuju tagamine, lihtsate ja selgete piiride loomine ning looduslike piiride arvestamine;
- kinnisasja kiildumise ja ribasuse vältimine;
- teede, liinide, muude ehitiste ja maaparandussüsteemide otstarbekas rajamine ja kasutamine.

Samas ei jõutud analüüsi käigus üksmeelele, kuidas ja kas üldse saab neid reegleid arvestada automaatikaga katastriüksuste andmete parandamisel seoses maastikuobjektist piiriobjekti muutusega. Keerukaks kujunes välja mõelda, millised on tingimused/kriteeriumid piiride ribasusele, juurdepääsetavusele, terviklikkusele, otstarbekusele vmt nii, et selle põhjal saaks teha otsuse, kas konkreetne KÜ jätta moodustamata, jaotada või liita maa mõne teise KÜ koosseisu.

Selleks, et hinnata, kas keerukate kriteeriumite loomine üldse vajalik on uuriti, palju selliseid olukordi ruumireeglite rakendamisel üldse tekib, mis selliste tingimuste rakendamist vajavad. Määratleti olukorrad, mille peab süsteem tuvastama, et katastripidaja saaks vajadusel automaatreeglitest erinevalt otsustada (sh automaatreeglite poolt ette valmistatud andmed ja ruumikuju kinnitada või manuaalselt sekkudes andmeid korrigeerida).

a) Arvestades, et täisautomaatse lahenduse loomine võib tuua kaasa ebasoovitavaid tulemusi ja suuremal hulgal negatiivseid mõjusid naabrussuhetele on mõistlikum luua katastri andmete muutmine poolautomaatse menetlusena: kõik piirid luuakse automaatreeglitega ette[3], ent süsteem tuvastab teatud eriolukorrad (nt lahustükkide teke) ning
b) need vaatab katastri pidaja üle ja kinnitab või
c) korrigeerib selliselt, et loodav KÜ vastab paremini nõuetele (sh vajadusel kaasates maaomanikke täpsete piiri tingimuste kokku leppimiseks).

[3] Kuna ruumireegleid võib olla mitu ja eri olukordades annavad need erinevaid tulemusi, siis võib katastripidajal ka kaalutlusotsuse tegemiseks olla veel süsteemi poolt ette antud „abimees“ selleks, et mängida konkreetne probleemolukord läbi erinevate ruumireeglitega ja valida välja neist sobiv.

Eriolukorrad, mis vajavad automaatkontrollidena välja arendamist ja mida tuleb käsitleda AKK korral kui „üle vaatamist ja kinnitamist vajavad KÜ-d“ :

- **AKK kaob ära või tuleb juurde** so olukorrad, kus KÜ-l kaldajoon kaob või vastupidi, varem ei olnud KÜ-l rannajoont, aga see tekib .
- **Kaldajoone ebaproproportsionaalne pikemine ja vähenemine** so olukorrad, kus KÜ piiriks olev kaldajoon kas kahaneb väga palju või ka kasvab ebaproportsionaalselt nii, et võib mõjutada negatiivselt naabrussuhteid. Statistika kogumiseks rakendati reeglit, kus pikenemine/vähenemine oli suurem kui 50%.
- **Pindala ebaproportsionaalse suurenemine ja vähenemine** so olukorrad, kus KÜ muutub mingil põhjusel oluliselt suuremaks või väiksemaks tulenevalt piirisuhetest ja looduslikust olukorrast. Statistika kogumiseks rakendati reeglit, kus kasvamine/kahanemise oli suurem kui 50%.
- **KÜ-de lahustükkideks jagunemine, kadumine ja teke.**
  Olukorrad, kus KÜ-d kaovad või jagunevad või moodustuvad täiesti uued KÜ-d

Kirjeldatud tingimusi kasutati ka POC raames statistika kogumisel mõjuanalüüsi tarbeks (vt Ärianalüüsi osa C) ja ruumireeglite võrdlemisel.

NB!

Ka poolautomaatse süsteemi poolt rakendatavate täiendavate reeglite ja kontrollide lisamine ei garanteeri, et kõik vaidlusmomendid saavad lahendatud, kuid seda võib pidada parimaks viisiks neid maksimaalselt ennetada.

Eeltoodud reeglid ei ole kindlasti täielik loetelu, neid on võimalik aja jooksul juurde arendada. Samuti saab neid kombineerida ruumireeglitega: kui selgub, et mingi kontroll töötab hästi ehk sellega leitud KÜ-d üle vaatamist ei vaja, võib kontrolli tulemust usaldada ja leitud KÜ-d kinnitada automaatselt (või kontrolli üldse mitte rakendada).

1.1.4. Reeglite kohta PoC mudelite loomine.

Ruumireeglite loomiseks ja sobivuse väljaselgitamiseks võrreldi ja koguti statistikat iga ruumireegli osas reaalsete andmetega. Selleks kasutati tehnilist platvormi, mille kirjeldus on toodud tabelis 1.

Tabel 1. POC tehniline platvorm

Andmebaas	PostgreSQL 10.16 (Ubuntu 10.16-0ubuntu0.18.04.1) on x86_64-pc-linux-gnu, compiled by gcc (Ubuntu 7.5.0-3ubuntu1~18.04) 7.5.0, 64-bit
Ruumiline laiend	POSTGIS="3.0.1 ec2a9aa" [EXTENSION] PGSQL="100" GEOS="3.8.0-CAPI-1.13.1 " PROJ="7.0.0" LIBXML="2.9.4" LIBJSON="0.12.1" LIBPROTOBUF="1.2.1" WAGYU="0.4.3 (Internal)" TOPOLOGY (raster procs from "2.4.4 r16526" need upgrade)
Desktop GIS	QGIS, 3.18.0-Zürich
Paigaldus*	POC on leitav: https://gitlab.sise.envir.ee/koodihoidla/etak-kataster

** Ligipääsud serverile SQL päringute käivitamiseks ja QGIS projektifaili avamiseks (ja ligipääsudeks) on vaja kooskõlastada KEMIT'ga.*

Kõik ruumireeglid, automaatkontrollid ja statistilised päringud on käivitatavad andmebaasi SQL päringutena ning tulemus vaadeldav Desktop GIS programmiga (QGIS). Detailne andmebaasi tabelite ja kaardikihtide kirjeldus on toodud Lisas 4.

1.2. Ruumireeglid ja POC maatüki piiride muutmiseks

1.2.1. Reegel 1: Piiride pikendamine

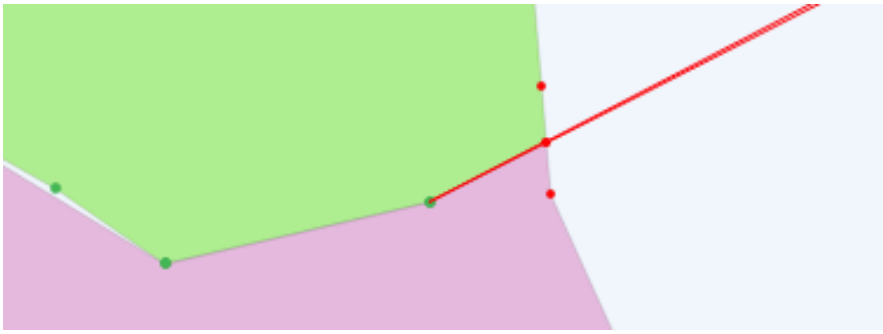
Definitsioon

Piiride pikendamise korral jälgitakse piiri sirgjoonelist kulgemist vahetult selles lõigus, mis eelneb kaldajoonega lõikumisele (vt joonis 5). Sellistes olukordades, kus kaldajoon on suhteliselt sirge ja kaldal asuvate KÜ-de piirid on enamikes olukordades ristuvana kirjeldatud, on piiride pikendamine selge ja hästi mõistetav reegel.

Eeldused ja tingimused

Piiride pikendamine eeldab, et on katastriüksuse piirilõigul on kirjeldatud kaks punkti, a) üks maismaal (nn kindelpunkt) ja b) teine kaldajoonel (võib olla mõõdistatud ja ka mitte). Punktidest moodustub sirge, mida mööda piir alati liigub kaldaga kaasa sõltumata sellest, kui kaugel asub kaldajoonel olev piir. Kui maal paiknev mõõdistatud punkt jääb vee alla, siis võetakse aluseks järgmine maismaal paiknev punkt. Seetõttu on oluline, et naaberkatastriüksuste vahel ei oleks auke ega ülekatteid ning kõrvuti asetsevad üksused oleks korrektselt snäpitud (s.t kahel piiri jagaval katastriüksusel oleksid piirilõiku jagavas osas käänupunktid täpselt samas kohas – kas atribuudipõhiselt määratuna või geograafiliselt topoloogiliselt korrektsena).

Samuti eeldab lähenemine seda, et meil on üheselt võimalik tuvastada katastriüksuse kaldaäärne piirilõik – kas atribuudipõhiselt, kus punktist punkti piirilõigu kohta on öeldud, et tegemist mereäärse lõiguga klassifikaatori alusel, või siis on see arvutuslikult leitav. Eelduslikult on piirid defineeritud vastupäeva orientatsiooniga (s.t polügooni välise kesta käänupunktid on vastupäeva järjekorras, polügooni sees olevate aukude käänupunktid aga päripäeva järjekorras).

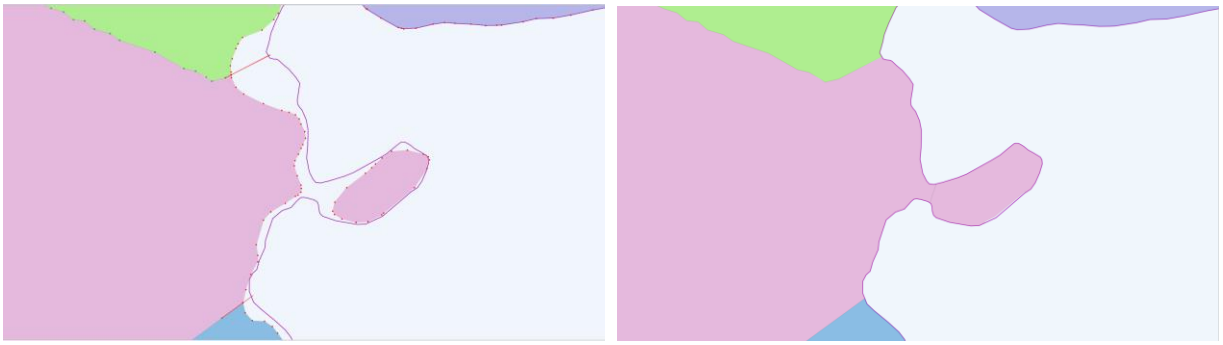


Joonis 5. Piiri pikendamine maal asuvast mõõdistatud punktist kaldajoonele. NB! Kuna kaldapealne (punane) punkt, mida piiripikenduse sirge läbib, pole kõrvuti asetsevate üksuste jaoks ruumiliselt samas kohas, tekib siin kaks sirget, mis kumbki isesuunas liiguvad.

Toimimise kirjeldus

Piiride sirgjooneline pikendamine tähendab mõttelise punkti interpoleerimist kahe järjestikuse mõõdistatud katastriüksuse piiripunkti (millele eelneb või järgneb vaba piiripunkt) alusel defineeritud sirgel. Pikendamisel kasutatud punktid võivad olla ka piiripunktide andmestikus lihtsalt ära tähistatud– peab olema loodud selge viis punktide leidmiseks ülejäänud andmemassiivist.

Interpoleeritud piiripunkt võib asuda nii mõõdistatud punktide vahelisest lõigust väljas (s.t alguspunktist tagasi või lõpupunktist edasi) kui ka mõõdistatud punktide vahel. Ükskõik milline punkt arvutatud sirgel ei tohi sattuda mõne teise tunnusega ja juba olemasoleva katastriüksuse sisemusse (kuid võib jääda piirile). Sirgel interpoleeritud punkt tähistab katastriüksuse piiri ristumist sellise ETAKi kaardistusobjektiga, mida kasutatakse katastriüksuse piiri defineerimisel (nt kaldajoon, vooluvee telgjoon jne). Piiripikenduste vahele jääv osa liidetakse KÜ koosseisu (vt Joonis 6).



Joonis 6. Piiride pikendamise näide 2008 aasta kaldajoonelt 2012 aasta kaldajoonele (KÜ 38601:002:0219, Unguma lõpp)

Ulatus

Piiride pikendamine ei ole kasutatav kõikidel juhtudel. POC loomisel jäeti jagamata selle meetodi korral kõik need olukorrad (see maa), kus piiride pikendamisel tekivad konfliktid ja maa võiks jaguneda mitme KÜ vahel. Valimis olnud KÜ-de ja piirkonna puhul jääks selle reegli kasutamisel jaotamata ca 22,2 ha maad, mis potentsiaalset tuleb jaotada 1 455 KÜ vahel. Täiesti uusi KÜ-sid tekkis 172 (see number on võrdne iga reegli korral).

Automaatkontrollidega tuvastati 733 potentsiaalset probleemolukorda, kus KÜ piirid vajaksid manuaalset kontrolli sh nendest mõjutatud oli 472 unikaalset KÜ-d:

Näitaja	Reegel 1 KÜ-de arv*
JAGUNEMINE	60
KALDA PIKENEMINE>50%	101
KALDA VÄHENEMINE>50%	105
PINDALA SUURENEMINE>50%	40
PINDALA VÄHENEMINE>50%	67
POLE ENAM KALDAL	148
ÜKSUS KAOB	100
ÜKSUS TEKIB	172

** Numbrid ei sisalda jaotamata maad.*

Plussid ja miinused

Piiride pikendamise reegli alusel parandatavad katastriüksuse piiriandmed on kõige lihtsamini ette aimatavad (piir on alati sirge) ja looduses tuvastatavad. Kui piiripunktid paiknevad sirgel piirilõigul, saab omanik lihtsasti aru, kuhu vee peale tulekul või taandumisel piir liigub. Kaldajoon, mis jääb kahe piiripikenduse ristumiskoha vahele, saab olema tema kinnistu piiriks kaldal ja registris.

Eelised:

- Looduses arusaadav (sirge) ja loogiline, väljas määratav ilma keeruliste lisaseadmeteta.
- Järjepidev – muutus toimub ühes suunas: piir ei muutu iga kaldajoone muutusega erinevas suunas.
- Ette arvutatav ja taaskasutatav.
- Lihtsasti prognoositav kui olukord looduses muutub ja senist tava arvestav.
- Lihtsasti kommunikeeritav (enamikel juhtudel).
- Ei vaja looduses täiendavate piirimärkidega tähistamist, piir kulgeb olemasolevate vahelise sirge pikendusena.

Probleemid:

- Ei ole rakendatav olukordades kus pikendatavad piirisirged lõikuvad ja jagatav maa võib jaguneda kahe või enama KÜ vahel.
- Ei järgi ühtegi „muud asjaolu“ (st jagatava maa proportsionaalsust, kaldajoone säilimist jmt).
- Eeldab kahe punkti olemasolu – üks maismaal (nn kindelpunkt) ja teine kaldal (vabapunkt), kui neid ei ole või on teatud põhjusel omanikku mittesoosivalt paigutatud, ei anna ootuspäraseid tulemusi.
- Õigete (pikendamist vajavate) lõikude leidmine(mõõdetud-mõõdetud-vaba punktide vaheline piir ei pruugi olla üldse ranna juures). See on lahendatav uues punktipõhises katastris vajalike klassifikaatorite ja atribuutide lisamisega punktidele.

1.2.2. Reegel 2: Piiride paigutamine naabritest võrdsele kaugusele.

Definitsioon

Piiride paigutamise korral võrdsele kaugusele eksisteerivate piiride suhtes (edaspidi ka „lähima naabri“ meetod) jaotatakse tekkinud maa proportsionaalselt naaberkinnistute vahel ära arvestades olemasolevate piiride kirjeldust geograafilises ruumis. Meetodi aluseks on Voronoi diagramm ja reeglistik on põhjalikumalt lahti kirjeldanud Lisas 2. Voronoi diagrammiga jagatakse pind sellel asuvate punktide järgi osadeks (*rakud*) nii, et iga suvaline punkt konkreetse raku pinnal on võrdsel kaugusel naabruses olevate KÜ-de piiridest.

Eeldused ja tingimused

Selle reegli korral jagatakse KÜ piiride vahele jääv maa Voronoi diagrammi alusel. On oluline, et katastriüksuste vahel ei oleks *auke* ega *ülekatteid* ning kõrvuti asetsevad üksused oleks korrektselt snäpitud[4] (s.t kahel piiri jagaval katastriüksusel oleksid piirilõiku jagavas osas käänupunktid täpselt samas kohas – kas atribuudipõhiselt määratuna või geograafiliselt topoloogiliselt korrektsena). Samuti eeldab see reegel, et on üheselt võimalik tuvastada katastriüksuse kaldaäärne piirilõik – kas atribuudipõhiselt, kus punktist punkti piirilõige kohta on öeldud, et tegemist mereäärse lõiguga klassifikaatori alusel, või on see arvutuslikult leitav. Eelduslikult on piirid defineeritud vastupäeva orientatsiooniga (s.t polügooni välise kesta käänupunktid on vastupäeva järjekorras, polügooni sees olevate aukude käänupunktid aga päripäeva järjekorras).

Toimimise kirjeldus

Piiri paigutamiseks võrdsele kaugusele olemasolevate piiride suhtes toimub lähima punkti arvutamise meetodil. Lähima-punkti alade arvutamine toimub Voronoi alade arvutamise järgi: punktipilves ühele punktile arvutatud Voronoi ala näitab seda osa ruumist, kus suvaliselt valitud asukoht on sellele punktile lähemal kui mõnele teise punktile pilves.

Selleks eraldatakse katastriüksuste polügoonidest piirjooned. Korras andmete korral, mis praeguse katastriüksuste andmestiku topoloogiliste vigade tõttu pole võimalik, moodustatakse piirjoontest joonte võrgustik, kus piirilõik kulgeb kahe katastriüksuse vahel (2 kuni *n* piiripunkti) ja on kirjeldatud ühekordselt ning iga joonelõigu kohta on teada, kas ja milline katastriüksus asub lõigust vasakul või paremal pool.

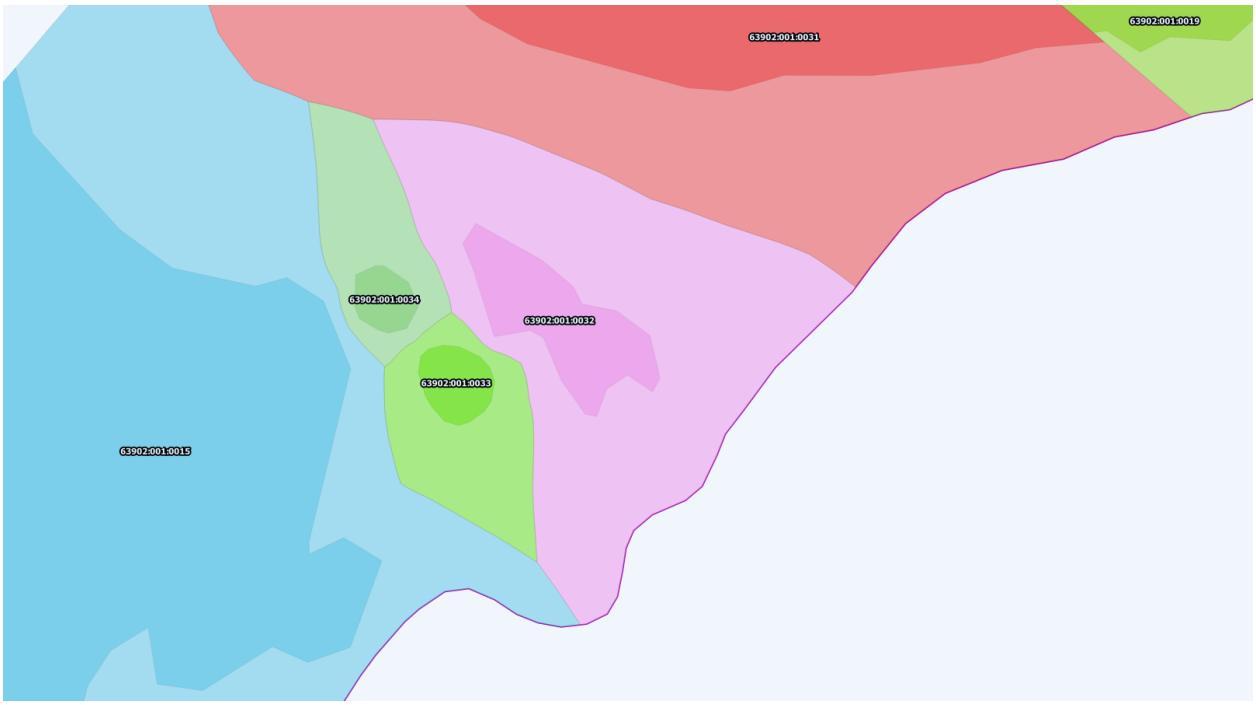
Kõik lõigud võetakse ning nihutatakse paralleelselt algselt joonelt üliväikese ühiku (nt POCis kasutatud 0.05m) võrra vasakule (rannaäärne piirijoon) või vasakule ja paremale (maismaa piir) nii et iga katastriüksuse kohta jääb vaid üks joon. Kuna olemasolevate rannaäärsete KÜ piiride käänupunktide tihedus on erineva kvaliteediga, siis POCi loomiseks kasutati joonte segmenteerimist iga 1,75m tagant (s.t

[4] Andmehõivemäärus §2 mõisted lg 3, punkt 3 „snäppimine – nähtuste asukohaline seostamine, kus nende ruumiobjektide koordinaadid peavad ühtima vähemalt ühes punktis“.

et piirijootele lisati käänupunkte nii, et ükski joone lõik ei olnud lõpuks pikem kui 1,75m). Tulevikus, kui KÜ-de piirid on kirjeldatud läbi kaldajoone käänupunktide, pole see iseenesest enam vajalik.

Ruumireegli loomisel leiti esmalt joonte käänupunktid. Käänupunktidele moodustati Voronoi polügoonid jagamisele mineva maatüki kaupa. Seejärel rakendati kaardi-algebrad järgmiselt:

a) loe Voronoi polügoonidele külge nende aluseks olnud punktide atribuudid (katastriüksuse identifikaator),
b) liida Voronoi polügoonid kokku üheks alaks üle katastriüksuse identifikaatori,
c) leia kokku liidetud Voronoi polügoonide ja jagatava maa ühisosad. Alternatiivina võib kasutada ka kokku liidetud Voronoi polügoonide pinnast katastriüksuse identifikaatori alusel kõikide teiste, selle alaga lõikuvate katastriüksuste pindade maha lahutamist, aga ajaliselt on see mahukam kui ühisosa arvutamine jagatava maaga,
d) liida vanale katastriüksusele allesjäänud osa kokku liidetud Voronoi polügoonidest üle katastriüksuse tunnuse (vt joonis 7).



Joonis 7. Maa jagamine piiri võrdsele kaugusele paigutamise reegli korral (Soonlepa laht, tänaste KÜ piiride viimine 2008 rannajoonele).

Ulatus

Piiride paigutamine naabritest võrdsele kaugusele reegel on rakendatav kõikides olukordades. Sellist maad, mida ei saa jagada, ei teki. Moodustatud valimist vajaks selle reegli rakendamisel manuaalset kontrolli 614 olukorda sh 500 unikaalset KÜ-d. Tekkis 172 on täiesti uut KÜ-d, mis tõenäoliselt vajavad vaid kinnitamist:

Näitaja	Reegel 2 KÜ-de arv
JAGUNEMINE	189
KALDA PIKENEMINE>50%	118
KALDA VÄHENEMINE>50%	42
PINDALA SUURENEMINE>50%	64
PINDALA VÄHENEMINE>50%	60
POLE ENAM KALDAL	88
ÜKSUS KAOB	70
ÜKSUS TEKIB	172

Plussid ja miinused

Eelised:

- Saab rakendada igas olukorras ja kõikjal.
- Arvestab hästi maade jaotamisel maa suuruse ja proportsionaalsusega.
- Võrreldes piiride pikendamisega hoiab alles paremini ka kaldajoone säilimist/proportsionaalsust naabrite vahel.
- Sobib piiratud territooriumitel (saared, laiud) ja maade lahknemisel/liitumisel kasutamiseks, kus on vaja jagada uus tekkinud maa võimalikult proportsionaalselt olemasolevate katastriüksuste vahel.

