

Eesti riikliku satelliidiandmekeskuse ESTHub analüüs



Euroopa Liit
Euroopa
Regionaalarengu Fond



Eesti
tuleviku heaks

Sisukord

1. Mõisted ja lühendid	3
1.1. Lühendid	3
1.2. Mõisted	3
2. Analüüsi eesmärk	3
3. ESTHubi äriiline kirjeldus	4
3.1. ESTHubi eesmärk	4
3.2. ESTHubi põhilised ülesanded	5
3.3. ESTHubi kasutajate tasemed	7
4. ESTHubi kasutamine	8
4.1. Eeldused ESTHubi kasutamiseks	8
4.2. ESTHubi teenuste kasutamise protsess	9
4.3. ESTHubi teenuste senine kasutamise kogemus	11
4.3.1. Küsitlus	11
4.3.2. Intervjuud	13
4.4. SWOT analüüs	15
5. Arenguvõimalused	16
6. Soovitused ESTHub edasiseks arenguks	17

1. Mõisted ja lühendid

1.1. Lühendid

Lühend	Selgitus
DHuS	<i>Data Hub System</i> . ESTHubi andmeportaal
ESA	<i>European Space Agency</i> . Euroopa Kosmoseagentuur
ESTHub	Eesti riiklik satelliidiandmete keskus
RITA	Euroopa Regionaalarengu Fondi programm Eestis, mille eesmärgiks on suurendada riigi rolli teaduse strateegilisel suunamisel ning teadus- ja arendusasutuste võimekust ühiskondlikult oluliste uuringute läbiviimisel.
WMS	<i>Web Map Service</i> . Kaarditeenus

1.2. Mõisted

Mõiste	Selgitus
Calvalus	Satelliidiandmete töötluskeskkond, mida ESTHub kasutab (arendatud Brockmann Consult poolt).
Protsessor	Tarkvara, mis võimaldab töödelda satelliidiandmeid ja luua nendest uusi tooteid. Protsessor õnnestub või ebaõnnestub sisendi töötlemisel ning tulemusena annab vastava väljundinfo.