Probleemid:

- Piirid ei tule sirged ja on looduses raskesti tajutavad. Võrreldes piiride pikendamisega on vahe enamikes olukordades väike, aga antud reegli rakendamise korral praktiliselt kunagi ei moodustu sirget.
- Käänupunktide rohkus, mis ühtlasi määrab selle, kui sirged või kumerad piirid tulevad. Käänupunkte saab vähendada, aga see ei muuda olukorda (piir ei tule ikka sirge) ning liigne lihtsustamine võib tekitada probleeme ruumiandmetesse (tuleb lisada kontrolle).
- Kuigi maa jagatakse suhteliselt võrdselt, ei järgi ka see reegel paljudes olukordades erinevaid „muid asjaolusid“ sh kaldajoone säilimiste (vt ka eespool olev näide, joonis 7).
- Tekitab rohkem lahustükke kui piiri pikendamise reegel sh lahustükke, mis piiride pikendamisel ei tekiks.
- Halvasti prognoositav. Tulemuse saab ette näha järgnevaks kaheksaks aastaks aga sealt edasi sõltub maa jaotumine vahepeal muutunud kaldajoone kujust.
- Looduses piirist arusaamiseks tuleb omanikel lasta maamõõtjal piir piirimärkidega tähistada, mis on omanikule täiendav kulu. Antud reegli iga 8 aasta tagant rakendamisel tuleb ka piiride tähistamist sama intervalliga korraldada.

1.2.3. Reegel 3: Piiri proportsionaalne säilitamine kaldajoonele

Analüüsis kaaluti ka alternatiivseid võimalusi, mis arvestaks paremini teisi asjaolusid peale selguse looduses ja maa võimalikult "õiglast" ja proportsionaalset jaotamist. Kaldaga seotud kinnisasjade puhul on üheks selliseks alternatiiviks kaldajoone maksimaalse säilitamise ootus (eeldades, et kinnisasja omanik soovib igal juhul, et tema kinnisasjal säiliks seos kaldajoonega).

Definitsioon

Antud reegli korral arvutatakse uued KÜ piirid olemasolevate katastriüksuste piiride käänupunktide Delaunay triangulatsiooni alusel.

Delaunay triangulatsioon on defineeritud kui punktihulga **P** triangulatsioon pinnal nii, et moodustuvate kolmnurkade sees ei ole ühtegi punkti ning kolmnurkade tipud ühtivad kasutatud punktidega. Kuna maksimeeritakse kolmnurkade väikseimad sisenurgad, siis sellega välistatakse *liiga kitsaste* kolmnurkade teke. Praktikas tähendab see antud kontekstis, et meil on võimalik tekitada pinnad (kolmnurgad), kus omavahel on ühendatud lähimad kolm punkti nii, et nende vahel tekkivad kolmnurgad omavahel ei kattu (sest mitte ühegi tekkiva kolmnurga sisse ei tohi jääda mitte ühtegi punkti).

Seega saab seda meetodit katastripiiride kohandamiseks uuele rannajoonele vaadata kui "kaldaäärse piiri maksimaalset säilitamist".

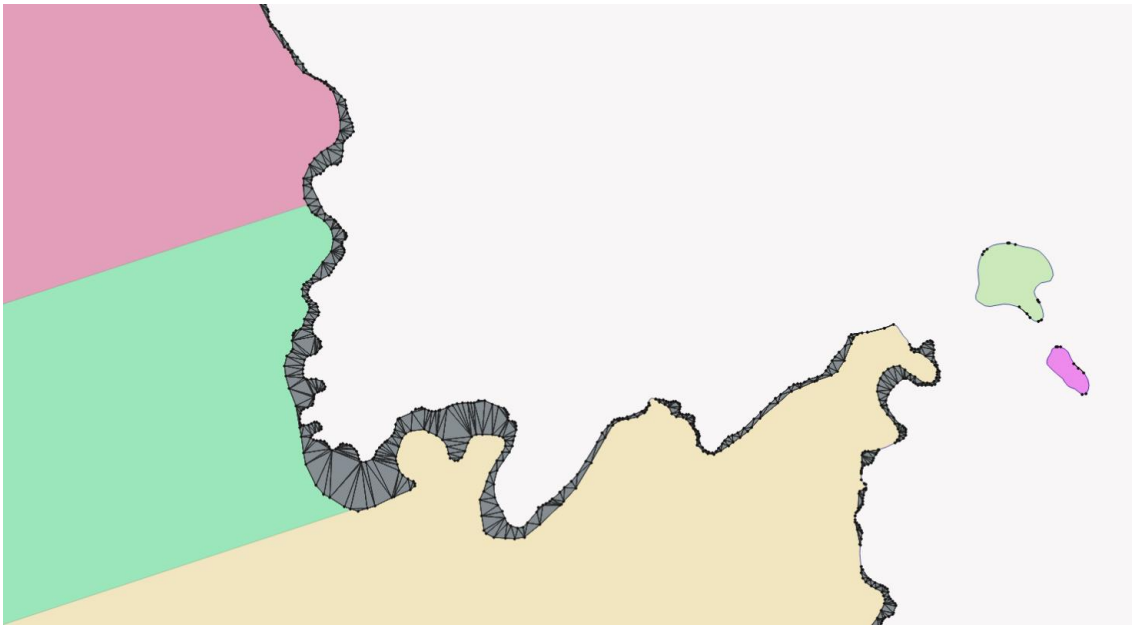
Eeldused ja tingimused

On oluline, et katastriüksuste vahel ei oleks *auke* ega *ülekatteid* ning kõrvuti asetsevad üksused oleks korrektselt snäpitud (st kahel piiri jagaval katastriüksusel oleksid piirilõiku jagavas osas käänupunktid täpselt samas kohas – kas atribuudipõhiselt määratuna või geograafiliselt topoloogiliselt korrektsena). Samuti eeldab piiri proportsionaalne kaldajoonele säilitamise reegel, et on võimalik tuvastada katastriüksuse kaldaäärne piirilõik – kas atribuudipõhiselt, kus punktist punkti piirilõige kohta on öeldud, et tegemist mereäärse lõiguga klassifikaatori alusel, või on see arvutuslikult leitav. Käänupunktide kulgemise järjekord piiril ei ole oluline.

Toimimise kirjeldus

Esmalt leitakse jagamisele mineva maa polügoonide käänupunktid. Need punktid trianguleeritakse ja saadakse jagatava maa võrgustik (vt joonis 8).

Kolmnurkrakud klassifitseeritakse ja jaotatakse KÜ-de vahel kindlaks määratud reeglite alusel (vt ka Lisa 3). Kolmnurgad, mida selliselt jagada ei saa jäävad selle meetodiga klassifitseerimata ja tuleb lahendada mingil muul viisil, nt kasutades piiride pikendamise reeglit (reegel 1) või „lähim naaber“ reeglit (reegel 2).



Joonis 8 . Kaldaäärse maa jagamine kolmnurkadeks käänupunktidest triangulatsiooniga.

Ulatus

Piiri proportsionaalne säilitamine kaldajoonele reegel ei ole kasutatav igal pool. Jaotamata jääva maa suurus on 9,7 ha ja seda on võimalik jagada 4 226 KÜ vahel (võrdluseks piiride pikendamine 22 ha ja 1 455 KÜ-d). Seda numbrit saaks vähendada ETAK käänupunktide arvu tõstes ja/või metoodikat täiustades. Tekkis 172 täiesti uut KÜ-d.

Automaatkontrollid tuvastasid 634 olukorda, mis vajaksid manuaalset kontrolli, sh 498 unikaalset KÜ-d, mis nendest on mõjutatud:

Näitaja	REEGEL 3 KÜ-de arv*
JAGUNEMINE	166
KALDA PIKENEMINE>50%	131
KALDA VÄHENEMINE>50%	61
PINDALA SUURENEMINE>50%	56
PINDALA VÄHENEMINE>50%	60
POLE ENAM KALDAL	83
ÜKSUS KAOB	71
ÜKSUS TEKIB	172

** Numbrid ei sisalda jaotamata maad.*

Plussid ja miinused

Eelised:

- Kaldajoont on võimalik sellisel moel teatud olukordades katastriüksustele paremini säilitada võrreldes piiride pikendamise või „lähim naaber“ meetodiga.
- Ei tekita juurde liigseid käänupunkte (võrreldes reegliga 2).
- Võimalik arvutada lisanduva maa tüki kaupa, ei pea arvutama tervet saart / riiki korraga.

Probleemid:

- Antud reegel ei sobi kasutamiseks kõikides olukordades (osa maad tuleb teiste meetoditega jagada).
- Tekkivad piirid on küll sirged, aga suund ettearvamatu (sõltub ETAK vs KÜ piiri käänupunktide tihedusest ja sellest, millised on ja kuidas paiknevad naabrid)
- Reegel ei sobi olukordades, kus tuleb lahendada kinni kasvavate lahtede olukord ja jagada tuleb maa, mis ühelt poolt tekib uue kaldaga piirnevate KÜ-de ja maismaal paigas olevate KÜ-de vahele.
- ETAK kaldajoone puntide arv/tihedus hakkab määrama trianguleeritavate kolmnurkade kuju ja suurust.
- Halvasti prognoositav. Tulemuse saab ette näha järgnevaks kaheksaks aastaks aga sealt edasi sõltub maa jaotumine vahepeal muutunud kaldajoone kujust ja uue ETAK kaldajoone punktide tihedusest.
- Looduses piirist arusaamiseks tuleb omanikel lasta maamõõtjal piir piirimärkidega tähistada, mis on omanikule täiendav kulu. Antud reegli iga 8 aasta tagant rakendamisel tuleb ka piiride tähistamist sama intervalliga korraldada.

1.2.4. Reegel 4: Kombineeritud lähenemine

Definitsioon

Kuna ükski eelkirjeldatud reeglistikust eraldivõetult ei kata samaväärselt maade kasvamise ja kahanemise olukordi sirgel kaldajoonel, lahtedes ja saartel jõuti järeldusele, et kaaluda tuleb mitmetasandilist lähenemist, kus a) esmalt rakendatakse piiride pikendamise reeglistikku (reegel 1) ja b) olukordades, kus piiripikendustega uue lisanduva maa jagamisel võiks sama maa minna mitme erineva katastriüksuse koosseisu, jaotatakse maa „lähim naaber“ meetodil (reegel 2).

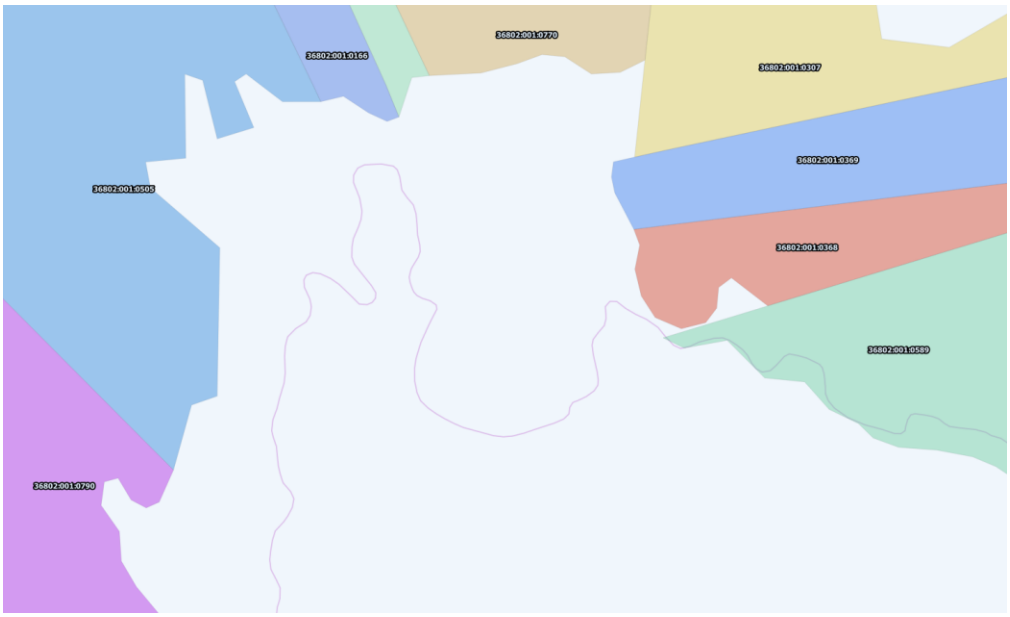
Eeldused ja tingimused

Katastriüksuste vahel ei ole *auke* ega *ülekatteid* ning kõrvuti asetsevad üksused on korrektselt snäpitud (s.t kahel piiri jagaval katastriüksusel oleksid piirilõiku jagavas osas käänupunktid täpselt samas kohas – kas atribuudipõhiselt määratuna või geograafiliselt topoloogiliselt korrektsena). Samuti eeldab kombineeritud lähenemine, et on üheselt tuvastatav katastriüksuse kaldaäärne piirilõik – kas atribuudipõhiselt, kus punktist punkti piirilõige kohta on öeldud, et tegemist mereäärse lõiguga klassifikaatori alusel, või on see arvutuslikult leitav. Eelduslikult on piirid defineeritud vastupäeva orientatsiooniga s.t polügooni välise kesta käänupunktid on vastupäeva järjekorras, polügooni sees olevate aukude käänupunktid aga päripäeva järjekorras.

Toimimise kirjeldus

Analüüsis kasutati piiride pikendamise reeglistiku kombineerimist piiri võrdsele kaugusele paigutamist naabritest, vt allolev näidis:

a) Tänaste KÜ piiride seis võrdluses 2008 aasta kaldajoonega, vt Pilt 1:



b) Katastriüksuste piirid viiduna 2008 kaldajoonele kombineeritud meetodiga sh KÜ-d 36802:001:0505 (sinine vasakul) ja 36802:001:0589 (roheline paremal) on viidud kaldani piiride pikendamise tulemusel (reegel 1) ning vahepealsed KÜ-d „lähim naaber“ (reegel 2) reegliga, vt Pilt 2:

Ulatus

Antud lähenemine on rakendatav igas olukorras st jagamata maad ei teki. Tekkis 172 täiesti uut KÜ-d.

Automaatkontrollid tuvastasid valimis 655 olukorda, mis vajavad manuaalset kontrolli, sh nendest mõjutatud 592 unikaalset KÜ-d:

Näitaja	Reegel 4 KÜ-de arv
JAGUNEMINE	261
KALDA PIKENEMINE>50%	152
KALDA VÄHENEMINE>50%	46
PINDALA SUURENEMINE>50%	67
PINDALA VÄHENEMINE>50%	60
POLE ENAM KALDAL	88
ÜKSUS KAOB	70
ÜKSUS TEKIB	172

Plussid ja miinused

Eelised:

- Sellisel lähenemisel on kõik piiride pikendamisest ja „lähima naabri“ leidmise plussid: valdavalt kasutatakse piiride pikendamist seal, kus see lahendab piiri määramise lihtsalt ja mõistetavalt ning „lähim naaber“ leitakse seal, kus piiride pikendamine ei tööta või loob ebasoovitavaid olukordi.

Probleemid:

- Peamine probleem on selle punkti kirjeldamine ja kommunikatsioon maaomanikele. Vajalik on selgelt kehtestada, mis alustel rakendatakse pikendamist, mis alustel võetakse kasutusele „lähima naabri“ reegel (on mitu tasandit, pole ühetaoline ja võib-olla siis ka mitte sama selge kui üks kindel reegel).

1.2.5. Muud meetodid

Analüüsi käigus pakuti välja veel mitmeid lahendusi, mida võiks kaaluda KÜ piiride sidumiseks kaldajoonega, aga ükski neist ei ole kasutatav kõikides olukordades.

Täiendavad reeglid, mis oleksid universaalselt kasutatavad, on:

- Jagada kogu avalike veekogude all olev maa ära mõtteliseks katastriks ja vee tõustes/kahanedes tekkiv maa oleks kellegi oma automaatselt „varem loodud piiride ulatuses“;
- võtta aluseks mõni varasem rannajoon ja seda „meeles pidada“. St, et kellelegi varem kuulunud maa/saar/laid muutub tagasi „tema omaks“ kui kord taas samasse kohta tekib.

Mõlemad viidatud reeglid jäid edasisest analüüsist välja, kuna maa tekib harva tagasi täpselt samasse kohta ja samal kujul ning selliste reeglite rakendamine tekitaks probleeme juurde. Leiti, et kõige õigem, sh loodust järgivam on lähtuda viimasest looduslikult olukorrast. Alati võetakse piiriandmete parandamisel aluseks viimase ETAK kaardistuse käigus loodud kaldajoon ja muudetakse KÜ piire vastavalt uuele kaardistatud looduslikule olukorrale.

Samuti on võimalik välja töötada veel intelligentsemaid automaatreegleid, mis:

a) lisaks kombineeritud lähenemisele arvestab veel samme või „tasandeid“ sõltuvalt olukorrast (esmalt toimub piiride pikendamine, seejärel triangulatsioon, ülejäänud maa jaotamine „lähim naaber“ või mingi muu meetoditega) või
b) lisaks tingimusi, mis hetkel üht või teist reeglit rakendada (nt „lähim naaber“ rakendada varem, ka nendes olukordades, kus piiride pikendamine vähendas kaldajoont üle 50% vmt),

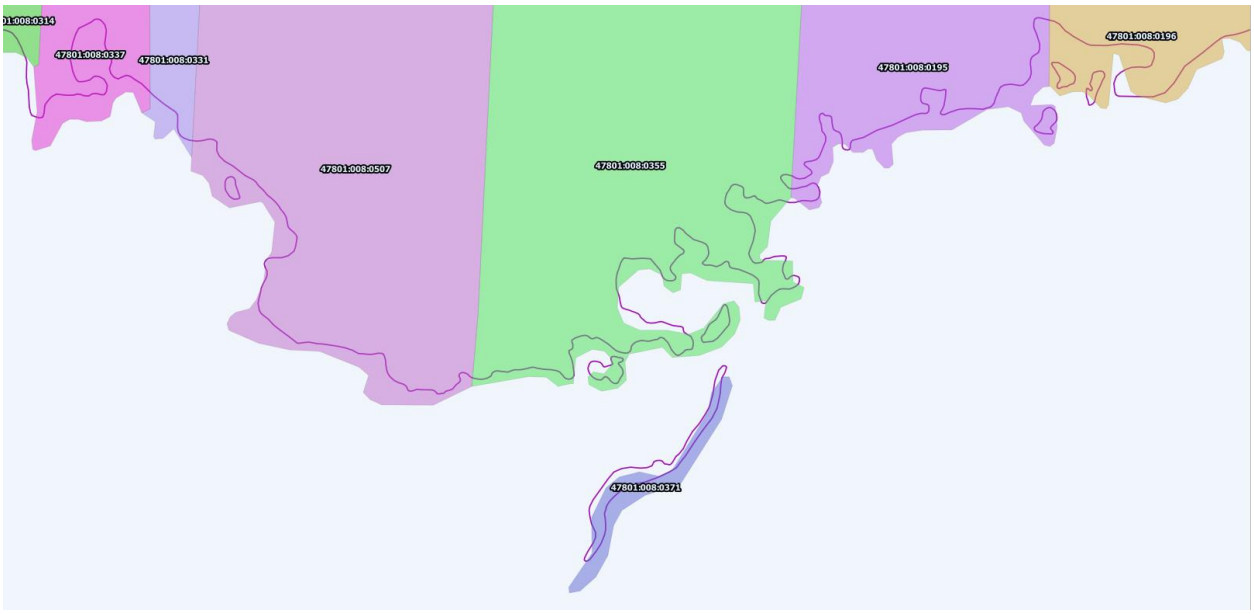
Analüütikute hinnangul ei ole nende reeglite välja töötamine otstarbekas. Automaatkontrollidega tuvastati eelmiste reeglite korral 614-733 unikaalset KÜ-d, mis vajaks üle vaatamist valimis olnud 8700-st (ca 6% kõikidest KÜ-dest). Nendest suur osa sh jagunemised, kaduvad ning tekkivad üksused tõenäoliselt korrektsioone ei vaja. Alles jääb väike osa juhtudest, mida on võimatu lõpuni automaatikaga lahendada ja need tekivad keerulistes olukordades, kus manuaalne sekkumine võib olla vältimatu. Pigem tuleks keskenduda intelligentsemate kontrollide välja töötamisele ja samuti ebavajalikest kontrollidest loobumisele.

Mida rohkem erineva loogikaga samme reeglitesse lisada ja mida keerulisemaks ajada algoritme, seda keerulisem on seda kommunikeerida maaomanikele ja ka õigusaktidesse reegleid kirja panna nii, et ei tekiks erinevaid tõlgendusvõimalusi.

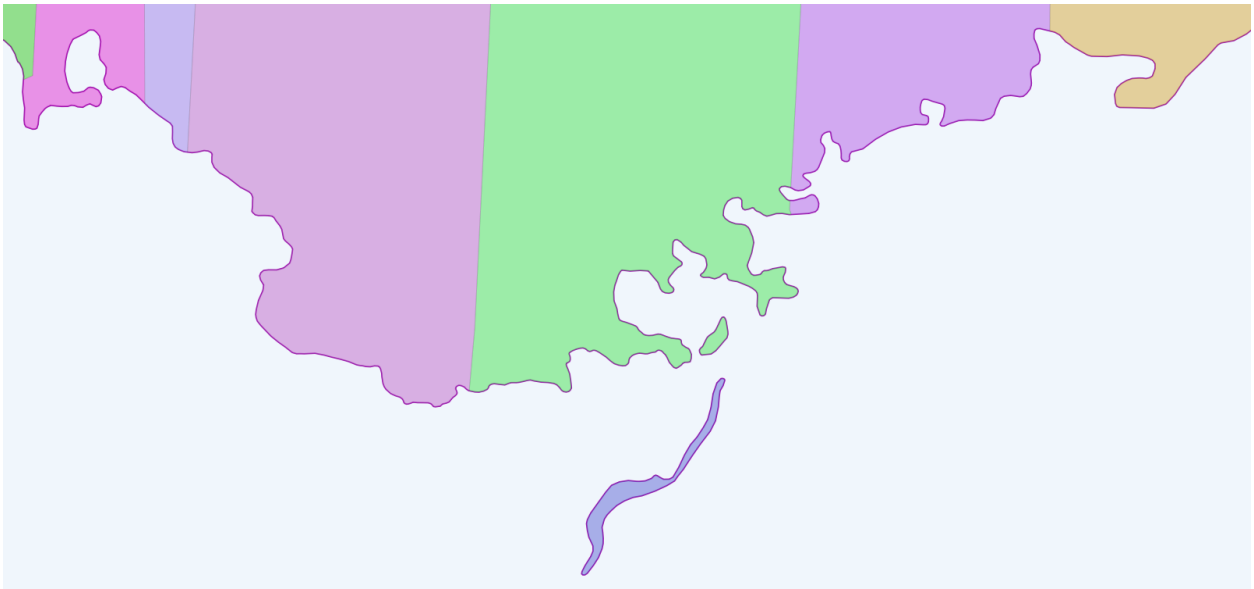
1.3. Visuaalsed näited, mis esitavad piiride muutumise ulatust

1.3.1. POC positiivseid näiteid ruumireeglite rakendamisest

REEGEL 1 ja 4: Positiivne olukord (valdav), kus piiride pikendamine hoiab massiliselt kokku manuaalset menetlust andmete parandamiseks (katastris enne ja pärast 2008 kaldajoonele viimist, Väike väin, Võipea). KÜ piirid enne 2008 kaldajoonele viimist, vt Pilt 3:

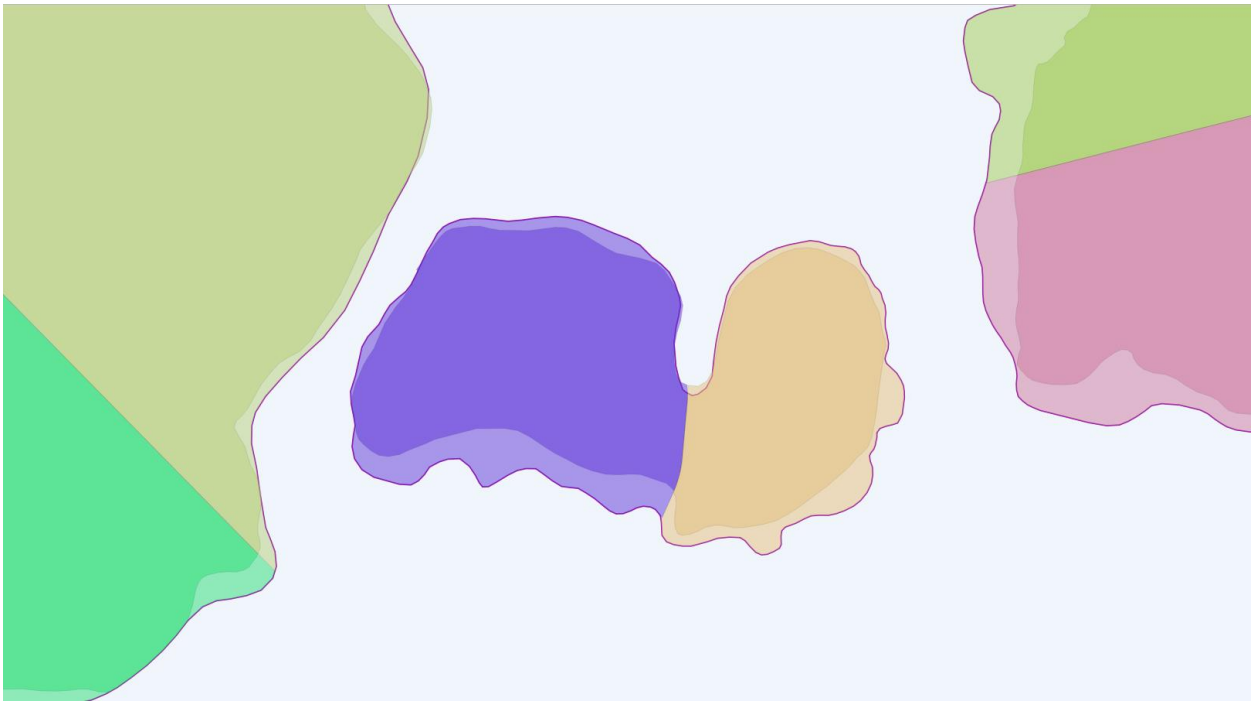


KÜ piirid 2008 kaldajoonele viiduna, Vt Pilt 4:

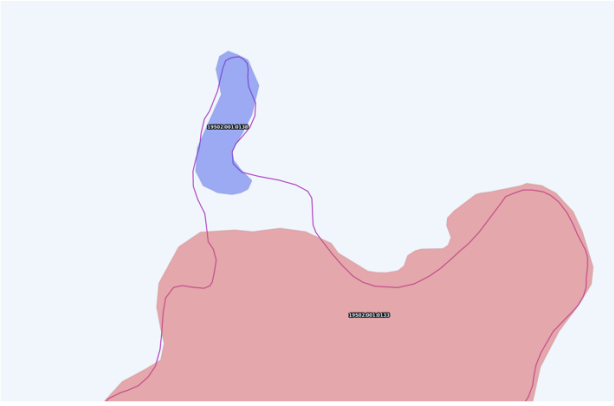


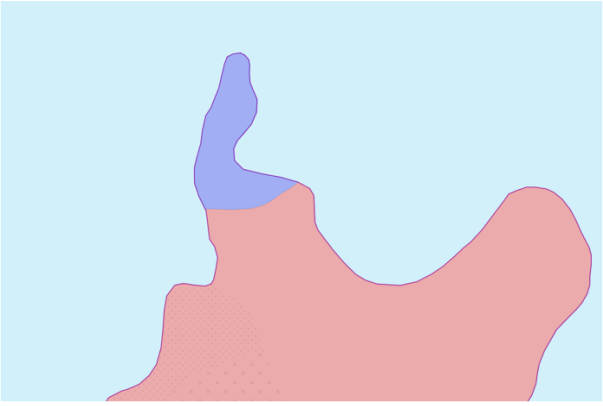
REEGEL 2 ja 4: Positiivne olukord, kus „lähim naaber“ meetod töötab iseseisvalt või kombineeritud lähenemise korral hästi. Vt KÜ 63902:001:4293 ja 63902:001:4294 liitumine laidude liitumisel (viimine 2008 kaldajoonele), olukord enne, vt Pilt 5:

Ja olukord pärast (pildil alt kumavana näha ka 2012 kaldale viidud KÜ-d, kus tekkinud saar on pisut kahanenud), vt Pilt 6:

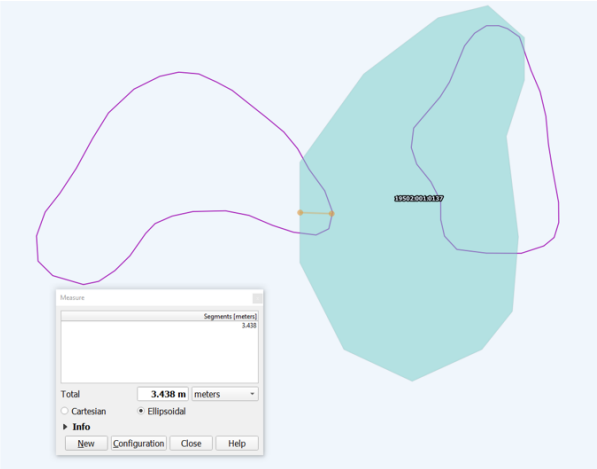


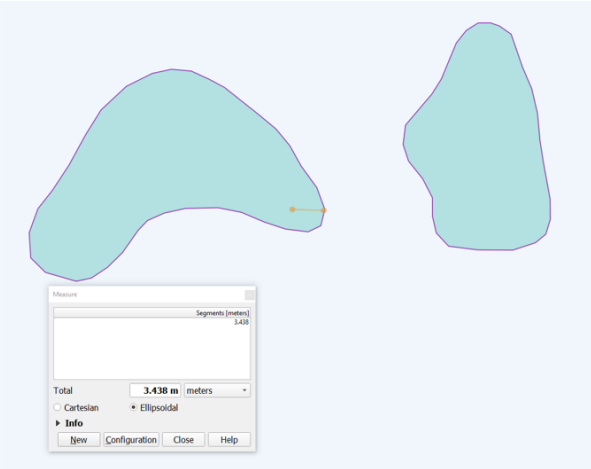
REEGEL 2 ja 4: Positiivne näide laidude liitumisest maaga (KÜ 19502:001:0138), vt Pilt 7:



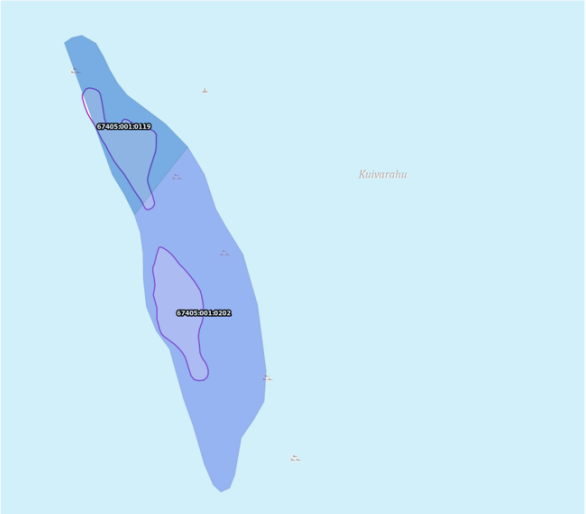


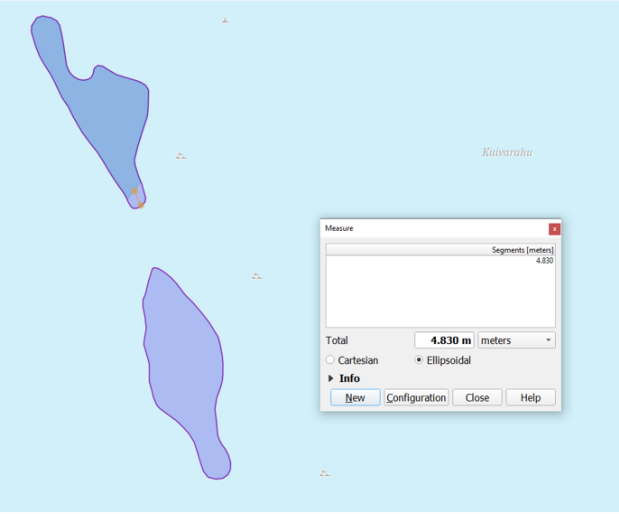
…ja jagunemisest (KÜ 19502:001:0137), vt Pilt 8:



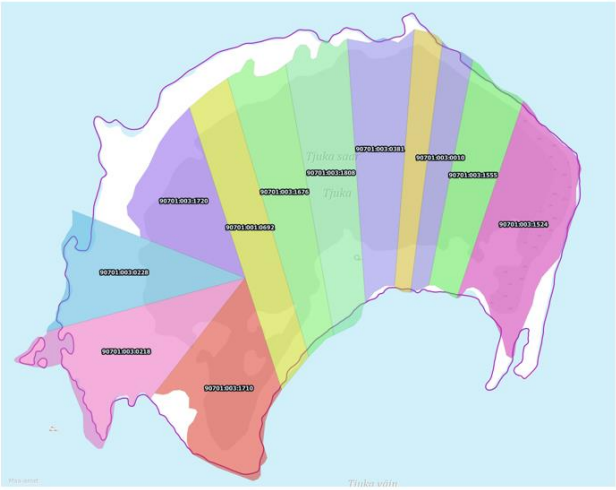


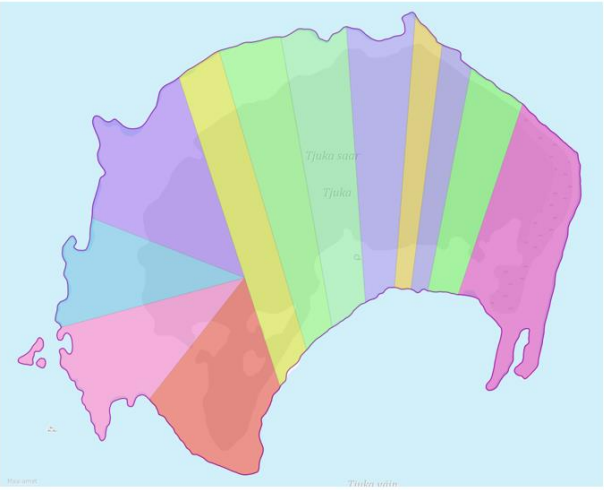
…ja jagunemisest moel, kus tekib eraldi KÜ 64405:001:0122 lahustükina (varasema KÜ koosseisus olnud osa ei saa liita uue tekkiva KÜ-ga, olukord tuleb automaatkontrolliga välja, KÜ jagunemine), vt Pilt 9:



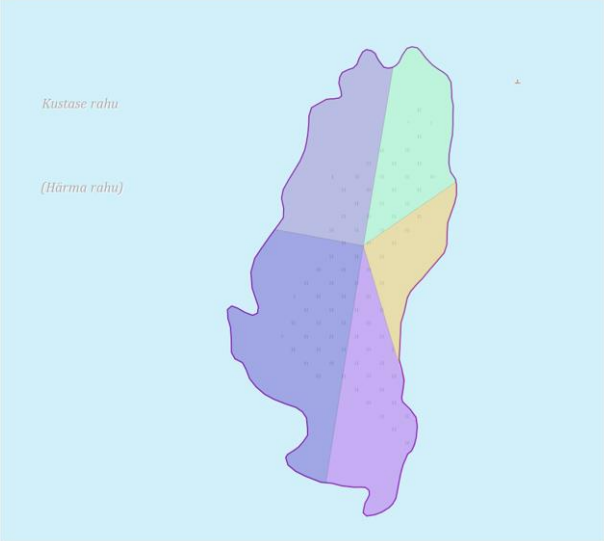


REEGEL 1 ja 4: Piiride pikenemise olukorrad saartel nii nagu on tõenäoliselt on olnud algne mõte (saar on jagatud sirgetega siiludeks) Tjuka saarel, vt Pilt 10:





… ja Kustase rahul, vt Pilt 11:



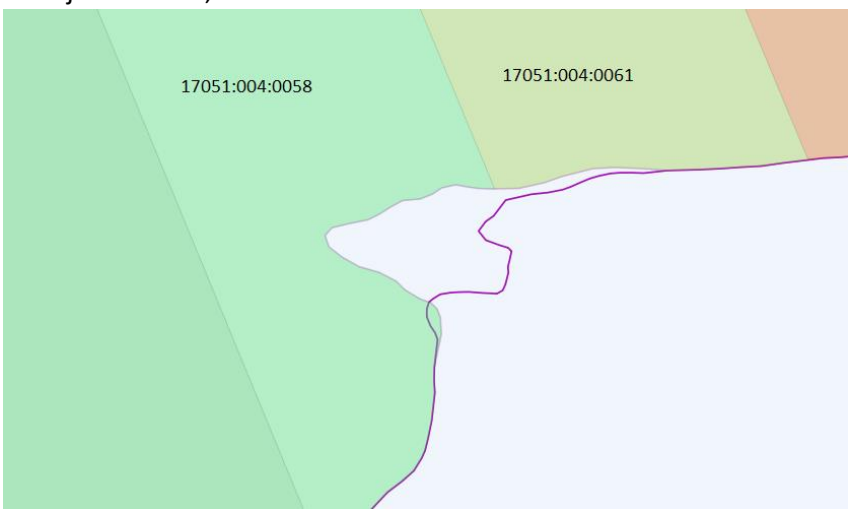
1.3.2. POC probleemolukorrad ruumireeglite rakendamisel

Käesolevas peatükis tuuakse välja probleemsed olukorrad, millega tuleb arvestada ruumireeglite rakendamisel. Kirjeldatud ruumireeglite järelduste kohaselt ei ole olemas ühte reeglit, mis ühetaoliselt hästi lahendaks kõik olukorrad. Sarnastes olukordades võib olla/on erinevate reeglite mõju piirisuhetele erinev.

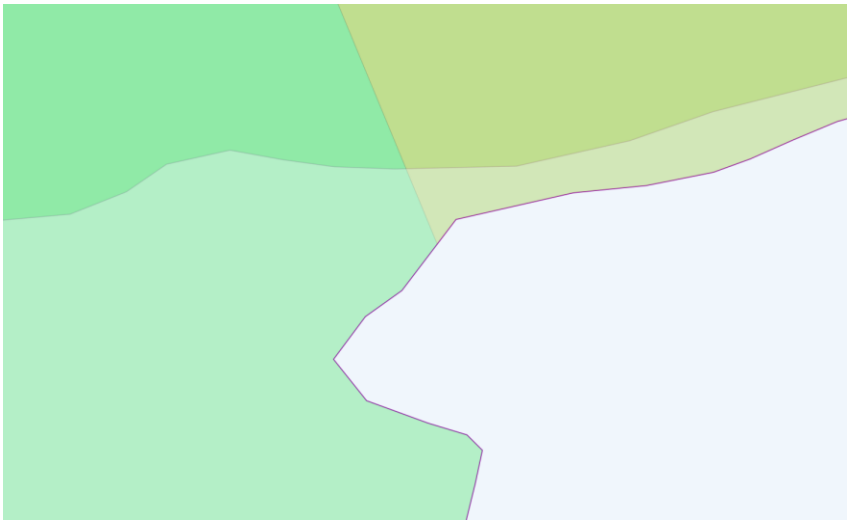
1.3.2.1. Terviklik näide erinevatest ruumireeglite rakendamise iseärasustest

Olukord, kus samade KÜ-de piirid muutuvad eri suunda erinevate reeglitega

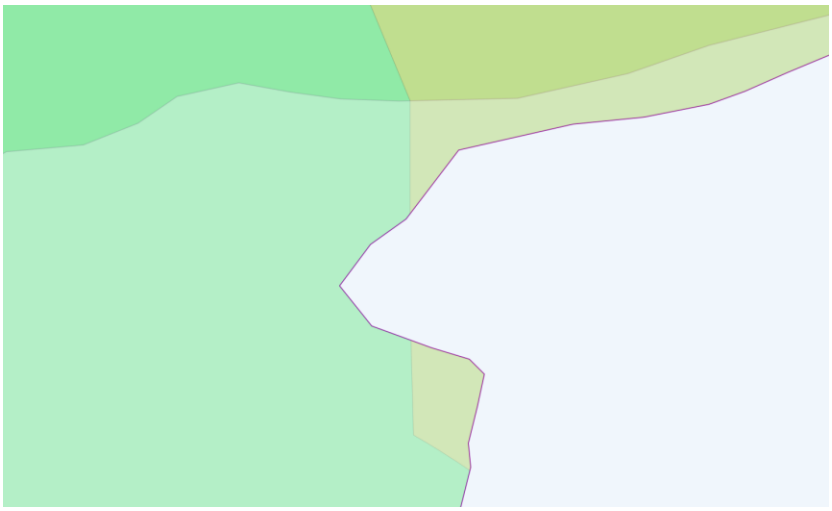
a) Algne seis KÜ 17501:004:0058 (roheline) ja 17501:004:0062 (kollane) 2008 kaldajoonel, 2012.a. kaldajoon on lilla, vt Pilt 12:



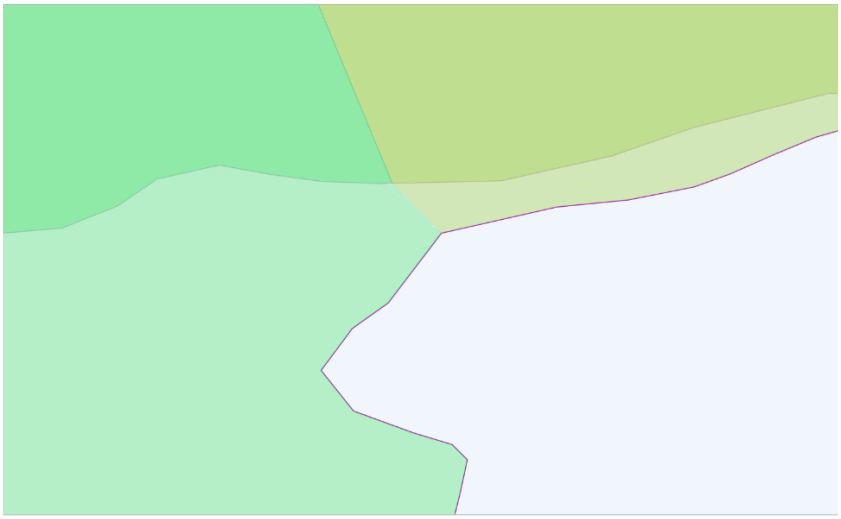
b) Reegel 1 kohaselt (piiride pikendamine) kulgeb piir pärast reegli rakendamist otse, nagu võiks antud olukorras ka eeldada, et see kulgema peaks, vt Pilt 13:



c) Reegel 2 kohaselt (piiri paigutamine võrdsele kaugusele vanadest piiridest) keerab piir aga vasakule ning tekitab lisaks veel ka lahustüki, vt Pilt 14:



d) Reegel 3 kohaselt (kaldajoone säilitamine) keerab piir seevastu paremale poole, vt Pilt 15:



Suuna erinevus kahe viimati mainitud reegli rakendamisel on tingitud sellest, et KÜ 17501:004:0058 (roheline) kaldajoon on olnud 2008 aastal kalda sopisuse tõttu väga pikk (tegu oli lahega, vt algne seis, Pilt 12), mistõttu lahe täis kasvades:

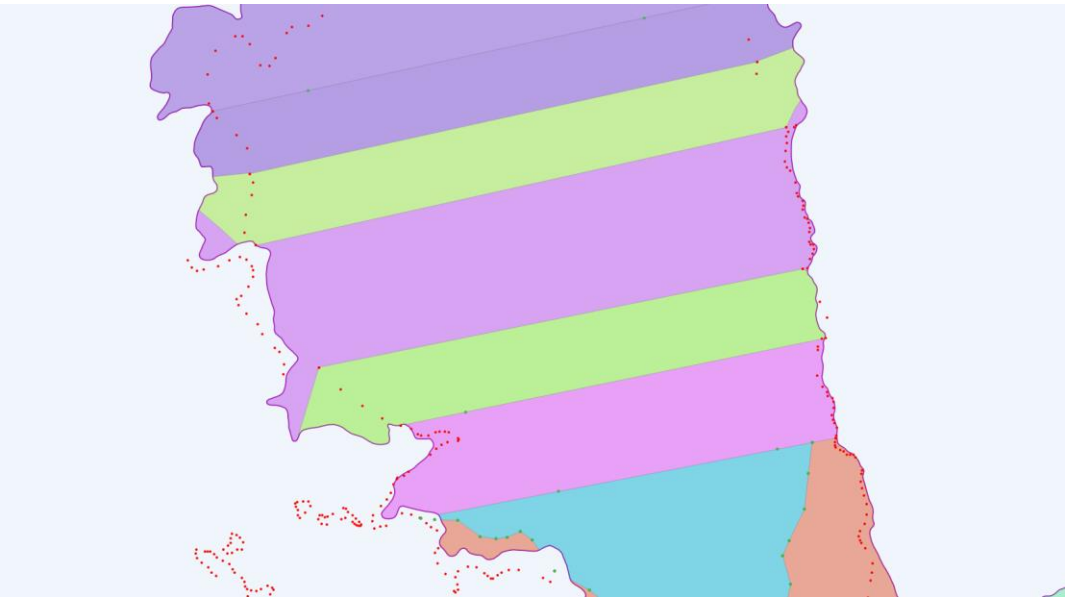
a) reegel 3 püüab seda proportsiooni alles hoida ja annab rohelisele pisut piiri juurde, aga
b) reegel 2 seevastu püüab piiri viia vanale piirile sopi sügavusele lähemale, piir keerab teisele poole ja võtab kaasa ka tüki poolsaarest.