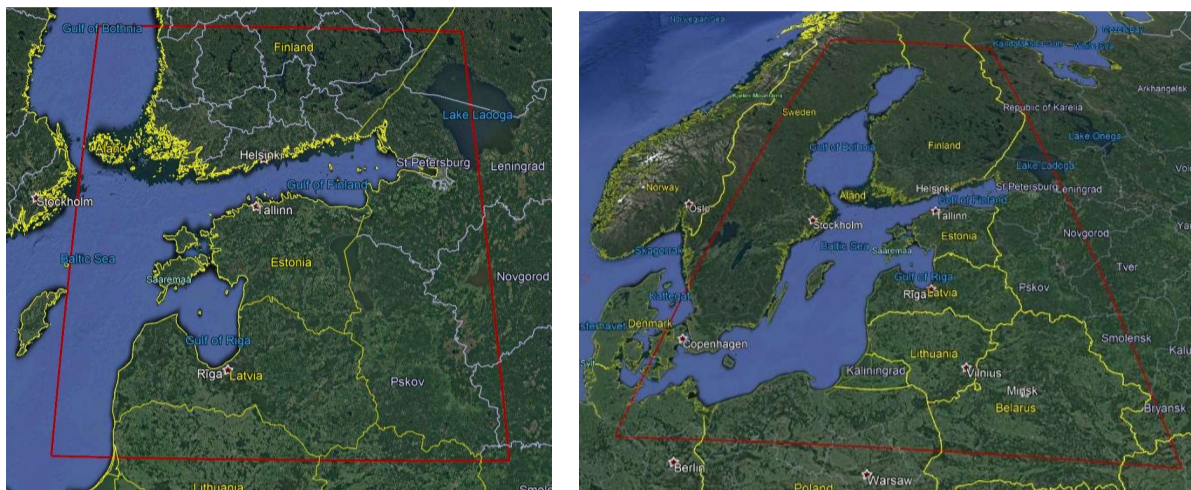
2. Analüüsi eesmärk

Käesolevas analüüsis kirjeldatakse ESTHubi kui riiklikku satelliidiandmete ühtset platvormi. Analüüsi eesmärgiks on luua juhised ja soovitusel ESTHubi kasutuselevõtuks eelkõige Eesti avaliku sektori poolt ning aidata laiendada ESTHubi kasutajate ringi ka väljaspoole. Analüüs on läbi viidud RITA programmi projekti „Kaugseire“ (RITA 1 leping nr 7.8-3/18/17 „Kaugseire andmete kasutuselevõtt avalike teenuste väljatöötamisel ja arendamisel“) käigus. Lisaks kirjeldatakse käesolevas analüüsis, milline on ESTHubi kui teenuse kasutamise protsess, mis võimaldab kasutajatele konkreetselt välja tuua vajalikud tegevused ESTHubi kasutamiseks ning tuuakse välja soovitusel, millega peaks arvestama ESTHubi kui teenuse kasutamisel. Analüüsis kajastatakse ka ESTHubi tuleviku arenguvõimalusi ja vajadusi.

3. ESTHub äriline kirjeldus

3.1. ESTHub eesmärk

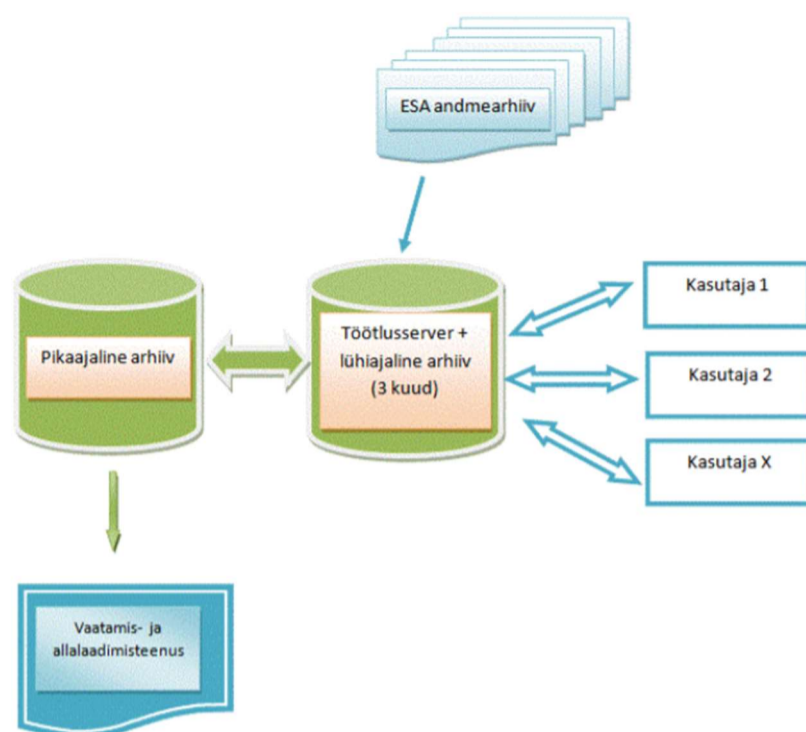
ESTHub (<https://geoportaal.maaamet.ee/est/Teenused/ESTHub-teenused-p443.html>) on riiklik satelliidiandmete keskus, mille kaudu saavad kasutajad otsida ja alla laadida Copernicuse (<https://www.copernicus.eu/>) programmi andmeid (tooteid). Lisaks võimaldab ESTHub riigiasutustel ja teadus- ja arendusasutustele satelliidiandmeid töödelda. ESTHubi kogutakse Eesti huviala kohta Sentinel-1, -2, -3 ja Landsat 8 andmeid. Sentinel-1, -2 ja Landsat 8 kohta laetakse alla ja arhiveeritakse ESTHubis andmeid umbes 200 km ulatuses riigipiirist ning Sentinel-3 andmed katavad kogu Läänemere ja selle lähiümbruse (joonis 1). Andmekeskus pakub tasuta satelliidiandmete kiiret alla laadimist nii era- kui ka riigisektorile. Riiklik satelliidiandmete keskus ESTHub kuulub Maa-ameti haldusalasse ja sellele pakub tugiteenuseid 2020. aasta seisuga Brockmann Consult GmbH (edaspidi Brockmann, <https://www.brockmann-consult.de/>).