1.3.2.2. Reegel 1 näide (piiride pikendamine)

Olukord, kus piiride pikendamine ei tööta (algandmed vajavad täiendamist)

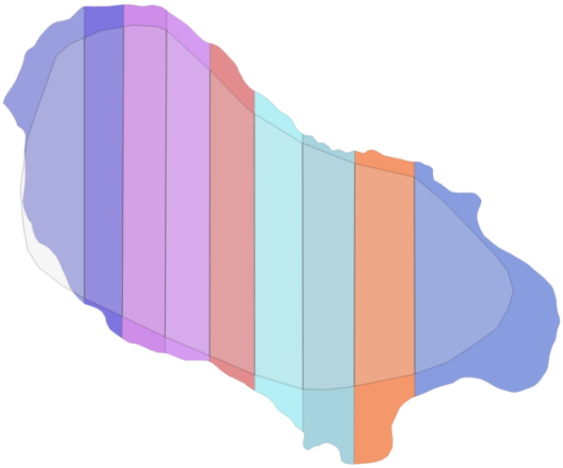
Sõmeri saare KÜ-d on (osaliselt) kirjeldatud ainult vabapunktina kaldal, vt Pilt 16:

…mistõttu rakendub nende KÜ-de korral „lähim naaber“ reegel, kuigi peaks rakenduma piiride pikendamine (vajab andmekorrastusel tähelepanu), vt Pilt 17:



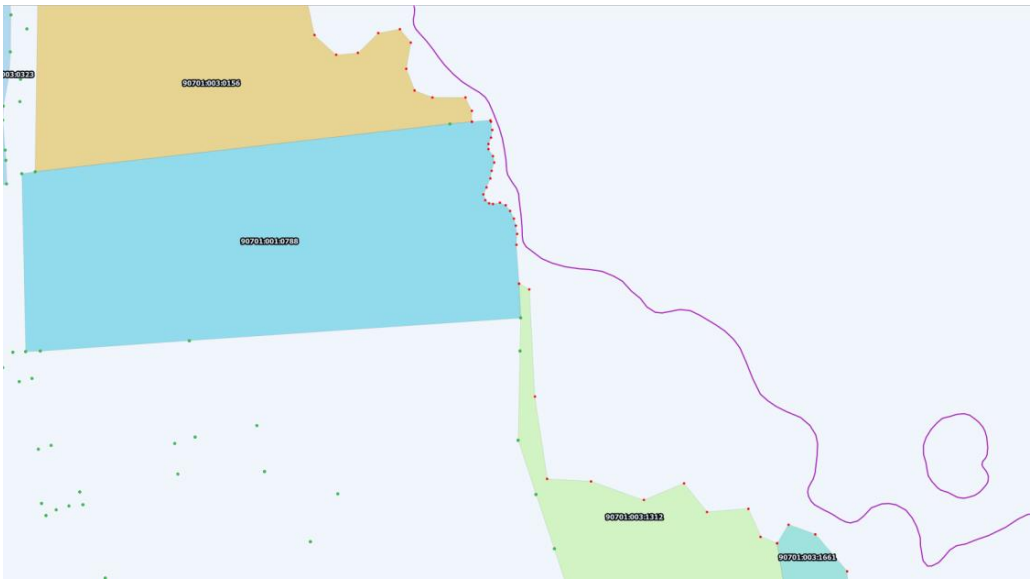
Sama olukord ka Seasaarel, mis lahendub sarnasel moel ja piirid ei tule sirged, vt Pilt 18:

…kuigi peaks lahenduma järgmiselt (ilmselt on peetud saare KÜ-deks jagamisel silmas, et saar „siilutatakse“ sirgetega), vt Pilt 19:

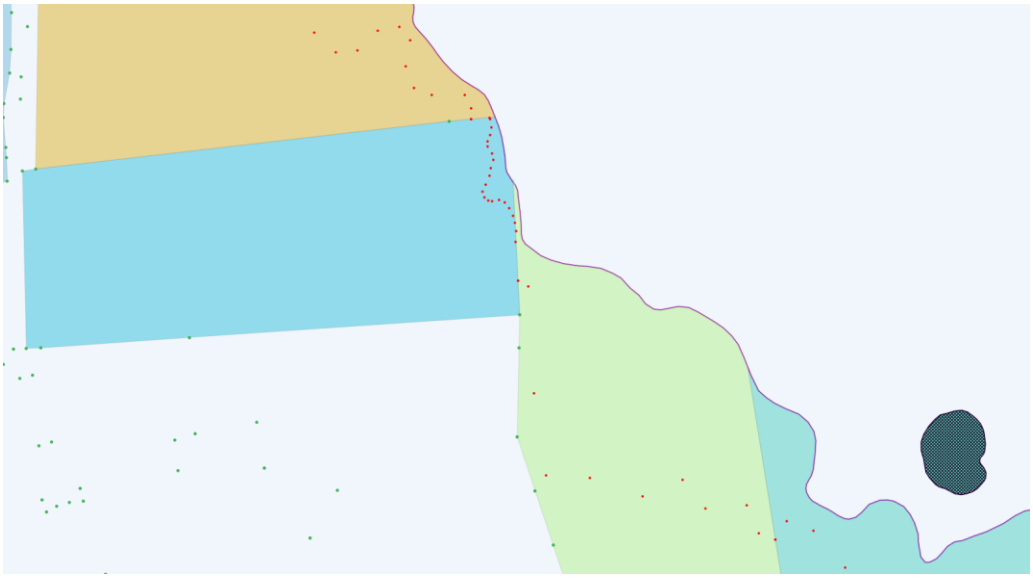


Olukord, kus piir keerab soovimatusse suunda

Varem määratud katastripiiridel on küll olemas nii vabapunkt „kaldal“ kui ka kindelpunkt maal, aga see määrab KÜ 90701:001:0788 (sinine) „ebaõiglase“ piiri pikendamise suuna, kuna tõenäoliselt määrati piir osaliselt varem tehtud KÜ (roheline) taha, vt Pilt 20:



Seetõttu KÜ 90701:001:0788 (sinine) kaldajoon väheneb ebaproportsionaalselt (olukord tuleb automaatkontrolliga välja), vt Pilt 21:

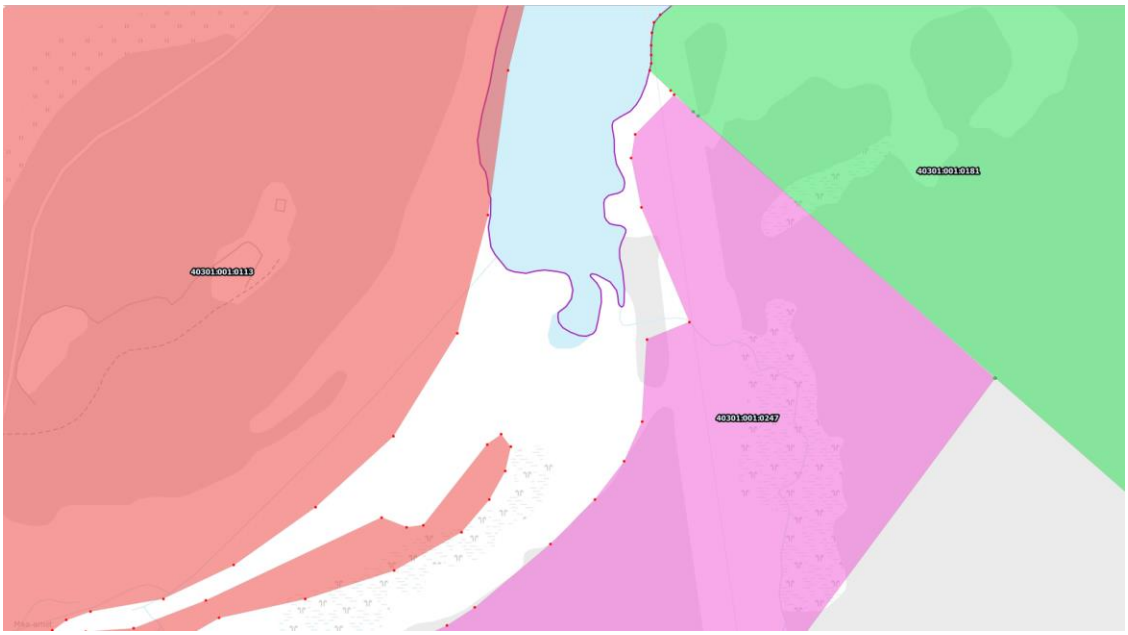


P.S. Antud olukord ei ole loodusliku tekkega, vaid see tekkis tuletiskihi loomisel, kus tänased KÜ piirid viidi 2008 kaldajoonele (algseis ei vasta looduslikule olukorrale, kindlasti ei järgi kaldajoont).

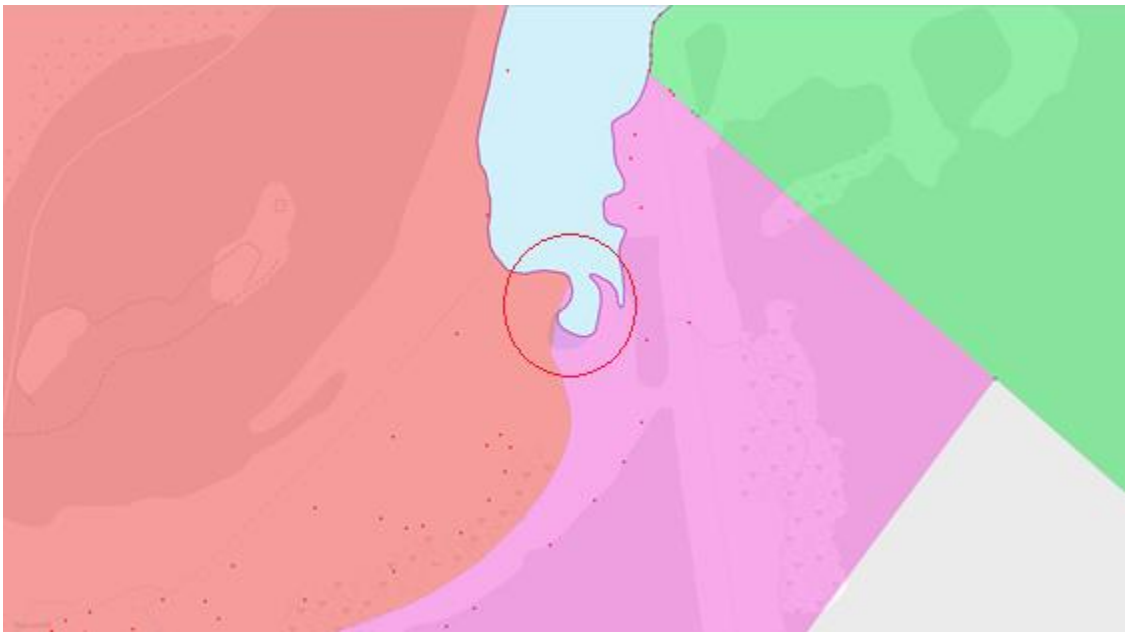
Olukord, kus tekivad soovimatud lahustükid katastrisse, kuna tekkivad tükid on siiski napilt seotud

Kui puudub ribasuse reegel ja maatükk on peale ruumireeglite rakendamist mingi KÜ-ga ruumiliselt seotud ka väga minimaalselt mõne sentimeetri ulatuses, liidetakse see ala selle KÜ koosseisu isegi juhul, kui looduses on tegu lahustükiga. Kui maa-ala on KÜ koosseisu liidetud, siis seda enam ära ei võeta ja vee peale tuleku jätkudes (aluskaardi veekogu on 2012 kaldajoone seisuga), tekib KÜ 40301:001:0247 lahustükk ka katastri andmete mõttes.

Algne seis sh tänased KÜ-d, 2008 kaldajoon (lilla) ja Maa-ameti aluskaart (2016 ülelennu seis), vt Pilt 22:



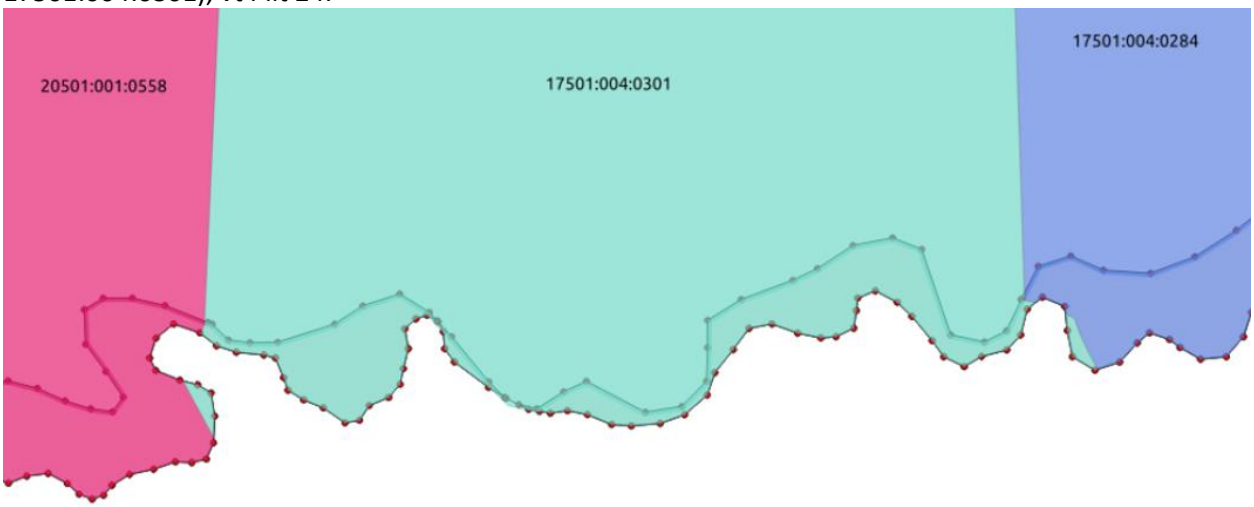
Tekkinud lahustükk tänase katastri viimisel 2008 kaldajoonele, alt on näha, et looduses on tegu pigem vee peale tulemise olukorraga (aluskaardi veekogu piir ulatub kaugemale sisemaale), vt Pilt 23:



1.3.2.3. Reegel 2 näide (lähim naaber)

Lahustükkide teke

Olukord, mis illustreerib lahustükkide teket kasvava maa jagamisel „lähim naaber“ meetodil (KÜ 17501:004:0301), vt Pilt 24:

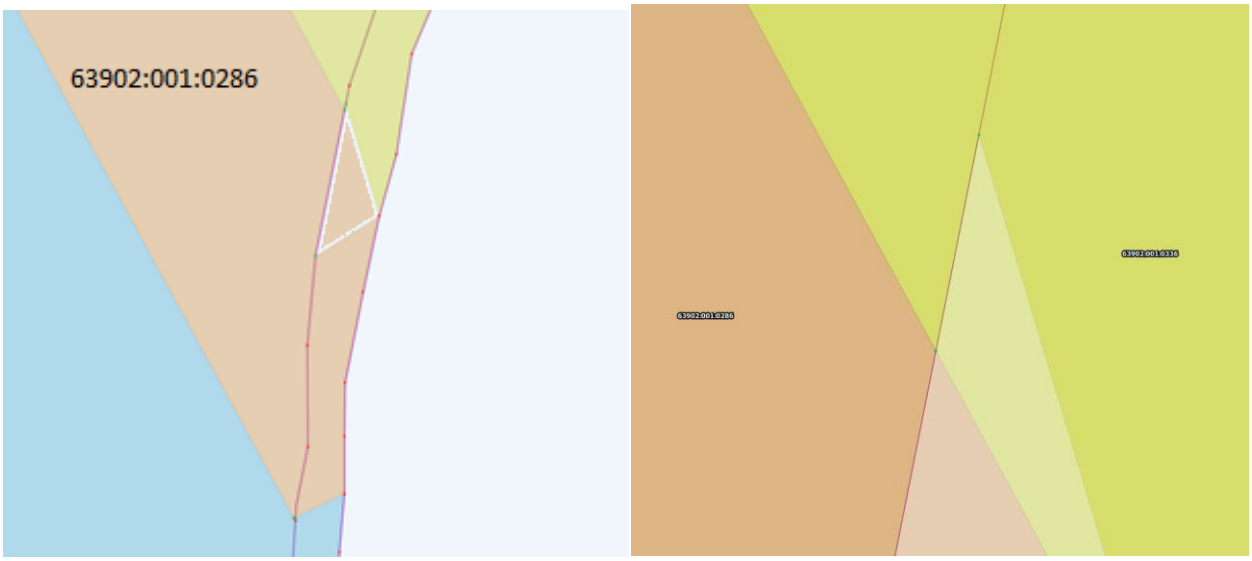


…mis samas kohas piiripikendustega ja ka kombineeritud meetodil laheneks niimoodi, vt Pilt 25:

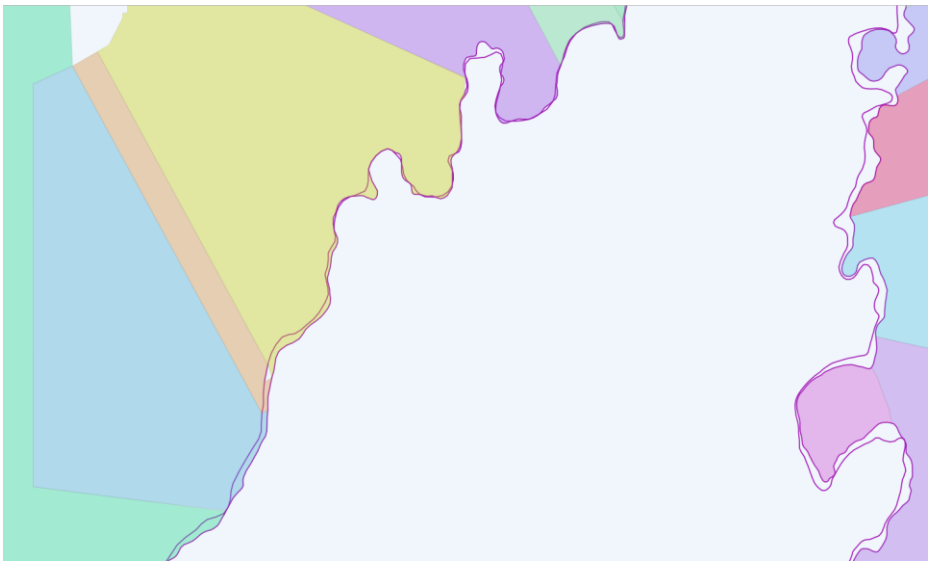
1.3.2.4. Reegel 3 näide (kalda säilitamine)

Olukord, kus kalda proportsionaalne säilitamine loob ebasoodsa olukorra lühema kaldajoonega KÜ-le

"Kaldajoone proportsionaalne säilitamine", mis oli antud reegli algne mõte, teeb suurte kolmnurkade tõttu (väike punktitihedus) ja suurte naabrite tõttu kitsale KÜ-le 63902:001:0286 tuntavalt liiga (kasvavad tema ette). Olukord oleks leevendatav kaldajoonele käänupunktide lisamisega, vt Pilt 26:



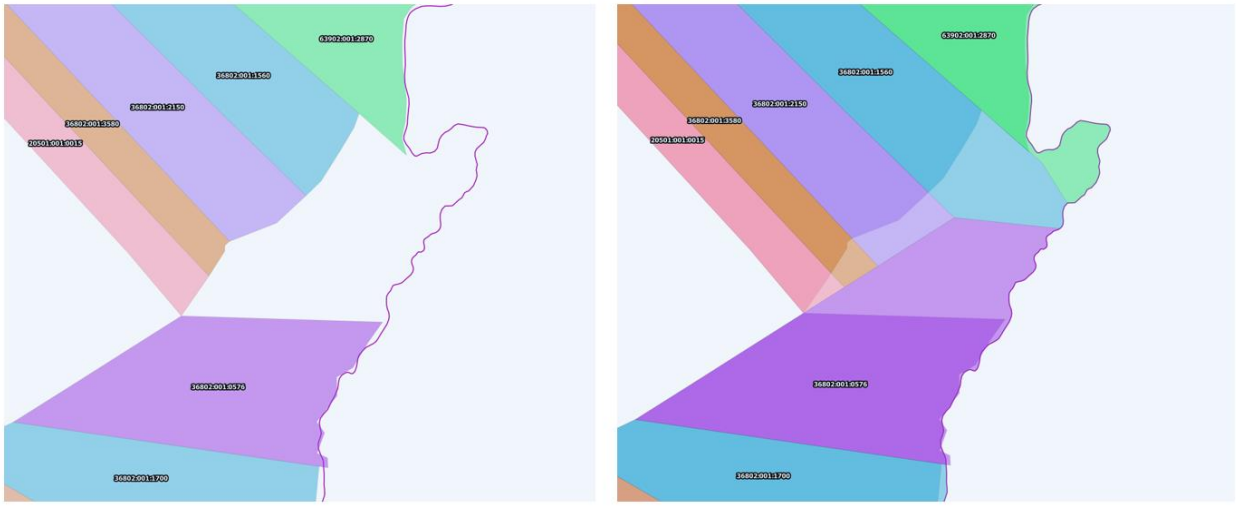
Ette kasvamise olukord tekib, kuna KÜ 63902:001:0286 kõrval on kaks väga pika kaldajoonega KÜ-d, mis kaldajoone proportsionaalse säilitamise korral hoiavad paremini oma osa, sest proportsionaalselt on nende piir palju pikem, vt Pilt 27:



1.3.2.5. Reegel 4 näide (kombineeritud)

Olukord, kus kombineeritud lähenemine peaks rakenduma varem või tuleb teha andmekorrastus enne piiride pikendamist

Olukorrad, mis vajavad eelkõige tähelepanu andmekorrastusel (tänase katastri andmete viimisel kehtivale ETAK kaldajoonele). Ilmselgelt ei ole tegu kaldajoonega, midagi on valesti/puudu, ruumireeglite rakendamine loob ebasoovitava olukorra: KÜ 36802:001:0576 pikendatakse „teiste ette“, alles seejärel rakendub „lähim naaber“, vt Pilt 28:



Antud olukord tuleb välja automaatkontrollidega tänu sellele, et osad kaldakinnistud, mis varem olid AKK lakkavad olemast AKK.

P.S. Antud olukord ei ole loodusliku tekkega, vaid see tekkis tuletiskihi loomisel, kus tänased KÜ piirid viidi 2008 kaldajoonele (algseis ei vasta looduslikule olukorrale, kindlasti ei järgi kaldajoont).

2. KÜ-d mitteavaliku veekogu kaldal (MKK) ruumireeglid ja POC

Mitteavalikeks veekogudeks antud analüüsil nimetatakse kõiki veekogusid, mis ei ole avalikud veekogud (Veeseadus § 23). Samas, silmas tuleb pidada, et ETAK ei erista avalikke ja mitteavalikke veekogusid ja ka katastris ei eristada piiri kulgemise viisi avalike ja mitteavalike veekogude lõikes.

2.1. Valimi koostamine ja lähteandmete tootmine

MKK maastikuobjektidega sidumise võimaluste uurimiseks analüüsiti ETAK nähtusklassiga „Veekogud ja hüdrograafiised rajatised“ seotud KÜ-sid. Sinna kuuluvad grupid „seisuveekogud“ (järv, tehisjärv, tiik, laugas jmt) ning „vooluveekogud“ (jõgi, oja, peakraav, kraav, kanal), sh välja jäeti avalikud veekogud Peipsi järv, Võrtsjärv ja Emajõgi. Kirjeldatud nähtusklassi kaldal olevaid katastriüksuseid kokku on hinnanguliselt ligemale kolmsada tuhat (vt tabel 2), st potentsiaalne mõju MKK sidumiseks maastikuobjektidega on väga suur.

Tabel 2. Voolu ja seisuveekogude ääres olevad KÜ-d[5]

Jõgi	34 737
Kanal	293
Kraav	240 296
Oja	35 423
Peakraav	13 724
Veekogule moodustatud KÜ-d	744
Seisuveekogud (järved, tiigid jmt kokku)	28 708

Ruumireeglite välja töötamiseks ja POC läbi viimiseks oli analüütikutel kasutada e-katastri piirilõikude andmestik. Kulgemisviisi alusel lõike analüüsides leiti, et vooluveekogu teljega seotud piirilõike katastris on ca 677 000 (vt tabel 3), aga koguni ligemale pooled nendest on ebakõlalise kulgemisviisiga, kus sama piirilõigu kohta on kahel erineval katastriüksusel erinev piiri kulgemisviisi kirjeldus. Veekogu kaldajoonega oli seotud 202 000 joonelõiku (27% ebakõlalised). Lisaks on veekogude kaldal suure tõenäosusega suur osa nö analüütilistest lõikudest ja punktidest:

- **Analüütiline piirilõik** – Kasutatakse a) piirilõikudel, mis kulgevad tähistatud piiripunkti ja loodusobjektil kulgeva piirilõigu vahel näit. kraavi ääres olevast raudtorust kraavi teljele ja kraavitelje punktist raudtoruga tähistatud punkti, b) piirilõigul, mis kulgeb koodiga 03211 (analüütiline) punkti, sealt edasi või nende vahel.
- **Analüütiline punkt** - (Kasutatakse juhul kui piirimärki ei ole võimalik paigaldada näiteks: a) piiri kulgemisel endisel rannajoonel – see on vajalik olemasolevate üksuste uuel mõõtmisel näit. jagamiseks kui rannajoone asukoht on katastri aluskaardil muutunud, b) piirpunkti ei ole võimalik piirimärki paigaldada ja ei ole võimalik mõõta ka sidemeid näit. roostikus)

[5] Saadud ruumipäringutega, vt Analüüsi osa C (Mõjuanalüüs). Numbreid ei saa summeerida, kuna sama KÜ võib olla seotud mitme erineva maastikuobjektiga.

Tabel 3. Piirilõikude kulgemised veekogude kalda- ja telgjoontel e-katastri andmetele tuginedes[6].

Kulgemisviis	**Lõikude koguarv**	**Erineva kulgemisviisiga lõikude arv**	**Lõikudega seotud unikaalsete KÜ-de arv**
analüütiline	*2 415 560*	*1 162 615*	*273 503*
veekogu kaldajoon (migreeritud)	*202 822*	*54 493*	*14 329*
veekogu telg (migreeritud)	*677 031*	*340 798*	*104 036*
vooluveekogu teljejoon	*45*	*45*	*11*

Suuremad väljakutsed seoses MKK andmetega on:

a) Ebakõlade likvideerimine katastri andmetes lisaks üldistele katastri kvaliteedi probleemidele sh välja selgitamine, millised lõigud peavad kulgema maastikuobjektil ja millised mitte. Samuti tuleb tagada, et piiri kulgemise viis on:
    a. kirjeldatud naabrite vahel ühetaolisena,
    b. kirjeldatud kõigil maastikuobjekti ääres olevatel lõikusel/punktidel ühetaolisena,
    c. kontrollitud, et sama punkti info ei oleks ebakõlaline.
b) Välja selgitamine, millises ulatuses täpselt piir peab kulgema sirgjooneliselt punktist punkti ja millisest hetkest alates maastikuobjektil kulgevana (iseäranis aktuaalne kraavide ja ojade korral, kus piir kulgeb tihti maastikuobjekti lähedal, ent ometi mitte täpselt vooluveekogu teljel).
c) Punktipõhises katastris punktide sidumine ETAK andmetega (millise ETAK objektiga täpselt üks või teine punkt seotud on).

Andmekvaliteedi probleemidest seoses MKK andmetega annab ülevaate Lisa 5. Selleks, et ruumireegleid rakendada on vaja puudused likvideerida ja punktidele atribuudid lisada.

Erinevalt AKK objektidest, kus ühel pool on alati maismaa ja teisel pool meri (valim saarte näitel), ei õnnestunud näidisandmete lausalist tootmist läbi viia automatiseeritult. Kuna näidisandmete tootmine jäi käsitööks, ei olnud võimalik toota sellise suurusega valimit MKK ja teede POC jaoks, mille pealt hinnata ruumireegleid omavahel ja koguda selleks vajalikku statistikat. Seetõttu jäi analüüsi käigus tuvastamata, kas (AKK-le) sarnased protsendid mõju ulatuse, jaotamata maa jmt osas kehtiksid ka MKK (ja teiste maastikuobjektide) korral. Selle asemel keskenduti POC tegemisele kitsas piirkonnas, et näidata selle koha jaoks kõige sobivama reegli kasutatavust MKK ja teede kontekstis (nn „tehniline POC“) tänaste katastri ja ETAK andmete põhjal.

MKK POC jaoks valmistati ette andmed Ahja jõe piirkonnas, lisades igale katastri punktile käsitsi seosed vastavalt kas jõe kalda- või telgjoonega (vt edasi, pilt 29 ja 30).

[6] Täpsemalt on KÜ seosed maastikuobjektidega välja toodud Analüüsi osas C (Mõjuanalüüs).

2.2. Ruumireeglite rakendamine MKK objektidele

Loodud andmestikule tuginedes viidi läbi POC kasutades ruumireeglit 1 so **piiride sirgjooneline pikendamine**. Antud reegel on kõige lähem tänasele piiride muutmise loogikale ja töötas hästi ligemale 95% AKK juhtudest. Piiride pikendamine toimus valitud POC piirkonnas nii veekogu telgjoonele (enamus KÜ-sid) kui ka kaldajoonele (KÜ 29101:001:0935).

POC koosneb järgmistest sammudest (vt täpsem ruumireegli selgitus Lisa 5):

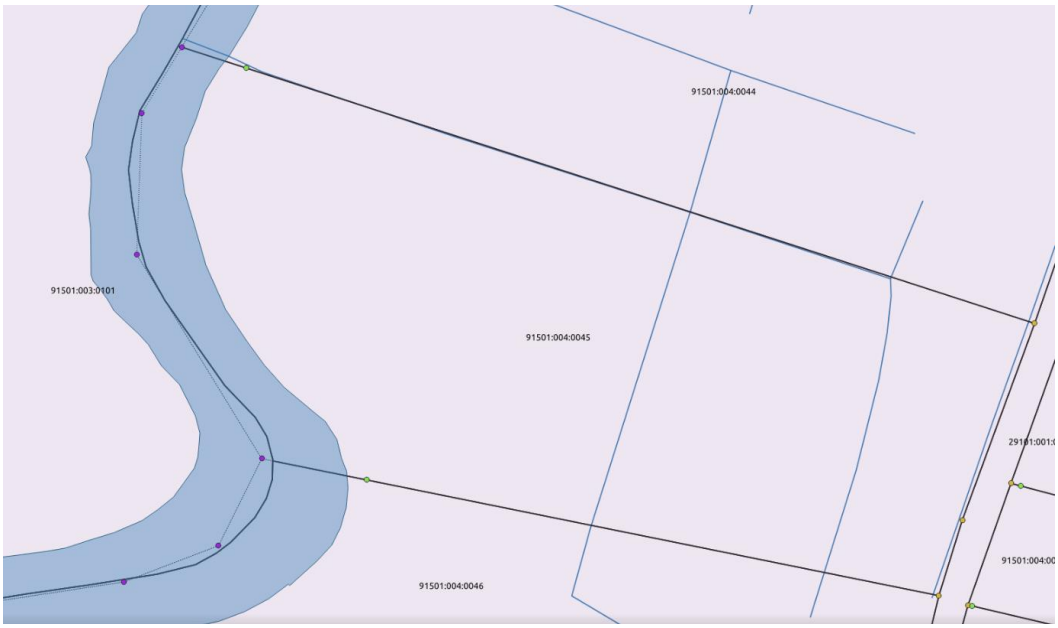
- Päringuga leitakse unikaalsed KÜ käänupunktid.
- Neist omakorda leitakse käsitsi käänupunktid, mis võivad maastikuobjektiga olla seotud.
- Maastikuobjektiga seotud punktidele omistatakse väärtus (*täpsustus*) ja seos nähtuse tüübiga (veekogu telg, veekogu kallas, tee telg). Kõik muud punktid loetakse kindlateks (mõõdistatud punktideks, mille asukoht ei tohiks muutuda). Veekogu teljepunktid on lillad, kaldapunktid sinakad ja "kindelpunktid" helerohelised, vt pilt 29:

- Valitud puntidele rakendatakse ruumireeglit 1 (piiride pikendamine) võttes aluseks vastava väärtuse saanud punkte ja neile eelnevat KÜ käänupunkti.
- Piire pikendatakse kuni ETAK objektiga (kaldajoon, telgjoon) lõikumiseni ning tükeldatakse ETAK objekt (telgjoon, veekogu ala piirjoon).
- Moodustatakse uued pinnad, kus olemasolevad mööda maastikuobjekti kulgevad piirilõigud asendatakse uute, ETAKi objektidest lõigatud joontega.
- Ekstraheeritakse polügoonidest käänupunktid, eemaldades olemasolevast punktide kihist need, mida enam olemas ei ole ja tõstes uude asukohta need, mille asukoht interpoleerimise tõttu on muutunud (telg/piir või telg/kallas lõikekoht). Lisatakse punktid, mida varem olemas ei ole olnud (ETAKi objekti käänupunktid, mis nüüd on osa katastriüksuse piirist)

Saadud tulemust illustreerib pilt 30:

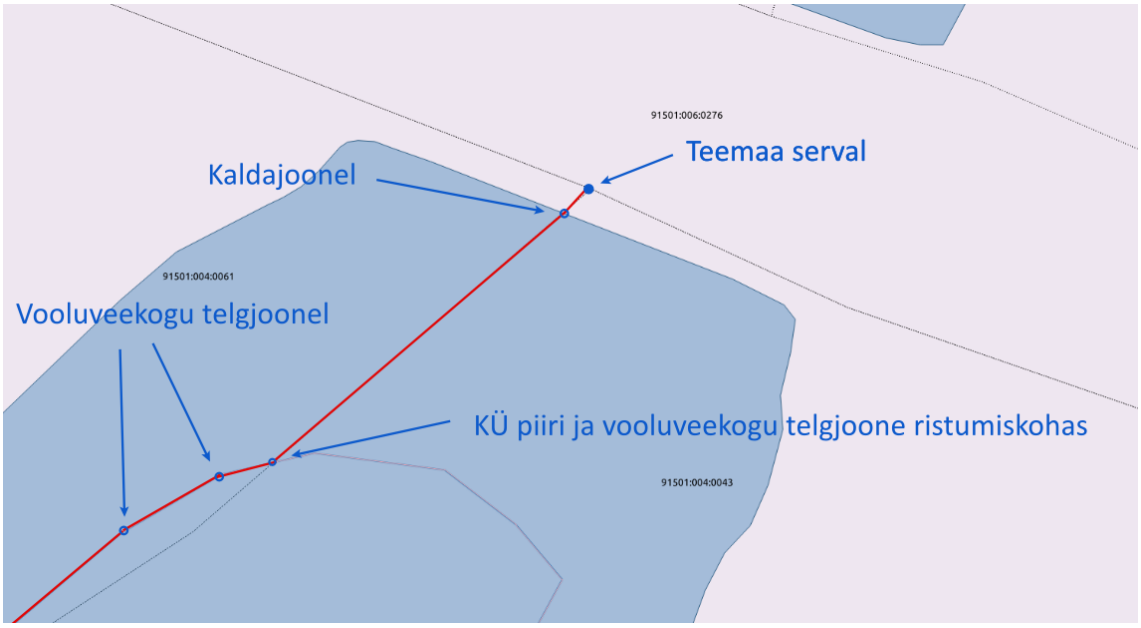
Nagu jooniselt näha, liigub katastri piir kaasa nendes kohtades, kus käänupunktidele on vastav atribuut omistatud so Ahja jõe teljel ja KÜ-de 91501:003:0101 ja 91501:003:0057 vahelisel kraavil ja ei liigu kaasa seal, kus seda tehtud ei ole. Arvestada tuleb, et ühelt olukorralt teisele üle minnes tekivad üleminekukohad, kus varem sirgelt kulgenud piir teeb sisse nö „saki“. Vt üleminek endiselt KÜ piirilt vooluveekogu teljele KÜ-de 91501:003:0101 ja 91501:003:0057 vahel, pilt 31:

Järgneval joonisel on toodud KÜ 91501:004:0045, mille kagust edelasse liikuv põhjapoolne piiriosa küll on kraavi teljega suhteliselt hästi ühtiv, kuid kuna ette valmistatud ETAKi andmetes pole seotud objektid märgistatud kui „kataster kasutab“ ja piiripunktid nii Ahja jõe kalda lähedal kui ka idapoolse tee ääres on “kindelpunktid”, siis seda piirilõiku pole kraavi peale üle kantud, vt pilt 32:

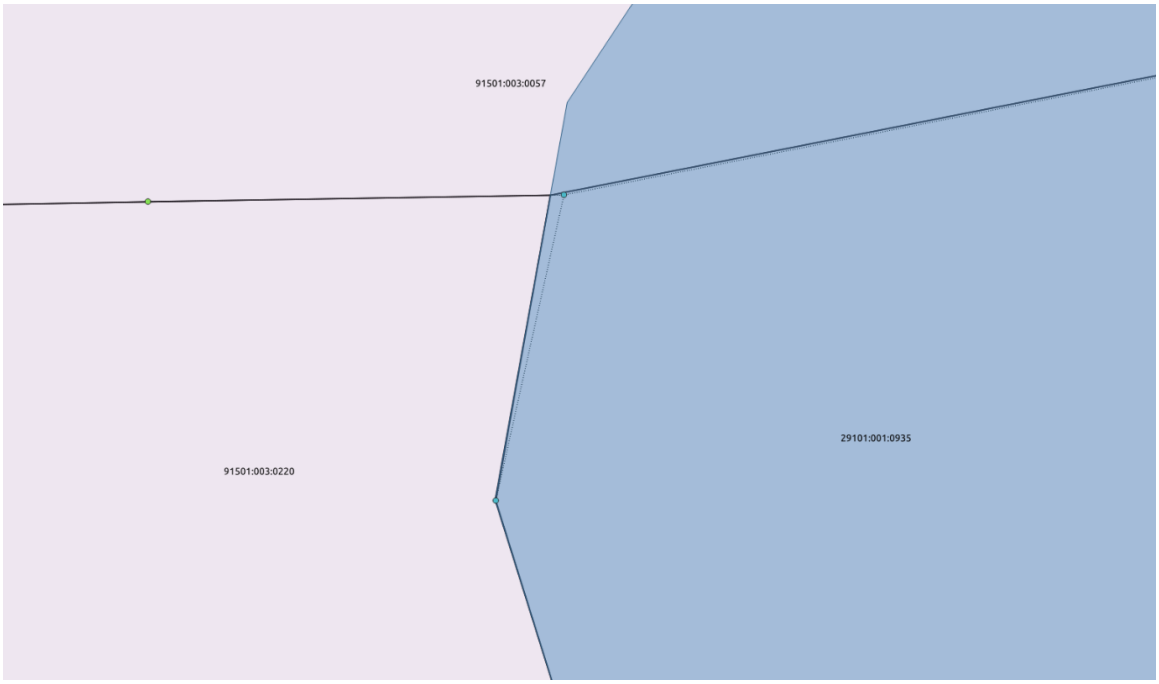


Käänupunktidele atribuutide omistamise tähtsust illustreerib allolev näide, kus väga lühikeses lõigus võib piir kulgeda kolmel erineval maastikuobjektil: jõe telg, jõe kallas ja teemaa serv, vt pilt 33:

Sellises olukorras piir liiguks tulevikus kaasa alljärgnevalt, vt pilt 34:



Kaldajoonel toimunud muutused valimi piirkonnas ei olnud suured, ent POC raames need toimusid seal, kus erinevus oli, vt nt KÜ-de 91501:003:0220 ja 29101:001:0935 vaheline olukord nö „sisse suumitult“, vpilt 35:



POC on leitav aadressil https://gitlab.sise.envir.ee/koodihoidla/etak-kataster

Kuna POC ei saadud läbi viia piisavalt esindusliku valimi peal, on raske määrata, kui paljudel juhtudel piiride sirgjoonelise pikendamise reegel sel moel **ei tööta**, kuid AKK analoogi kasutades võib eeldada, et:

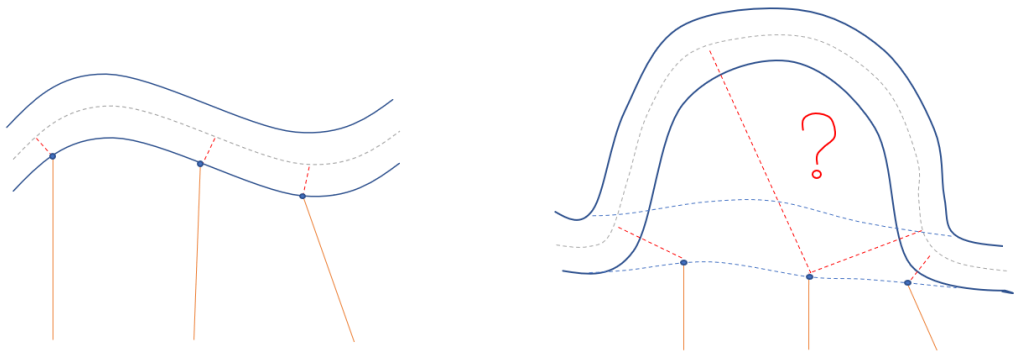
a) Piiride pikendamine (Reegel 1) on parim reegel ca 95% juhtudest ning ülejäänud 5% tuleb lahendada muud moodi.
b) Kombineeritud lähenemine (Reegel 2) aitab selliseid olukordi lahendada, sh kombineeritud lähenemise osana tuleks eelistada reeglite 1 ja 2 omavahelist kombineerimist[7] (reegel 3 ehk triangulatsioon ei täitnud soovitud eesmärki AKK kontekstis).
c) Automaatkontrollidega on võimalik tuvastada enamik selliseid juhtusid, kus ruumireeglid tekitavad vastuolusid andmetes ja vajaksid katastripidaja poolt täiendavat üle vaatamist (vt jrg peatükk).
d) <u>Kõige suuremad probleemid ja vastuolud andmetes lahendatakse ära andmete masskorrastuse käigus.</u> Kui tänased KÜ-d on kord viidud ETAK nähtustega kooskõlla, siis ruumireeglite rakendamisel on oluliselt vähem vastuolusid edaspidi (ja ka piiride pikendamine toimub järjest paremini).

Piiride pikendamine vastab kõige enam ka täna levinud praktikale KÜ piiride moodustamisel veekogu kaldale ja teljele. Siiski pikendatakse piire praktikas pisut erinevalt sõltuvalt looduslikust olukorrast ja maamõõtja kogemusest. Peamised erinevused on:

a) Piire pikendatakse praktikas eelkõige kaldajoonele lisades sinna vajadusel nö analüütilisi punkte (sama saab teha ka automaatreegli korral).
b) Kaldajoonelt vooluveekogu teljele pikendamisel on käitutud erinevalt kas piiri sirgjooneliselt pikendades või lähtuvalt asjaõigusseaduse § 131 lõikest 2:

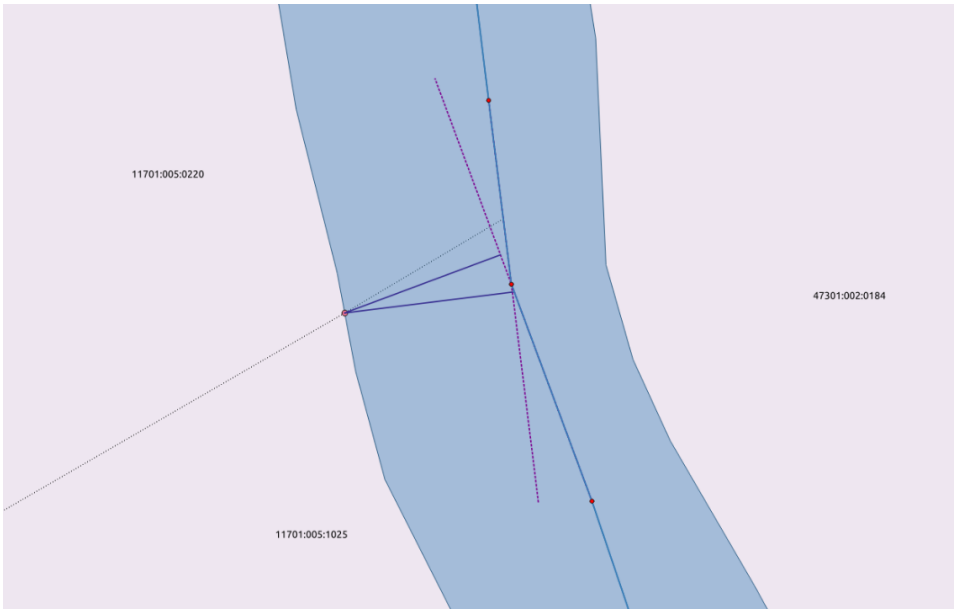
   Mitme kinnisasja piires olevast veekogust kuulub igale kaldaomanikule see osa, mis on veekogu keskele tõmmatava mõttelise joone ning sellelt joonelt vastava omaniku kaldapiiripunktidele risti tõmmatavate mõtteliste joonte vahel või veekogu keskpunktist vastava omaniku kaldapiiripunktidele tõmmatavate mõtteliste joonte vahel, kui seaduses või lepinguga ei ole sätestatud teisiti.

Sõnasõnalt lugedes tuleks selle kohaselt veekogu teljest moodustada 90-kraadise nurga all piir viimasesse maismaal olevasse käänupunkti või analüütilisse punkti, vt pilt 36:



[7] MKK puhul on rakendatavad samad reeglid, mis AKK puhul, aga mehhanism ja automaatkontrollid on erinevad.

Ristumise reeglit jõe teljega on keeruline saavutada, see pole valdavalt ka põhjendatud ning sellele ei tehtud POC. Vooluveekogu ala ei ole kunagi vooluveekogu telje täiuslik, sama laiusega puhver. Seetõttu pole vooluveekogu teljest täisnurksete sirgete joonistamine katastriüksuse piiri ja vooluveekogu ala piiri („kalda") vahel reeglina alati võimalik. Allolev pilt illustreerib olukorda, mis eeldaks täisnurkse ristumise saavutamiseks vooluveekogu telje lõigu (kahe järjestikuse punase punkti vahel olev sinine joonelõik) mõttelist pikendamist, vt lilla punktiirjoon. Seetõttu aga ristuks pikendus (tumesinine joon) mõne teise vooluveekogu telje lõiguga ja tulemuseks oleks mittetäisnurkne ristumine, vt pilt 37:



2.3. Automaatkontrollid ja andmetöötlus

Kuigi reeglid MKK korral on sarnased AKK piiride sidumiseks ETAK nähtustega, on MKK puhul ka rida erinevusi. Samamoodi on erisusi ka teiste maastikuobjektide ääres paiknevate KÜ-de piiride sidumisel ETAK-ga, mis vajavad automaatkontrollidega tuvastamist. Neid kõiki ei ole võimalik ette näha ning automaatkontrolle ja andmetöötluse etappe tuleb vajaduse ilmnedes lisada või muuta või ka vahelt ära jätta.

MKK puhul tuleb arvestada, et:

a) Piiride sirgjoonelise pikendamise rakendamiseks vajalike andmete eeltöötlus sh pikendamist vajavate lõikude leidmine käib pisut teistmoodi MKK korral (vt Lisa 6).
b) Voronoi diagrammi rakendamiseks vajalike andmete eeltöötlus sh jagamist vajava maa leidmine jmt käib pisut teistmoodi MKK korral (vt Lisa 6)
c) Automaatkontrolle tuleb võrreldes AKK-ga (p.1.1.3) täiendada ja/või muuta, nt
    a. Lisada päring, kas üksused on alles (automaati läheb sama palju KÜ-sid sisse kui tuleb välja) sarnaselt AKK-le (üksus tekib, üksus kaob). MKK puhul aitab see leida olukordi, kus ruumireegli tulemusel või sisuliselt jääda maa jaotamata (AKK korral on rohkem olukordi, kus üksus looduse muutudes päriselt kaobki).
    b. Lisada valgusfoori päringud (kirjeldatud mõjuanalüüsis, vt Analüüsi osa C):
        i. Veekogu piir muutustele, millele on registreeritud KÜ.
        ii. Kraavide ja kiviaia piiri muutustele, kui need muutuvad „lubatust rohkem.

c. Lisada kontrollid kas perioodiliselt või või automaatika osana (siis, kui andmete masskorrastus on tehtud):
    - kui oli KÜ oli kirjeldatud kaldale ja jõgi kahaneb (muutub ETAK telgjooneks), siis automaatselt seda siduda ei saa ja ei või, aga mõistlik oleks olukord lahendada koostöös omanikuga ja siduda KÜ piir veekogu teljega.
    - Kaaluda, kas on vaja kontrolle ka olukordadele, kus ETAK veekogu telgjoon kaob (KÜ piir seotakse lahti/ei muutu) või ei leita lähedusest ühtegi telge, mille külge saaks KÜ punkte siduda.

Samuti võib kaaluda (AKK-st) erinevate tolerantside rakendamist MKK korral pindala, kaldajoone jmt suurenemisele ja vähenemisele.

3. KÜ-d teede ääres ruumireeglid ja POC

Teede ääres on veelgi rohkem KÜ-sid kui veekogude ääres. ETAK kaardistuse täpsus vastab katastri nõuetele tänasel päeval vaid riigimaanteede osas (põhimaanteed, tugimaanteed, kõrvalmaanteed ja ühendusteed/rambid), ent juba nendegi ääres **on hinnanguliselt ca 180-220 00 KÜ-d** (vt Analüüsi osa C).

Tulevikus oleks võimalik tee andmetega siduda veelgi rohkem KÜ piire. Ruumiandmete puhverpäringuga leitakse KÜ piiri ligiduses mingisugust tüüpi tee praktiliselt iga KÜ korral. See küll ei tähenda, et kõiki neid saaks tulevikus kasutada piirielemendina, aga potentsiaal on väga suur. Teede suuremahuline kasutamine piirielemendina eeldab ETAK andmete viimist tänapäevatele kaardistustäpsustele kõigi tee tüüpide osas, katastri andmete masskorrastust, katastri andmetesse täiendavate atribuutide lisamist ning täiendava ruumireegli lisamist teemaa servade arvutamiseks (vt edasi).

3.1. Andmete ette valmistamine

Tee andmete kasutamisel piirielemendina on suurimaks probleemiks asjaolu, et KÜ piire kirjeldatakse piiriprotokollides „teemaa serval“ kulgevana ning selleks määrab maamõõtja piiripunktidele kaugused tee teljest. Samas ei ole see info punktide küljes masinloetaval kujul vaid tuleks välja otsida piiriprotokollidest. Kahel kõrvuti asetseval katastriüksusel ei pruugi teemaa serv olla samal kaugusel, mistõttu tekivad mitmed probleemid (kirjeldatud Analüüsi osas A).