Joonis 1. Vasakul Sentinel-1,-2 ja Landsat 8 andmete ulatus ning paremal Sentinel 3 andmete ulatus. Allikas: <https://geoportaal.maaamet.ee/est/Teenused/ESTHub-teenused-p443.html>

ESTHubi andmekeskus koosneb kahest komponendist (joonis 2). Esiteks on andmekeskuses pikaajaline arhiiv, kuhu arhiveeritakse Copernicuse programmi andmed Eesti huvipiirkonna kohta. Arhiivis olevate andmete otsimiseks ja alla laadimiseks on olemas ESTHubi andmeportaal ehk DHuS (*Data Hub System*) portaal <https://ehdatahub.maaamet.ee/>, mis on avatud kõigile, kuid selle kasutamiseks on vaja eelnevalt registreerida. Seal hoitakse kuni kahe aasta vanuseid andmeid. Võrreldes Copernicus Open Acces Hubiga (<https://scihub.copernicus.eu/>) saab ESTHubist umbes 10 korda kiiremini andmeid alla laadida.

ESTHubi andmekeskuse teiseks komponendiks on töötlusserver (joonis 2), kus toimub andmete töötlemine, parandamine ja andmete riiklikku koordinaatsüsteemi viimine. Töötlusserveris on võimalik kasutajatel oma algoritmide alusel teha andmetöötlust ja salvestada töötluste tulemeid. Siinkohal on oluline välja tuua, et töötlusserveri kõrval on toorandmed, mis saadakse ESA (<https://www.esa.int/>) andmearhiivist. Tänu sellele ei ole vaja andmeid kopeerida ning see aitab vähendada andmete dubleerimist ja andmete kopeerimiseks kuluvat aega. Lisaks on võimalik tänu töötlusserverile realiseerida suurt arvutusvõimsust nõudvaid andmetöötlusi ja seega ei sõltu andmetöötluste teostamine kasutaja riistvarast. Andmetöötlust on võimalik teostada nii käsurealt kui ka läbi graafilise kasutajaliidese Calvalus portaali ehcalvalus.maaamet.ee kaudu. Calvalus (<https://www.brockmann-consult.de/calvalus/about.jsp>) on Brockmanni poolt arendatud lahendus satelliidiandmete töötlemiseks. Töötlusvõimekusele saavad kasutajad juurdepääsu vaid vastava lepingu sõlmimisel Maa-ametiga.



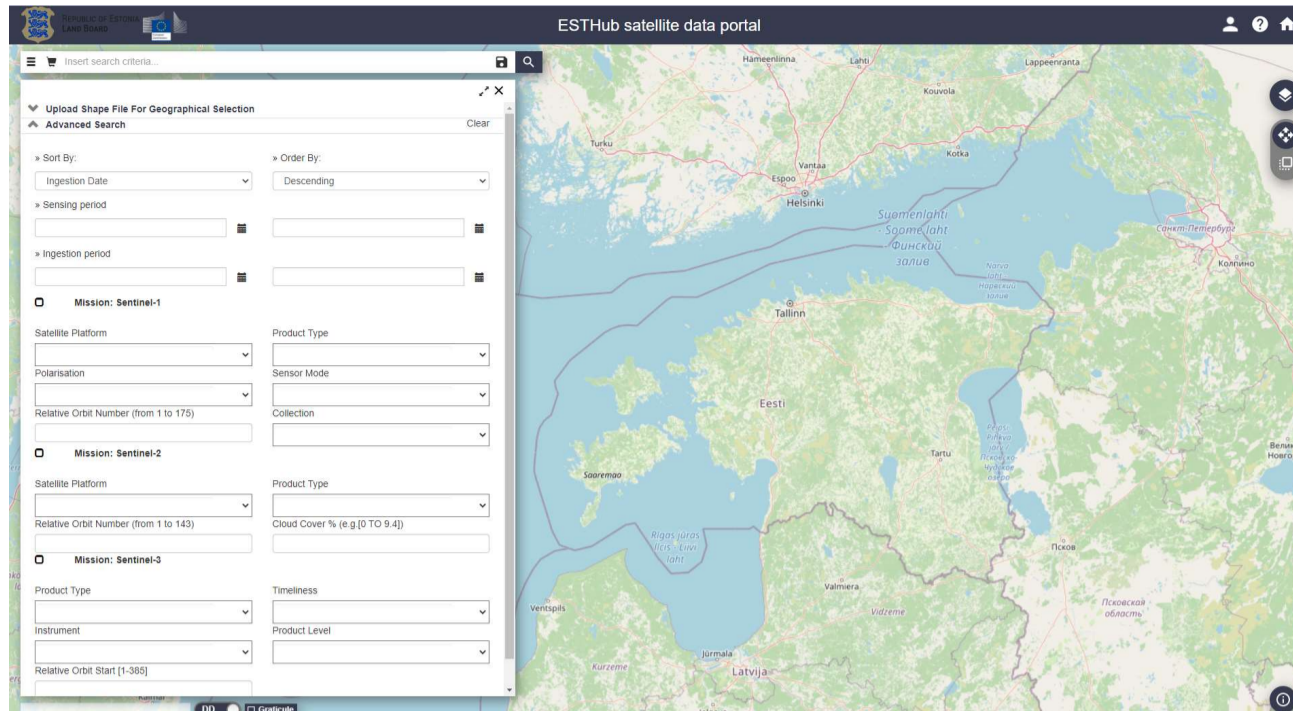
Joonis 2. ESTHub andmekeskuse komponendid. Allikas: <https://to.ee/download/m58579ee977135>