ETAK teemaa servad ei ole katastri piirielemendina kasutamiseks sobivad, teemaa serva piirid tuleb arvutada ETAK tee telgede ja katastris oleva info põhjal. Seega ei saa Kataster tee telgesid KÜ piirielemendina kasutusele võtta kohe, kuigi kaardistuse täpsus seda võimaldaks.

Seetõttu saab teede andmestiku kasutamist piirielemendina (automatiseeritult) kaaluda pikemas perspektiivis, mitte koheselt. Esimese sammuna saab automaatikat kasutada abivahendina piiriandmete korrastamisel. Selleks viidi analüüsi käigus läbi **POC, mis näitab, kuidas teemaa servasid saab ETAK tee telgjoontest arvutada sobivate andmete olemasolul**. **Kui teemaa serv on leitud, saab katastriüksuse piiri teemaa servaga sidumiseks kasutada samasid ruumireegleid, mis MKK puhul.**

Andmete ettevalmistus hõlmas endast:

a) valitud katastriüksuste käänupunktide täpsustamist kui “tee teljega seotud”,
b) lisaks neile igaühele mingisuguse tee telje kauguse lisamist,
c) ETAKi tee joonte andmetele selle katastriüksuse tunnuse külge lugemist, mille sisse see konkreetne joonejupp kuulub.

Sarnaselt on ETAKi teejoone küljes juba olemas seotud aadressobjekti identifikaator (ads_oid). Iseenesest ei ole siin oluline, et ETAKi teejoon oleks üksuse piiril katki lõigatud (nt ristmikel), samas tulevikus lihtsustaks see oluliselt katastriüksuse ja tee telgjoone omavahelist seostamist.

Ette valmistatud andmete pealt viidi läbi POC, mis koosnes järgmises peatükis kirjeldatus sammudest. POC on leitav aadressil https://gitlab.sise.envir.ee/koodihoidla/etak-kataster.

3.2. POC läbi viimine teemaa serva arvutamiseks ETAK tee telgjoonest

Teemaa serva arvutamiseks kasutame meetodit[8], kus puhvri laius joonel sõltub teejoone vektori poolest kui ka katastriüksuse käänupunktidele määratud puhvri laiuse väärtusest.

a) Selleks moodustati esiteks kalibreerimisandmestik – leiti igale tee teljega seotud katastriüksuse käänupunktile vajalik teejoon (eeldades, et ETAKi teejoone küljes on teadmine, millise üksuse sisse vastav teejoon jääb) ning lähim punkt sellel, vt pilt 38:

b) Lisaks arvutati igale katastriüksuse käänupunktile välja ka poolsuse -arvestades teejoone vektori suunda, kummal pool joont iga käänupunkt asub (lähim-punkt-joonel: L – käänupunkt on teejoonest vasakul, R – käänupunkt on joonest paremal), vt pilt 39:

[8] Kasutati nn “*variable-width buffer*”

c) Edasi lõigati ETAKi teejoon tükkideks, kasutades neidsamu "lähimaid punkte joonel". Tekkinud teejuppidele loeti külge m-koordinaadid[9] joone alguses ja lõpus. Joonisel "lähima-punktiga-lõigatud-teejoon" on toodud tekkinud jooned: üleni must punkt tähistab joone algust/lõppu, punane ETAKi teejoone käänupunkti, vt pilt 39.

d) Seejärel segmenteeriti (tihendati käänupunkte) eelmises punktis valmistatud joontel kindlal kaugusel (POC's kasutati 1m) ning ekstraheeriti kõik käänupunktid, võttes iga punkti jaoks kaasa tema poolsuse, teejoone etak_id ja katastriüksuse tunnuse väärtused.

e) Järgmises sammus omistati igale käänupunktile tee puhver tema m-koordinaadi väärtuse järgi ning liideti omavahel kokku tekkinud puhvrid üle poolsuse, etak_id ja katastriüksuse tunnuse. Tulemuseks on sellised pikad „soolikad" nagu näha joonisel alloleval pildil. Joonisel on erineva poole puhvrid erineva värviga – parempoolne rohekas ja vasakpoolne pruunikas, vt pilt 40:

[9] Vt https://postgis.net/docs/ST_AddMeasure.html

f) Edasi lõigati tekkinud puhvrid piki tee telge pooleks ning hoiti alles vaid see pool puhvrist, millisele poole tee telgjoonest ta jääb, vt pilt 41:

g) Lõpetuseks liideti sama etak_id ja katastritunnuse üleselt poolikud omavahel kokku ja tulemuseks saadi katastriüksuste käänupunktide küljest loetud kaugusandmetega ETAKi teejoonele tekitatud puhver, vt pilt 42:

Kokkuvõte

Tehniline POC oli edukas ja näitas, et katastri käänupunktide küljes olevas tee telje kauguste infost ja ETAK teede telgjoonte andmestikust on võimalik välja arvutada puhvreid, mida kasutada „teemaa serva“ ekvivalendina. Samas arvutus ei ole lihtne ja kindlasti tekib palju eriolukordi, mida sellise arvutuse juures on vaia täiustada juhul, kui teede andmeid lausaliselt hakatakse kasutusele võtma.

LISA 1. Piiride sirgjoonelise pikendamise reeglistik

Lahenduse käik PostGISi andmebaasis Aksi saare punktide näitel

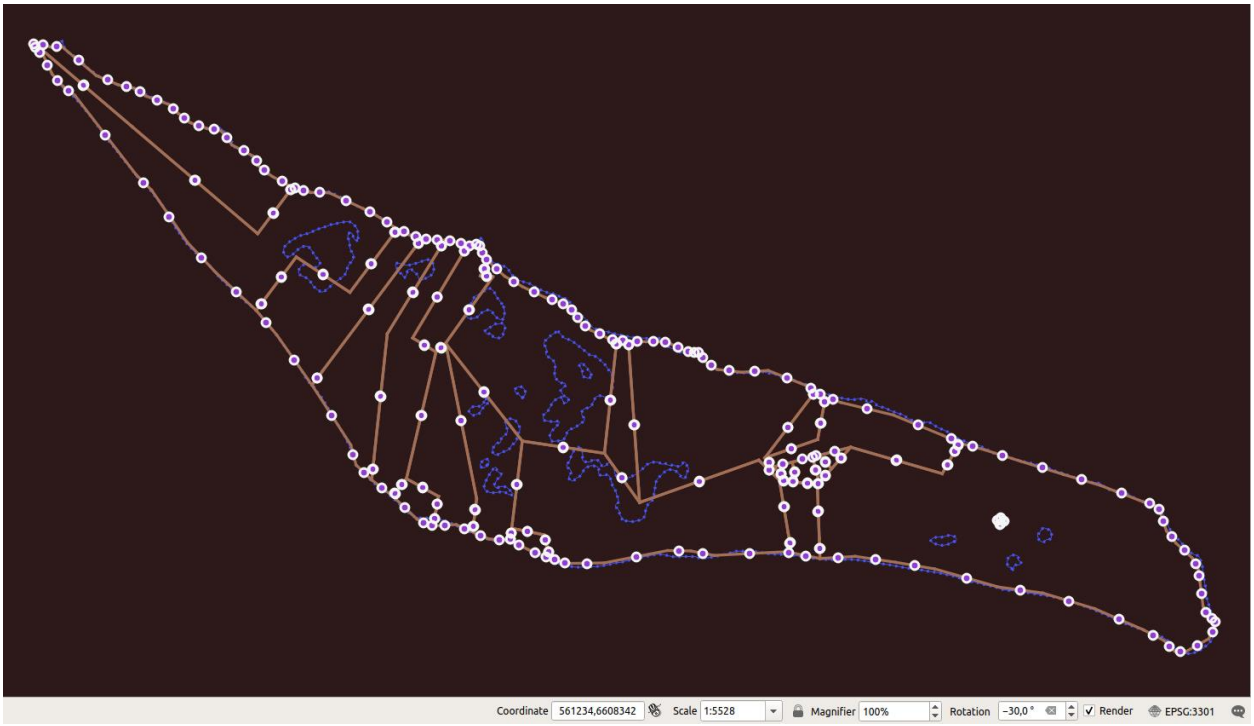
1. punktist-punkti jooned

Liida katastripunktid punktipaaride järgi kokku lõikudeks arvestades punkti järjekorda, piiri tüüpi (välis- vs sisepiir) ja piiri järjekorda (esimene on kest, järgnevad augud). Siin tuleb lisaks külge lugeda ka lõigu esimesele punktile eelneva punkti, lõigu esimese ja lõigu teise (viimase) punkti vabadus (vaba vs mõõdistatud).

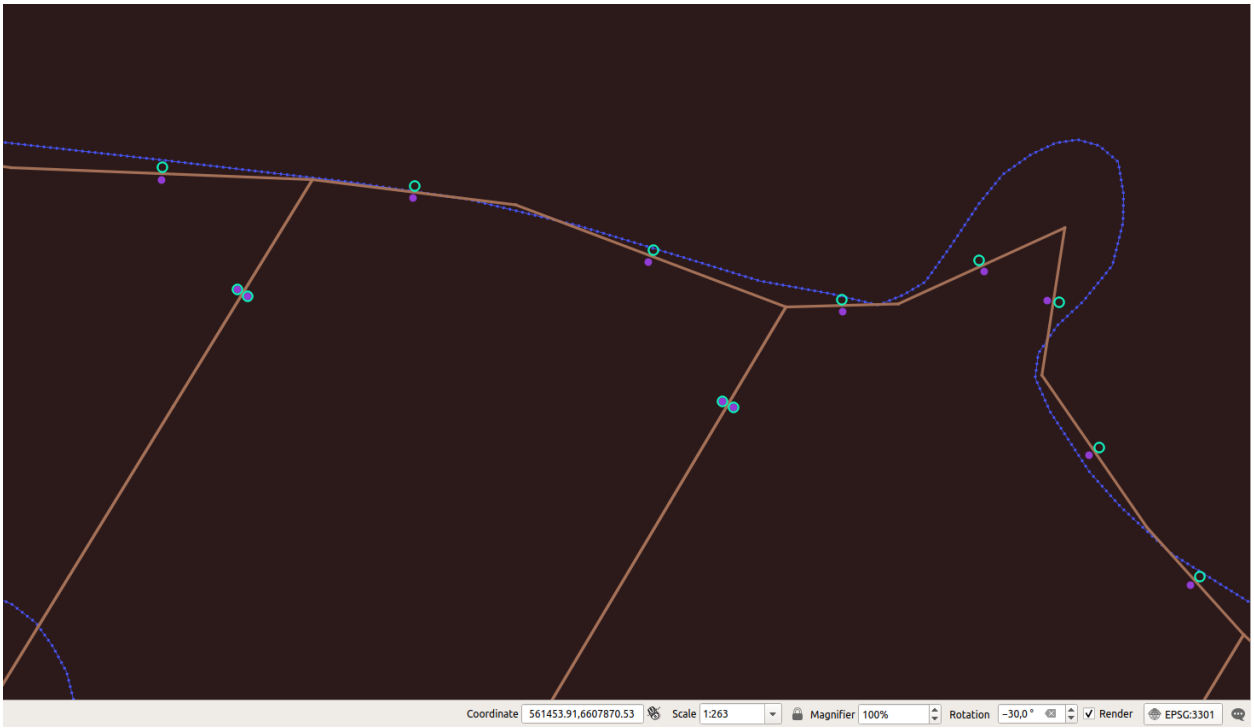
2. vaatame, mis on piiripunktist piiripunkti joonest vasakul / paremal

nihuta punktist punktini joon paremale / vasemale, võta kummagi keskpunkt ja loe külge katastritunnus. Seda on vaja, et hiljem tekkivatest polügoonidest välja valida see, mida vaja on. Selle tabeli alusel on võimalik leida ka piirilõigud (Pilt 29), kus vasakul (katastripiirid peaks olema kirjeldatud vastupäeva) on katastriüksus (maa), kuid paremal ei ole midagi (teoorias siis rannaäärne piirilõik), vt Pilt 43.

Pilt 43. Piirilõikude tuvastamine



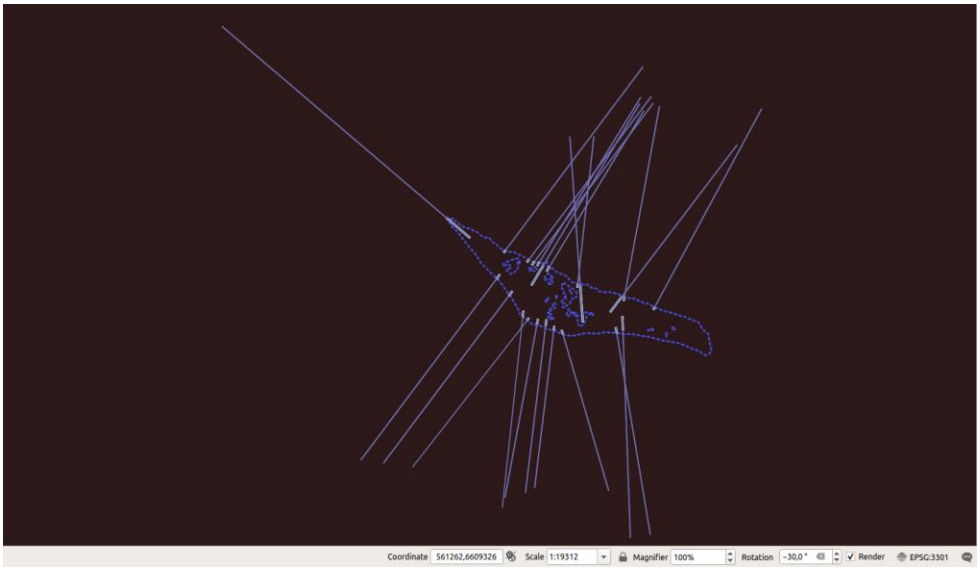
Pilt 44. Kaldajoonega võrdlus, mis on „meri“ ja mis on „maa“.



3. funktsioon joonte pikendamiseks

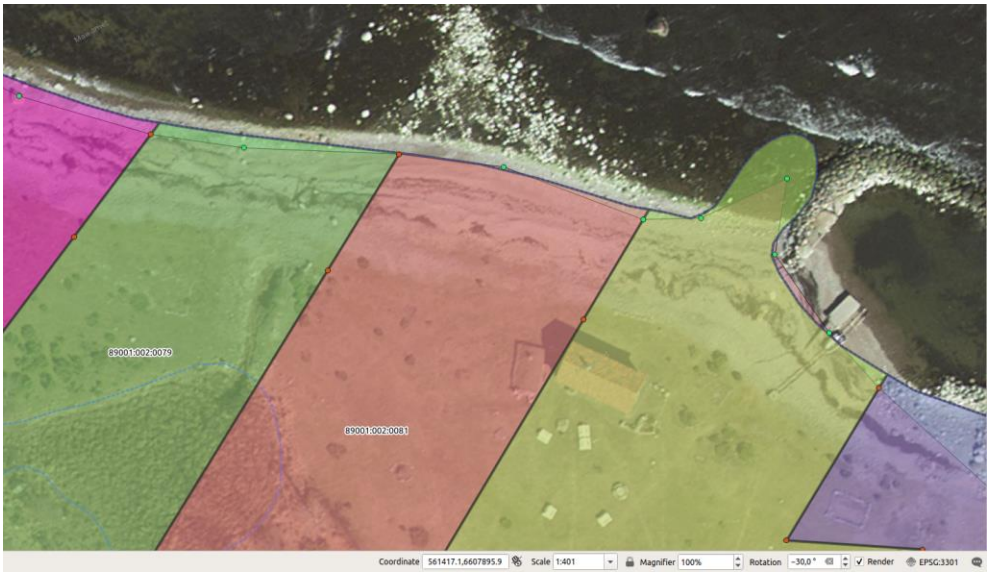
funktsioon, kuhu saab sisse saata punktist punkti piirilõigu ja joone, mida on vaja lõigata n (nt kaldajoon) ning suuna, kuhu on vaja pikendust (algusesse või lõppu)

4. piiripikenduste tegemine, Pilt 45:

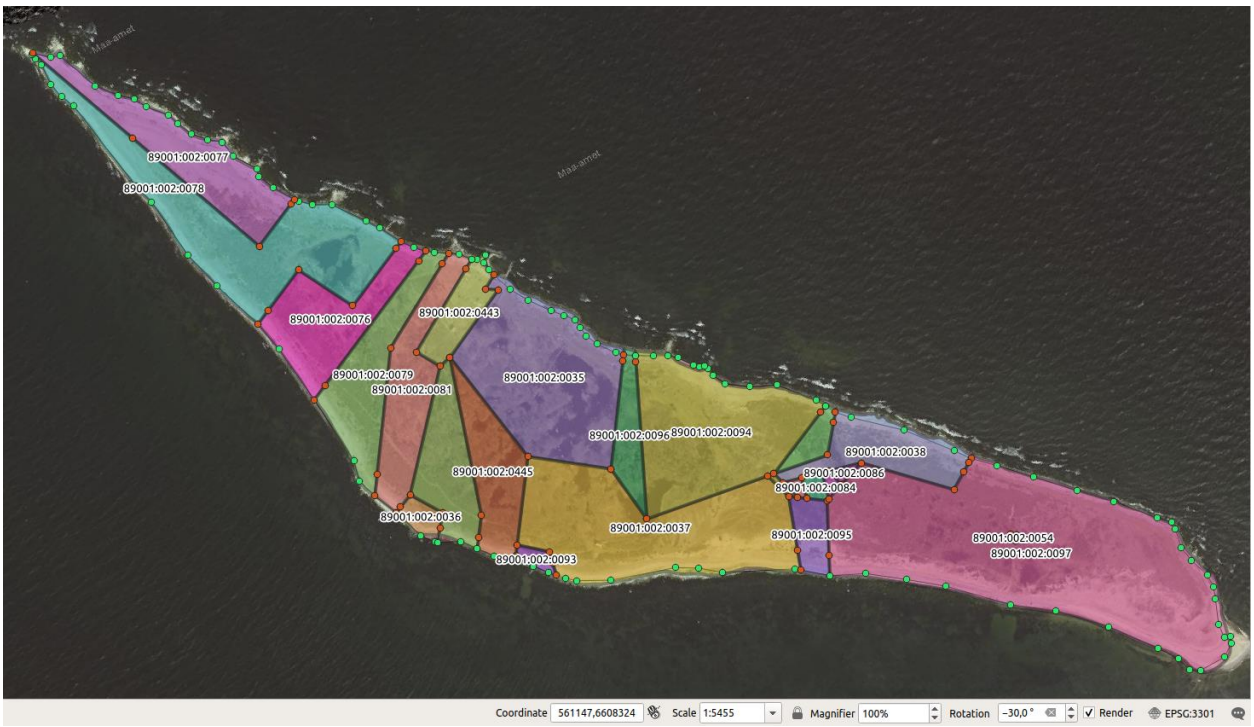


5. moodustame puutuvatest joontest polügoonid;

6. valime neist sobivad, Pilt 46:



7. Valmis polügoonid, pilt 47:



8. Polügoonid koos punktidega (rohelised kaldajoonel), Pilt 48:

LISA 2. Piiride paigutamine võrdsetele kaugustele naabritest reeglistik

Lahenduse käik PostGISi andmebaasis Aksi saare punktide näitel

1. punktist-punkti jooned

Liida katastripunktid punktipaaride järgi kokku lõikudeks arvestades punkti järjekorda, piiri tüüpi (välis vs sise) ja piiri järjekorda (esimene on kest, järgnevad augud).

2. vaatame, mis on piiripunktist piiripunkti joonest vasakul / paremal

nihuta punktist punktini joon paremale / vasemale, võta kummagi keskpunkt ja loe külge katastritunnus. Seda on vaja, et hiljem tekkivatest polügoonidest välja valida see, mida vaja on. Selle tabeli alusel on võimalik leida piirilõigud, kus vasakul (katastripiirid peaks olema kirjeldatud vastupäeva) on katastriüksus, kuid paremal ei ole midagi (teoorias rannaäärne piirilõik). Selle tabeli andmestik on pm sama, mis piiride sirgjooneline pikendamisel: 2. vaatame, mis on piiripunktist piiripunkti joonest vasakul / paremal

3. tee jooned kummastki otsast n ühikut lühemaks

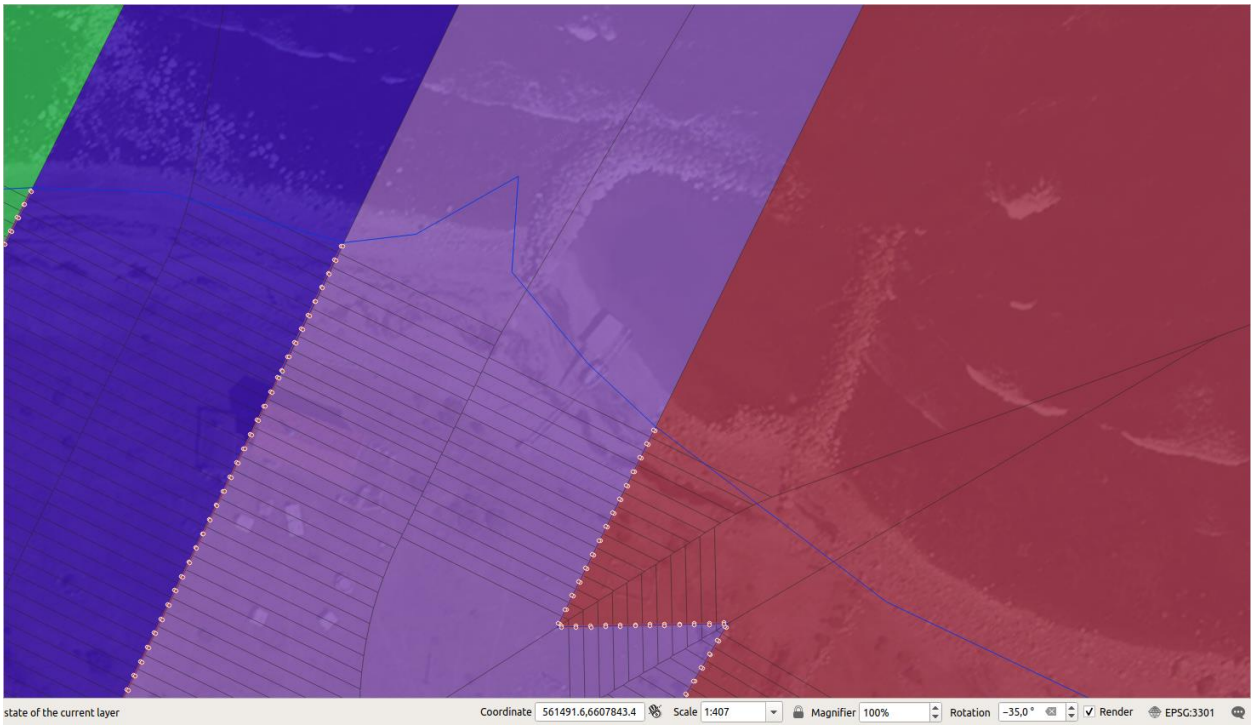
vali välja nihutatud jooned, kus mõlemal pool on kataster ja tee need kummastki otsast n ühikut lühemaks. All joonisel on lühendatud jooni 0.5m, Pilt 49:

4. tihenda nihutatud jooni käänupunktidega iga n ühiku tagant ja korja punktid

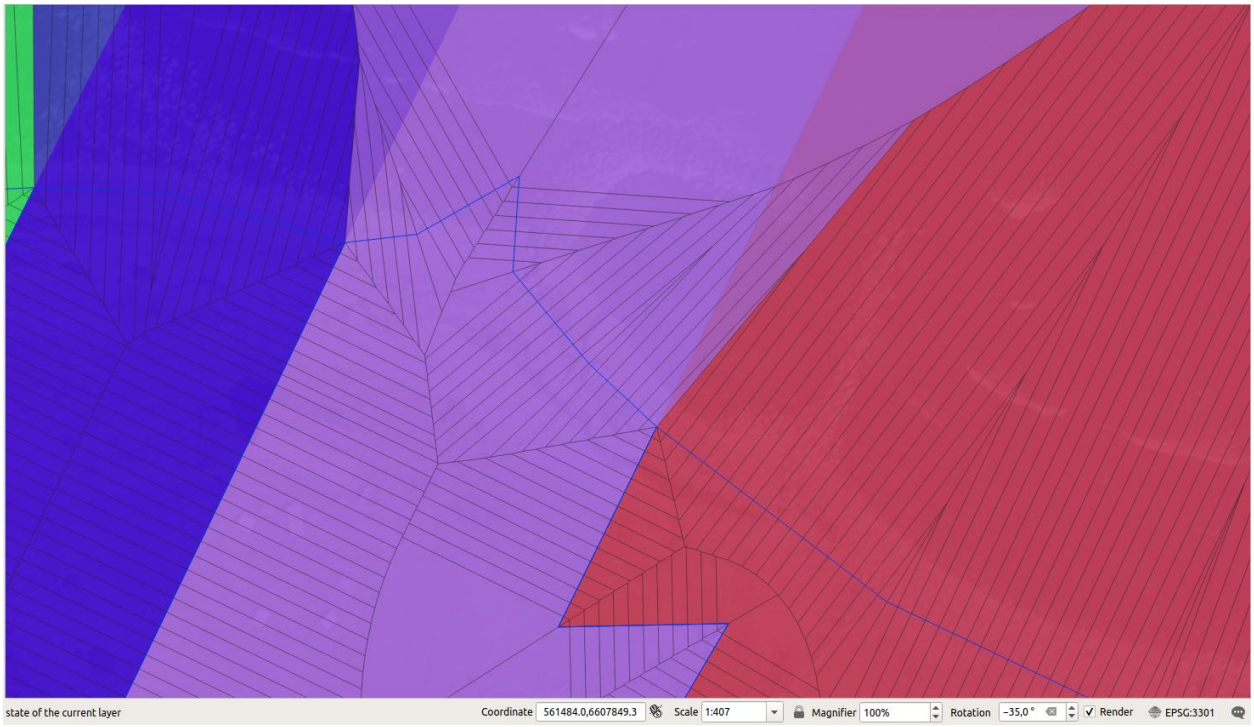
all joonisel tihendatud nii, et käänupunkt joonel on vähemalt iga 2 m tagant, Pilt 50:

5. genereeri Voronoi alad ja loe kiiludele külge punkti atribuudid.

All joonisel Voronoi alad värvitud seotud katastritunnuse järgi, Pilt 51:



Koos rannaäärsete punktide kasutamisega (Voronoi kiilud tumedate piirjoontega lisatud peale), Pilt 52:

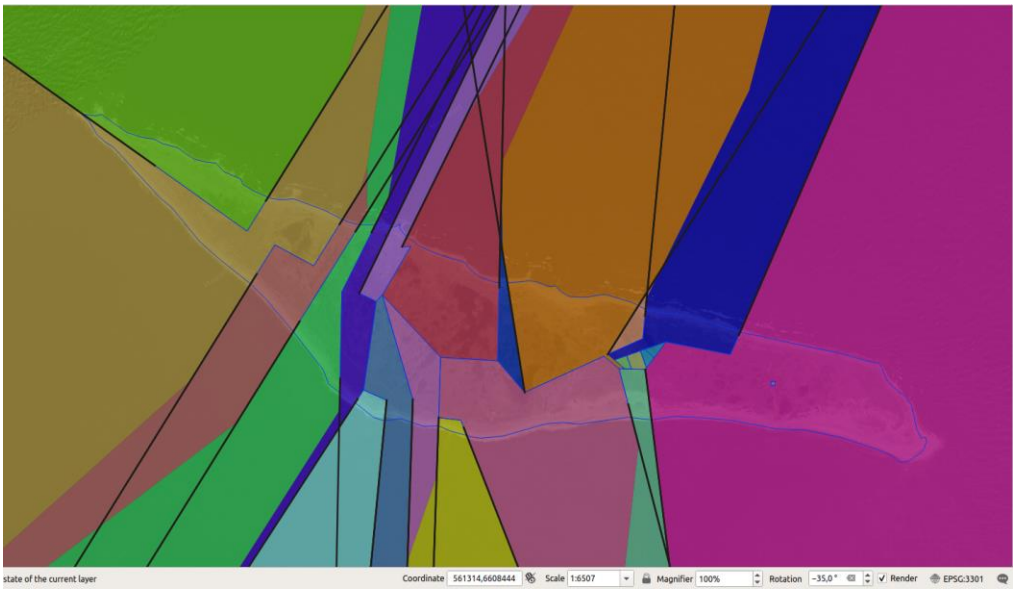


6. liida Voronoi alad katastritunnuse järgi kokku

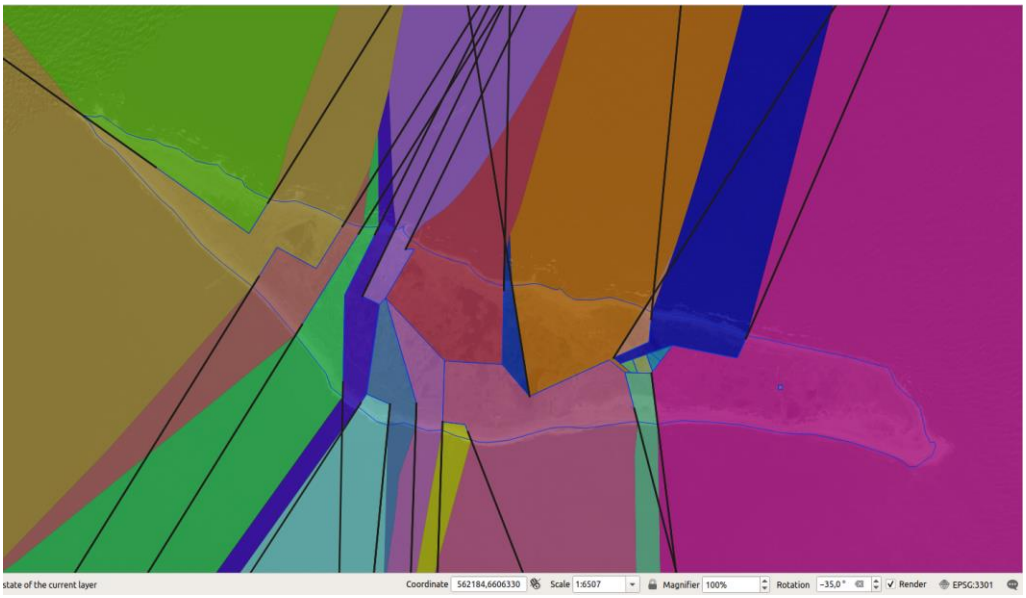
alad laienevad nüüd merele (lõpuks vaja leida ühisosa maismaaga veel) jagades mere-ala ära maismaapealsest piirist lähima kauguse alusel. NB! olemasolevat rannajoone kuju siin ei arvestata, sest poolsaarte-laadsed moodustised mõjutaksid oluliselt tulemust. Samas võib tekkida olukordi, kus tegelikult oleks see just oluline (nt olemasolev katastri piir mööda poolsaart, mis piiripikendusega jagataks mitme üksuse vahel)

Alltoodud joonisel on katastritunnuse järgi grupeeritud Voronoid (värvilised) japiiride sirgjooneline pikendamine all kirjeldatud piiripikendused merele (mustad), vt Pilt 53. Rannikulähedastes osades on tulemus suhteliselt sarnane, samas rannikust eemaldudes võib tulemus muutuda erinevaks.

Pilt 53. katastritunnuse järgi grupeeritud Voronoid:



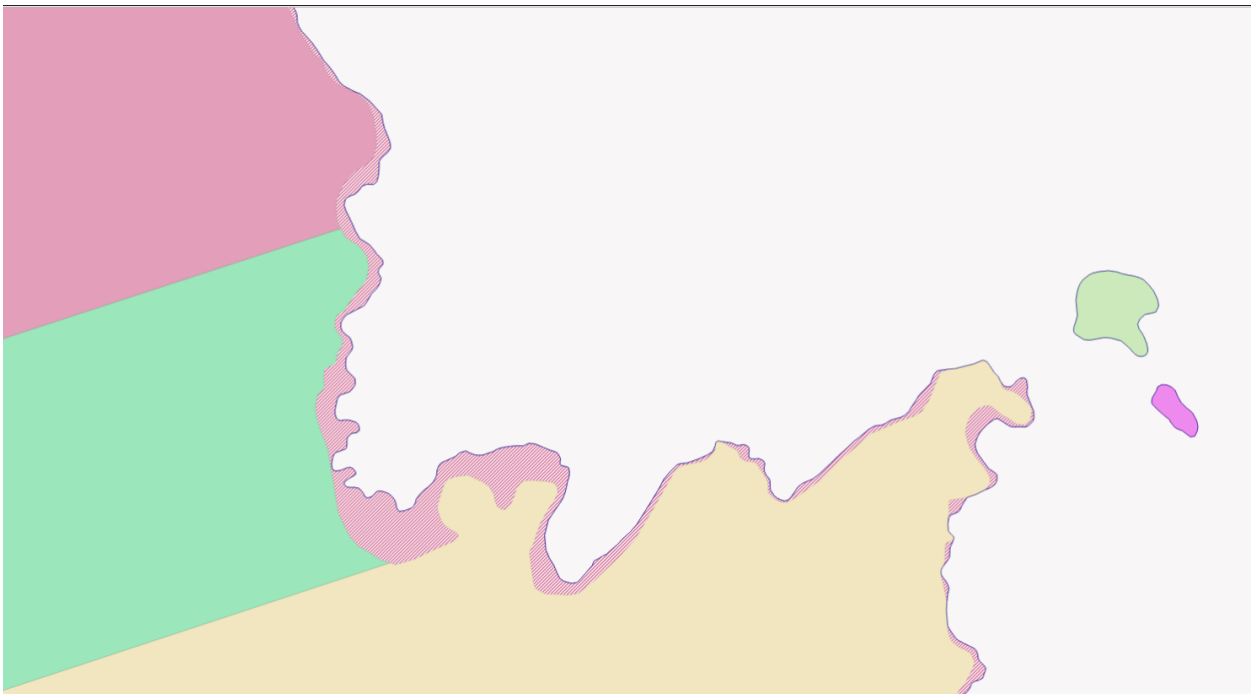
koos rannaäärsete punktide kasutamisega on tulemus, pilt 54:



LISA 3. Piiride proportsionaalne säilitamine kaldajoonele reeglistik

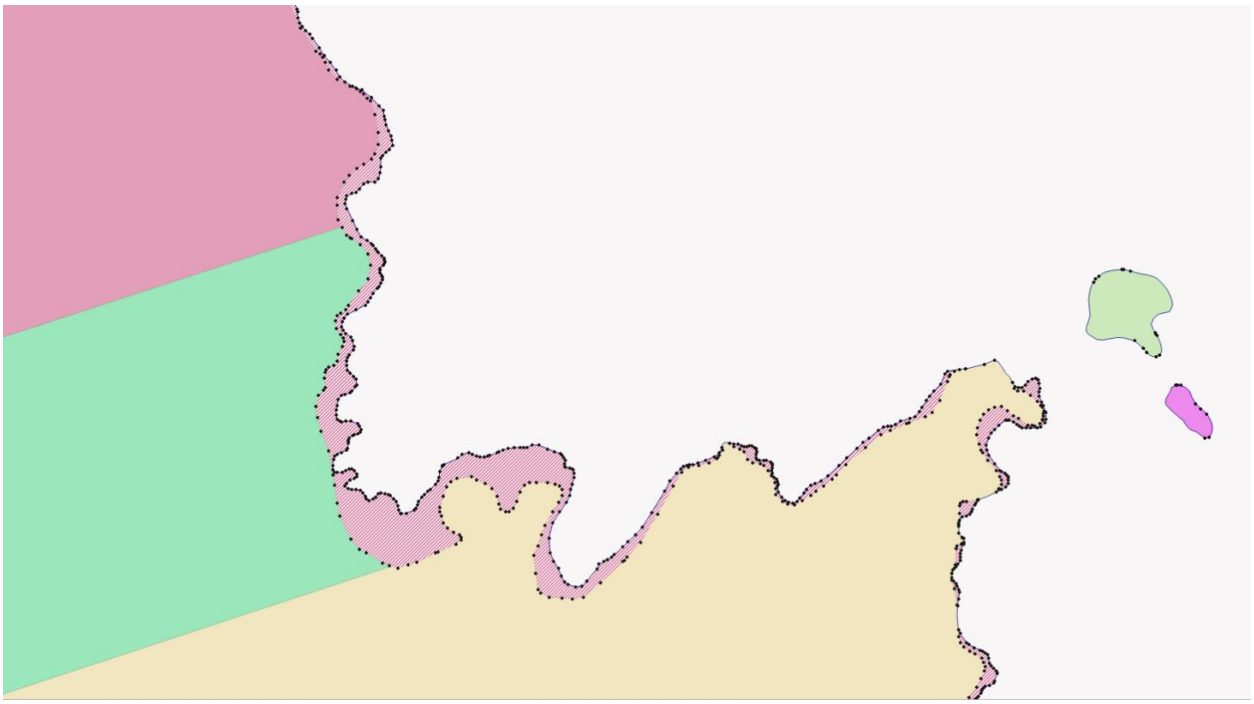
Antud reegli korral arvutatakse uued KÜ piirid olemasolevate katastriüksuste piiride käänupunktide Delaunay triangulatsiooni alusel. Trianguleerides mingisuguse maa-ala saame tulemusena võrgustiku, mille kolmnurksed ruumikujud saab ruumiliste suhete järgi klassifitseerida.

Sarnaselt muude meetoditega eeldab ka trianguleerimine topoloogiliselt korrektset katastriüksuste kihti. Just rannaäärses osas ei tohi üksused olla ülekattes, samuti ei tohi olla üksuste vahel siilusid: jagatud piiripunktid peavad paiknema samas geograafilises asukohas. Trianguleerimiseks kasutatavad punktid saame ekstraheerida jagatava maa käänupunktidest. Seejuures jagatav maa nagu ka teiste meetodite puhul leitakse tehtega **ETAK rannajoonest tekitatud *maismaa polügoon* lahutades eelmise korra kõikidest katastriüksustest kokkupandud*maismaa polügoon*.** See on paremini arusaadav järgmisel joonisel, kus on kujutatud 2008. aasta rannajoonele kohandatud katastriüksused (erivärvilised), 2012. aasta rannajoon (peen sinine joon) ning arvutuslikult leitud "jagatav maa" (punase diagonaaliga viirutatud polügoonid katastri ja uue rannajoone vahel), Pilt 55:

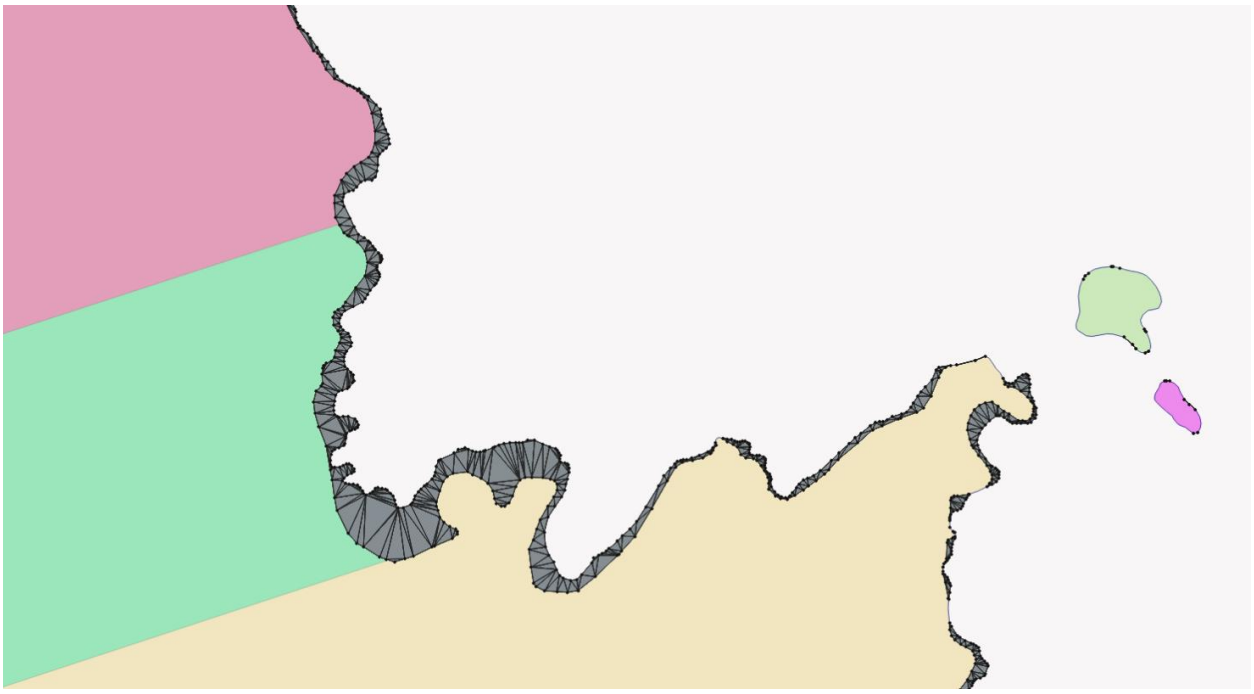


Toimimise kirjeldus

Esmalt ekstraheeritakse jagamisele mineva maa polügoonide käänupunktid, Pilt 56:



ja seejärel need punktid trianguleeritakse tänu millele tekib jagatava maa võrgustik, Pilt 57:



Seejärel toimub tekkinud võrgu-rakukeste klassifitseerimine:

a) kui raku kõik kolm punkti asuvad ühel katastriüksusel - siis see maa kuulub sellele üksusele

b) kui raku üks punkt on vaid ühel üksusel ja kaks on uuel rannajoonel - siis see maa kuulub sellele üksusele

c) kui raku kaks punkti on üksusel ja üks on rannajoonel - siis see maa kuulub sellele üksusel

d) kui raku kõik kolm punkti asuvad rannikul, siis liita need kolmnurgad kokku ning hiljem leida, millise üksusega omab tekkinud ala maismaapiiri - see maa lisada sellele üksusele. (NB! käänupunktist käänupunkti piirilõiku võib ta omada vaid ühe üksusega, kummaski maismaa käänupunktis aga puudutada mitmeid)

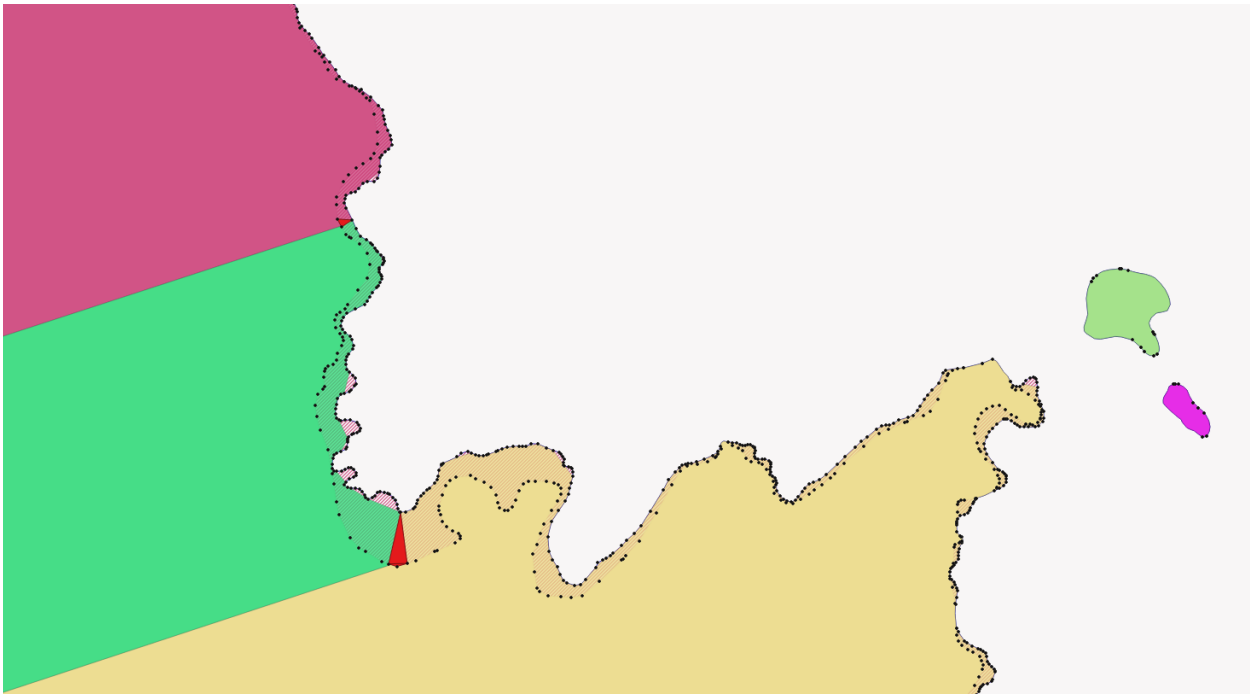
e) kõik ülejäänud rakud (s.h juhud: kõik punktid erinevatel üksustel, või üks rannikul ja kaks erinevatel üksustel, või punktid kahel erineval üksusel) jääksid selle meetodiga klassifitseerimata ja tuleks lahendada mingil muul moodusel, nt piiride pikendamine kus võimalik või viimase võimaliku sammuna Voronoi.

Järgneval joonisel on kujutatud jagatava maa käänupunktide triangulatsiooni tulemusel saadud rakkudest

f) klassifitseeritud maa (sama värvi, mis katastriüksus),

g) ainult mereäärse kalda käänupunktide vaheline ala (ehk "kõik raku kolm punkti rannikul") on märgistatud punase diaginaaltäitega,

h) lõpuks klassifitseerimata jäänud maa (punktid erinevatel katastriüksustel) on punasega, Pilt 58:



LISA 4. POC andmebaasi tabelite kirjeldused (AKK)

Tabel: 4 Tabelid PC andmebaasis

meetod	tabeli nimi	tabeli kirjeldus
ALUS	m08	2008. aasta rannajoon, polügooniseeritud. NB! hetkel vaid saari moodustav osa.
ALUS	m12	2012. aasta rannajoon, polügooniseeritud. NB! hetkel vaid saari moodustav osa.
ALUS	kaldakinnisasjad	kaldakinnisasjad registri andmetel. Selle saad laadida Algandmed lehelt, https://geoportaal.maaamet.ee/docs/kataster/Katastri_kaldakinnisasjad.zip fail
TULETIS	kaldaaarne_kinnisasi	kataster_lines tabeli andmeid aluseks võttes (+ näpuotsaga musta maagiat) arvutuslik kalda-ääres-paiknevate katastriüksuste ja kaldakinnisasjad tabeli võrdlus. Erisused võimalik tuvastada veergude kaldaaarne = true | false, mis näitab, kas arvutuslikult üksus on kalda ääres, ja kaldakin = JAH | EI | VOIB-OLLA, mis näitab, üksuse klassifikatsiooni registripidaja arvates. **NB!** arvutuslik kaldaäärsus ei ole hetkel veel täielik, sest ei hõlma kogu avalike veekogude-äärset kallast (nt Võrtsjärv, Emajõgi puudu).
ALGSEIS	ky	algne / tänase päeva seis katastrits. Et välistada erinevused katastri ja piiripunktide tabelis on see kataster_p järgi arvutatud, mitte kasutatud MA kodulehel allalaetavat katastriüksuste seisu.
ALGSEIS	ky_m08_done	katastri arvutuslik seis tänasest päevast 2008 rannajoonele. Ainult kaldaäärsed üksused.
KOMBO	ky_m12_done	katastri (KOMBO) arvutuslik seis 2008 seisust 2012 rannajoonele. Ainult kaldaäärsed üksused.
PIKENDUS	pikendus_ky_m12_done	katastri (PIKENDUS) arvutuslik seis 2008 seisust 2012 rannajoonele. Ainult kaldaäärsed üksused.

meetod	tabeli nimi	tabeli kirjeldus
VORONOI	vm12_ky_done	katastri (VORONOI) arvutuslik seis 2008 seisust 2012 rannajoonele. Ainult kaldaäärsed üksused.
TIN	tin_ky_m12_done	katastri (TIN) arvutuslik seis 2008 seisust 2012 rannajoonele. Ainult kaldaäärsed üksused.
ALGSEIS	kataster_p	katastri käänunktid tänase päeva seisuga. Selle saad alla laadida Algandmed lehelt, https://geoportaal.maaamet.ee/docs/kataster/Katastri_punktid_Eesti.zip fail. on_land = true | false | null määrab punkti jäämise maale. Arvutuse mõttes huvitavad vaid need, mis on NULL
ALGSEIS	m08_kataster_p	katastri käänupunktid, mis tekkinud 2008. rannajoone lisandumisest. on_land = true | false | null määrab punkti jäämise maale. Arvutuse mõttes huvitavad vaid need, mis on NULL
KOMBO	m12_kataster_p	KOMBO meetodil leitud katastri käänupunktid, mis tekkinud 2012. rannajoonest. on_land = true | false | null määrab punkti jäämise maale. Arvutuse mõttes huvitavad vaid need, mis on NULL
VORONOI	vm12_kataster_p	VORONOI meetodil leitud katastri käänupunktid, mis tekkinud 2012. rannajoonest. on_land = true | false | null määrab punkti jäämise maale. Arvutuse mõttes huvitavad vaid need, mis on NULL
PIKENDUS	pikendus_m12_kataster_p	PIKENDUS meetodil leitud katastri käänupunktid, mis tekkinud 2012. rannajoonest. on_land = true | false | null määrab punkti jäämise maale. Arvutuse mõttes huvitavad vaid need, mis on NULL
TIN	tin_m12_kataster_p	TIN meetodil leitud katastri käänupunktid, mis tekkinud 2012. rannajoonest. on_land = true | false | null määrab punkti jäämise maale. Arvutuse mõttes huvitavad vaid need, mis on NULL
ALGSEIS	kataster_lines	käänupunktist käänupunkti jooned tänase päeva seisuga (alus m08 arvutuseks). shoreline = true | false näitab kas tegemist on kalda ääres paikneva piirilõiguga. Selleks, et shoreline == true, peavad lõigu algus- ja lõpupunkt mõlemad olema kataster_p.on_land == null. interpolate = true | false, näitab kas, konkreetne piirilõik on

meetod	tabeli nimi	tabeli kirjeldus
		pikendatav. Selleks, et lõik oleks pikendatav peab üks lõigu punkt asuma maa peal (kataster_p.on_land != null) ja teine kalda ääres (ehk kataster_p.on_land == null).
KOMBO, PIKENDUS	m08_kataster_lines	käänupunktist käänupunkti jooned 2008. rannajoone seisuga (alus m12 arvutuseks). +vt kommentaar kataster_lines tabeli juures shoreline ja interpolate veergude väärtuste kohta.
KOMBO	m12_kataster_lines	käänupunktist käänupunkti jooned 2012. rannajoone seisuga arvutatuna ainult KOMBO alusel (oleks aluseks m20 arvutuseks). +vt kommentaar kataster_lines tabeli juures shoreline ja interpolate veergude väärtuste kohta.
VORONOI	vm12_kataster_lines	käänupunktist käänupunkti jooned 2012. rannajoone seisuga arvutatuna ainult VORONOI alusel (oleks aluseks m20 arvutuseks). +vt kommentaar kataster_lines tabeli juures shoreline ja interpolate veergude väärtuste kohta.
PIKENDUS	pikendus_m12_kataster_lines	käänupunktist käänupunkti jooned 2012. rannajoone seisuga arvutatuna ainult PIKENDUS alusel (oleks aluseks m20 arvutuseks). +vt kommentaar kataster_lines tabeli juures shoreline ja interpolate veergude väärtuste kohta.
TIN	tin_m12_kataster_lines	käänupunktist käänupunkti jooned 2012. rannajoone seisuga arvutatuna ainult TIN alusel (oleks aluseks m20 arvutuseks). +vt kommentaar kataster_lines tabeli juures shoreline ja interpolate veergude väärtuste kohta.
ALGSEIS	ext_lines	piiripikendused (mitu geomeetriaveergu, oluline on see, mis nimega fixed) 2008 seisu arvutamiseks
PIKENDUS, KOMBO	m08_ext_lines	piiripikendused (mitu geomeetriaveergu, oluline on see, mis nimega fixed) 2012 seisu arvutamiseks

meetod	tabeli nimi	tabeli kirjeldus
ALGSEIS	maismaa_ky	ky andmete pealt arvutatud hüpoteetiline maismaa, millega katastri käänupunktile öelda, kas ta on maismaal või vee ääres
KOMBO	m12_maismaa_ky	2008. aasta arvutuste järgselt leitud hüpoteetiline maismaa 2012 arvutuste jaoks
KOMBO	m20_maismaa_ky	2012. aasta arvutuste järgselt leitud hüpoteetiline maismaa statistika arvutuseks
PIKENDUS	pikendus_m12_undivided_land	2008 kataster (ky_m08_done) ja m12 rannajoone võrdluses juurde tekkinud maalapid, mida ei jagatud ära piiripikendamisega.
TIN	tin_undivided_land	2008 kataster (ky_m08_done) ja m12 rannajoone võrdluses tekkinud maalapid, mida ei jagatud ära trianguleerimisega

Tabel 5. Statistilised vaated

vaate nimi	kirjeldus
v_shoreline_change_pre_m08	katastri rannapiiri muudatus, mis tuleneb käesoleva seisu (ky) tõstmisest m08 rannajoonele
v_shoreline_change_m08_m12	katastri rannapiiri muutus KOMBO meetodil, mis tuleneb arvutatud m08 seisu (ky_m08_done) tõstmisest m12 rannajoonele
v_shoreline_area_change_m08_m12	ranna ääres asuvate katastriüksuste pindalade muutus KOMBO meetodil, mis tuleneb arvutatud m08 seisu (ky_m08_done) tõstmisest m12 rannajoonele
v_shoreline_area_change_m08_pikendus_m12	ranna ääres asuvate katastriüksuste pindalade muutus PIKENDUS meetodil, mis tuleneb arvutatud m08 seisu (ky_m08_done) tõstmisest m12 rannajoonele

vaate nimi	kirjeldus
v_shoreline_area_change_m08_vm12	ranna ääres asuvate katastriüksuste pindalade muutus VORONOI meetodil, mis tuleneb arvutatud m08 seisu (ky_m08_done) tõstmisest m12 rannajoonele
v_shoreline_area_change_m08_tin_m12	ranna ääres asuvate katastriüksuste pindalade muutus TIN meetodil, mis tuleneb arvutatud m08 seisu (ky_m08_done) tõstmisest m12 rannajoonele
v_shoreline_change_m08_pikendus_m12	katastri rannapiiri muutus PIKENDUS meetodil, mis tuleneb arvutatud m08 seisu (ky_m08_done) tõstmisest m12 rannajoonele
v_shoreline_change_m08_vm12	katastri rannapiiri muutus VORONOI meetodil, mis tuleneb arvutatud m08 seisu (ky_m08_done) tõstmisest m12 rannajoonele
v_shoreline_change_m08_tin_m12	katastri rannapiiri muutus TIN meetodil, mis tuleneb arvutatud m08 seisu (ky_m08_done) tõstmisest m12 rannajoonele
v_kaldaaarne_kinnisasi	ranna ääres asuvate katastriüksuste loetelu ja rannapiirid pre seisus

Tabel 6. Struktuur

veeru nimi	kirjeldus
tunnus	Katastriüksuse tunnus.
pre_l	Katastriüksuse rannaäärse piiri pikkus väljavõttes ("tänane päev").
m08_l	Katastriüksuse rannaäärse piiri pikkus taandatuna KOMBO meetodil m08 rannajoonele.
pre_geom	Katastriüksuse rannaäärse piiri geomeetria väljavõttest ("tänane päev").

Rannapiiri muutused

Tabel 7.

Vaated v_shoreline_change_m08_m12, v_shoreline_change_m08_vm12, v_shoreline_change_m08_pikendus_m12, v_shoreline_change_m08_tin_m12 on kõik täpselt sama struktuuriga.

veeru nimi	**kirjeldus**
veeru nimi	**kirjeldus**
kyoid	katastriüksuse identifikaator m08 arvutatud seisul (ky_m08_done.oid veerg). Kui üksus on jagunenud, siis veeru tunnus järgi on mitmikud (s.t mitu rida sama tunnusega). Kui üksus on m08 seisus uus ("veest on tõusnud saar"), siis tunnus puudub.
tunnus	katastriüksuse tunnus algse seisu järgi (ky)
m08_geom	katastriüksuse piirilõigu geomeetria m08 rannajoonel
m08_l	üksuse piiri pikkus m08 rannajoonel
m12_l	üksuse piiri pikkus m12 rannajoonel. Kui m12 seisuga seda üksust rannajoonel enam ei ole, siis null.
delta_m08_m12	üksuse piiri absoluutne muutus m08-m12 rannajoonel. Negatiivsed väärtused tähistavad rannaäärse paikneva piiri pikenemist, positiivsed rannaäärse piiri vähenemist
delta_percent	üksuse piiri suhteline muutus võrreldes m08 rannaäärse piiri pikkusesse. Negatiivsed väärtused tähendavad protsentuaalset **kahanemist** (st rannajoon on lühenenud, muutunud sirgemaks), positiivsed protsentuaalset **kasvu** (st rannajoon on pikenenud, rohkem liigendunud).

Rannaäärsete üksuste pindalade muutused

Tabel 8.

Vaated v_shoreline_area_change_m08_m12, v_shoreline_area_change_m08_pikendus_m12, v_shoreline_area_change_m08_vm12, v_shoreline_area_change_m08_tin_m12 on kõik täpselt sama struktuuriga.

veeru nimi	kirjeldus
oid	rea in-situ identifikaator.
kyoid	katastriüksuse identifikaator m08 arvutatud seisul (ky_m08_done.oid veerg). Kui üksus on jagunenud, siis veeru tunnus järgi on mitmikud (s.t mitu rida sama tunnusega). Kui üksus on m08 seisus uus ("veest on tõusnud saar"), siis tunnus puudub.
tunnus	katastriüksuse tunnus algse seisu järgi (ky)
m08_geom	katastriüksuse geomeetria m08 rannajoone järgi
m08_area	üksuse pindala m08 rannajoonel.
m12_area	üksuse pindala m12 rannajoonel. Kui m12 seisuga seda üksuste enam ei ole, siis null.
delta_m08_m12	üksuse pindala absoluutne muutus m08-m12 rannajoonel. Negatiivsed väärtused tähistavad üksuse pindala suurenemist, positiivsed pindala vähenemist
delta_percent	üksuse pindala suhteline muutus võrreldes m08 pindalaga. Negatiivsed väärtused tähendavad protsentuaalset **kahanemist** (st üks on muutunud väiksemaks), positiivsed protsentuaalset **kasvu** (st üksus on muutunud suuremaks).
no_more_shore	true | false väärtus, mis näitab, kas üksus on kaotanud oma rannajoone täielikult.

Rannaäärsed katastriüksused

Tabel 9. Füüsiliselt avaliku veekogu ääres asuvate katastriüksuste loend koos rannaäärse piiri geomeetria

veeru nimi	kirjeldus
tunnus	katastriüksuse tunnus (ky.tunnus).
geom	katastriüksuse rannaäärse piiri geomeetria

LISA 5. MKK andmekvaliteedi probleemid

Ebakõlad piirilõikude kulgemisviisides.

Ruumipäringuga ei ole võimalik üheselt otsustada, kas üksuse piir peaks jooksma mööda vooluveekogu kallast, telge või peaks vooluveekogu (alana/teljena) olema kas täielikult või osaliselt osa katastriüksusest. Seda saab öelda ainult katastri piirilõikude andmestik. Samas on piirilõikude andmestik ise vastuoluline, kus kahe kõrvuti asetseva, sama piirilõiku omava üksuse korral on piirilõigule omistatud erinev kulgemisviis (vt järgnev tabel 10) sh mõningatel juhtudel on sama piirilõik määratud > 2 katastriüksuse koosseisu. Seetõttu ei ole tegelikult võimalik teada saada, millised piirilõigud katastris peaks olema veekogu kaldal/teljel, millised mitte.

Tabel 10. Piirilõikude andmed, millel on mitu kulgemisviisi

kulgemisviis_1	kulgemisviis_2	kulgemisviis_3	count
analüütiline	sirgjooneliselt punktist punkti	veekogu telg (migreeritud)	3
analüütiline	veekogu kaldajoon (migreeritud)		13 725
analüütiline	veekogu telg (migreeritud)		201 232
analüütiline	vooluveekogu teljejoon		6
ehitise serv	veekogu kaldajoon (migreeritud)		1
ehitise serv	veekogu telg (migreeritud)		2
kiviaia telg	veekogu kaldajoon (migreeritud)		7
kiviaia telg	veekogu telg (migreeritud)		32
mööda loodusobjekti (migreeritud)	veekogu kaldajoon (migreeritud)		1 264
mööda loodusobjekti (migreeritud)	veekogu telg (migreeritud)		23 201
raudteemaa serv	veekogu kaldajoon (migreeritud)		12
raudteemaa serv	veekogu telg (migreeritud)		52

sirgjooneliselt punktist punkti	veekogu kaldajoon (migreeritud)		38 892
sirgjooneliselt punktist punkti	veekogu telg (migreeritud)		113 401
sirgjooneliselt punktist punkti	vooluveekogu teljejoon		14
teemaa serv	veekogu kaldajoon (migreeritud)		92
teemaa serv	veekogu telg (migreeritud)		2 251
tee telg	veekogu telg (migreeritud)		14
veekogu kaldajoon (migreeritud)	veekogu telg (migreeritud)		496
veekogu kaldajoon (migreeritud)			4
veekogu telg (migreeritud)	vooluveekogu teljejoon		25
veekogu telg (migreeritud)			89

Tabel 11. Piirilõikude kulgemise viisid ETAK vooluveekogu tüüpide järgi.

kulgemisviis	ETAK vooluveekogu tüüp	katastriüksuseid
analüütiline	Jõgi	999
analüütiline	Kanal	8
analüütiline	Kraav	10 076
analüütiline	Oja	1 088
analüütiline	Peakraav	379
ehitise serv	Jõgi	48
ehitise serv	Kraav	338
ehitise serv	Oja	53
ehitise serv	Peakraav	18
hoone seinatelg	Jõgi	21

hoone seinatelg	Kraav	344
hoone seinatelg	Oja	34
hoone seinatelg	Peakraav	13
kiviaia telg	Jõgi	188
kiviaia telg	Kraav	1 315
kiviaia telg	Oja	147
kiviaia telg	Peakraav	61
mööda loodusobjekti (migreeritud)	Jõgi	1 223
mööda loodusobjekti (migreeritud)	Kanal	13
mööda loodusobjekti (migreeritud)	Kraav	7 342
mööda loodusobjekti (migreeritud)	Oja	1 252
mööda loodusobjekti (migreeritud)	Peakraav	516
raudteemaa serv	Jõgi	57
raudteemaa serv	Kanal	1
raudteemaa serv	Kraav	360
raudteemaa serv	Oja	68
raudteemaa serv	Peakraav	29
sirgjooneliselt punktist punkti	Jõgi	23 068
sirgjooneliselt punktist punkti	Kanal	197
sirgjooneliselt punktist punkti	Kraav	179 670
sirgjooneliselt punktist punkti	Oja	23 449
sirgjooneliselt punktist punkti	Peakraav	8 965
teemaa serv	Jõgi	5 478
teemaa serv	Kanal	32
teemaa serv	Kraav	39 771
teemaa serv	Oja	5 628
teemaa serv	Peakraav	2 178
tee telg	Jõgi	14
tee telg	Kraav	96
tee telg	Oja	17
tee telg	Peakraav	4
veekogu kaldajoon (migreeritud)	Jõgi	1 155
veekogu kaldajoon (migreeritud)	Kanal	17
veekogu kaldajoon (migreeritud)	Kraav	6 089
veekogu kaldajoon (migreeritud)	Oja	1 213

veekogu kaldajoon (migreeritud)	Peakraav	503
veekogu telg (migreeritud)	Jõgi	3 025
veekogu telg (migreeritud)	Kanal	25
veekogu telg (migreeritud)	Kraav	21 002
veekogu telg (migreeritud)	Oja	3 045
veekogu telg (migreeritud)	Peakraav	1 141
	Jõgi	7
	Kraav	58
	Oja	6
	Peakraav	3

Tabel 12. KÜ-d loetuna vaid ETAK vooluveekogu tüübi järgi:

ETAK vooluveekogu tüüp	katastriüksuseid
Jõgi	34 737
Kanal	293
Kraav	240 296
Oja	35 423
Peakraav	13 724

Loogilised ebakõlad andmetes

Lisaks sellele, et sama lõik võib olla kujutatud erineva kulgemisviisiga, on katastris ka maastikuobjekti (nt jõe kaldal) ääres oleva ühe ja sama KÜ erinevad piiri lõigud tihti kirjeldatud erineva kulgemisviisiga (pilt 59). Samuti on vastupidi, veekogul kaldal või teljel kulgeva kirjeldatud piirilõike, mida tegelikult nendega siduda ei ole võimalik või ei tohiks, vt näited pilt 60.

KÜ piiri kulgemisviisid katastris vooluveekogu kaldal (Emajõgi), kuigi eelduslikult on kõik need KÜ-d Emajõe kaldal, pilt 59:

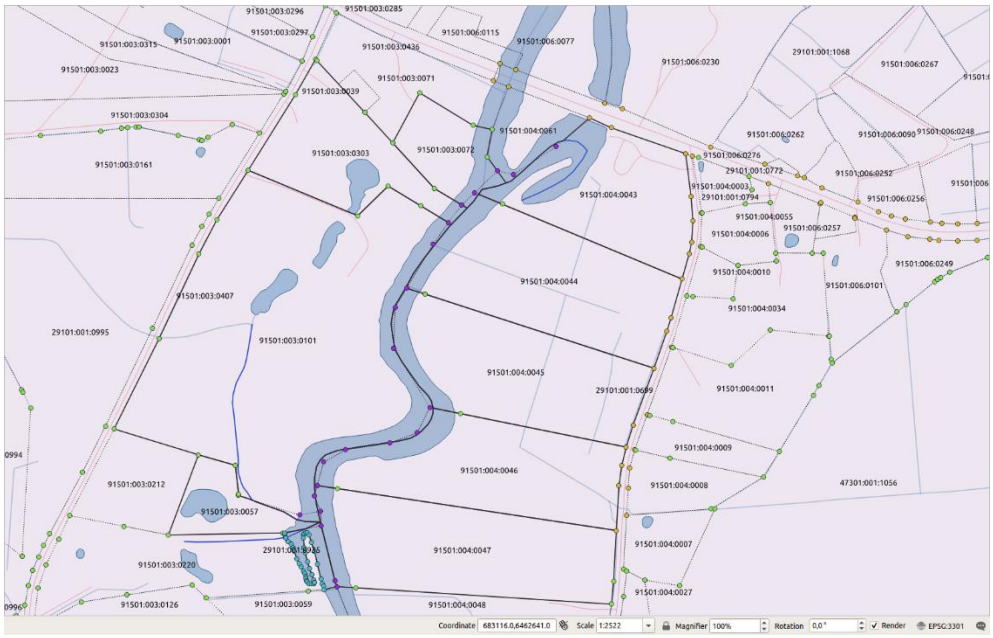
Piirilõikude kulgemisviis veekogu teljel (ainult lõigu üks punkt veekogu teljel, teise läheduses pole loogiliselt ühtegi veekogu telge), nt Ahja jõe ääres, vt pilt 60:

LISA 6. Ruumireeglite täpsustused MKK korral

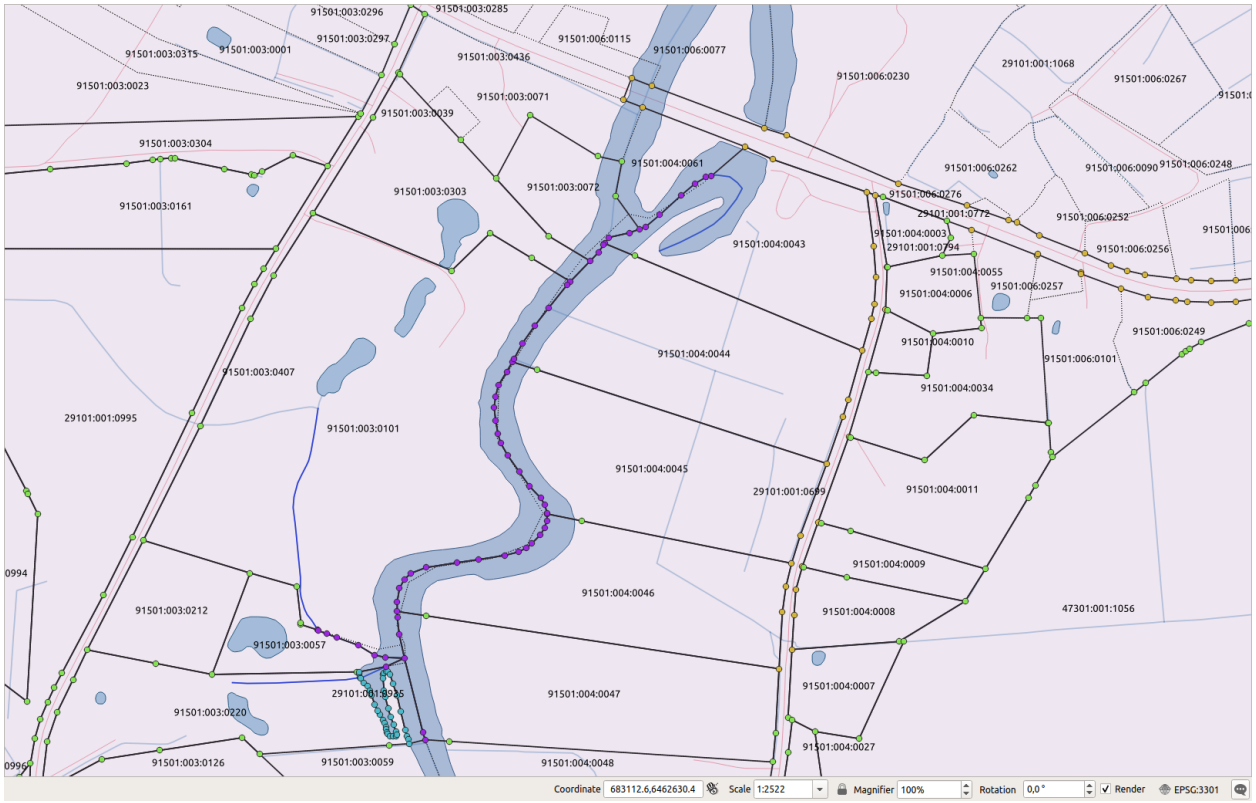
Piiride pikendamise reegli rakendamine MKK korral

a) Genereeri piiripikendused algsele piirikirjeldusele, pilt 61:

b) Vii piirid veekogu teljeni, pilt 62:



c) Arvuta ringi KÜ käänupunktid, pilt 63:



d) Arvuta teljepikendused kalda punktidele, pilt 64:

e) Vii piirid kaldani, pilt 65:

Voronoi rakendamine

Lisa samm MKK puhul voronoi diagrammi rakendamiseks sisaldab järgmiseid tegevusi:

- lõika olemasolev kataster veekogu teljega, saad 1-n tükki:
    - kui ainult 1 tükk, siis uus telg seda üksust ei puuduta (mis siis omakorda tähendab, et tema ja telgjoone vahel on mingisugune teispoolt telgjoont üksuse küljest),
    - kui tulemuseks mitu tükki, siis on vaja kindlaks teha, milline neist on "päris üksus", milline üle telje minev osa;
- kui üle telje minevad osad on käes, siis liida need kokku ja tee *dump* single-partideks. (see on merede jagamata maa analoog);
- leia millised katastriüksused samal pool jõe telge neid puudutavad;
- ekstraheeri need käänupunktid, mis neid puudutavad;
- nendele punktile teha või voronoi jagamata maa polügoni sees nii nagu mere puhulgi (sama loogikaga).

NB! Kaldajoone (nii voolu- kui seisuveekogu) puhul toimub sama esimesest punktist alates, lihtsalt vooluvee ala või seisuvee ala puhul tuleb kasutada ala piire (alast jooned ekstraheerida). Lisaks on kaldajoonel olevatele punktidele täpsustuse külge lugemine vaja teha ruumipäringuga uuesti.