3.2. ESTHub põhilised ülesanded

ESTHubi peamiseks ülesandeks on pakkuda ühtset riiklikku platvormi satelliidiandmete otsimiseks, alla laadimiseks ja töötlemiseks. Riiklikul tasandil võiks ESTHub olla see lahendus, mida kasutatakse erinevate satelliidiandmetega seotud teenuste ja rakenduste väljatöötamisel. Sellise platvormi olemasolu võimaldab luua ühtseid põhimõtteid erinevate riigisektori arenduste jaoks ning jätkuva strateegilise arenduse korral realiseerida täielikult ESTHubi potentsiaal (sh rakendada arvutusvõimsust). ESTHub annab võimaluse luua operatiivseid (ja aegkriitiliseid) kaugseire teenuseid ja nende abil optimeerida tööprotsesse avalikus sektoris.

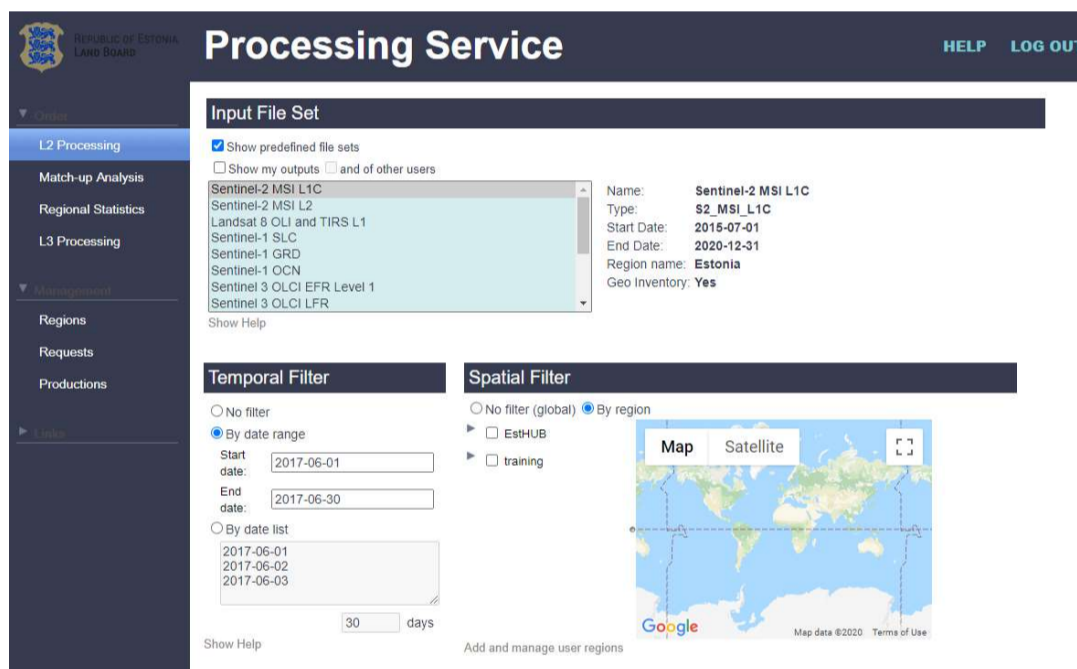
ESTHubi funktsionaalsuseid on võimalik välja tuua nii andmeportaali kui ka töötluskeskkonna vaatest. Andmeportaalis (joonis 3) on võimalik teha järgnevaid tegevusi:

- otsida andmeid:
 - tekstilise (*full text*) päringu (toetab nii *wildcard*'e kui ka *boolean* operaatoreid) järgi;
 - detailse otsingu kaudu;
 - joonistatud ala järgi:
 - laadida üles shapefail;
 - joonistada ise ala.
- salvestada tehtud päringuid;
- vaadata satelliitandmete tooteid ja nende kirjeldust;
- alla laadida tooteid;
- salvestada tooteid oma kontole ("ostukorvi") ja hallata neid;
- vahetada aluskaarte (teedekaart, ortofoto, hübriid).



Joonis 3. ESTHubi andmeportaal

Töötluskeskkonna peamiseks eesmärgiks on töötusahela loomine. Töötusahelaid on võimalik luua nii läbi graafilise kasutajaliideses Calvalus portaali (veebirakenduse) kui ka käsurea kaudu. Veebirakendus võimaldab valida sisendandmeid, protsessoreid ja töötuse parameetreid (joonis 4 ja 5). Töötuse tulemeid on võimalik veebibrauserist otse alla laadida, kuid tulemeid on võimalik kasutada ka järgneva töötuse sisendina. Andmetöötuse veebirakenduse kõrval on lisaks Linuxi käsurealt töötamise võimalus. Käsurrealt töötades saab ette valmistada ja läbi viia erinevaid töötusi ning automatiseerida töötusprotsesse.



Joonis 4. Calvalus graafiline liides: sisendite ja filtrite määramine

Joonis 5. Calvalus graafiline liides: protsessori ja väljundi määramine

Töötluskeskkonnas on mitmeid protsessoreid, millega on andmeid võimalik töödelda ja analüüsida. Lisaks saab Calvalusse lisada veel teisi protsessorite raamistikke, mis näiteks põhinevad Pythonil, R-il ja Linuxi kompileeritud keeltele. Töötluskeskkonnas on võimalik kasutada selliseid tööriistasid nagu QGIS ja SAGA-GIS. Peale Calvaluse on olemas ka SNAP (Sentinel Application Platform, <https://step.esa.int/main/toolboxes/snap/>), kus on olemas spetsiaalsed võimalused Copernicuse Sentineli andmete töötlemiseks ja analüüsiks, kuid see sobib ka teiste kaugseire toodete jaoks. Vabavaralisi tarkvarasid on võimalik juurde lisada vastavalt vajadusele ja projektile, kuid selle vajaduse realiseerimine tuleb Maa-ametiga ühiselt läbi arutada.

3.3. ESTHub kasutajate tasemed

ESTHubi kasutajate puhul on võimalik välja tuua kolm taset:

- algtase;
- kesktase;
- kõrgtase.

Algtaseme kasutajal on võimalik otsida ja alla laadida andmeid ESTHubi andmeportaalist. Andmete otsimiseks ja alla laadimiseks peab kasutaja sisse logima. Iga huviline saab end ise portaalis kasutajaks registreerida.

Nii kesktaseme kui ka kõrgtaseme kasutajatele lisanduvad töötlemise võimalused. Kesktaseme kasutajad saavad Calvaluse graafilises kasutajaliideses otsida andmeid ja teostada töötlust valitavate protsessoritega ESTHubi serveris ning soovi korral tulemeid alla laadida. Veebiliidese kasutamine ei eelda kasutajalt programmeerimise oskust. Selle kasutamiseks on vaja esmalt omada kontot DHuS portaalis ja seejärel on võimalik teha Maa-ametile taotlus Calvalus portaali ligipääsuks. Veebiliidese kasutamiseks sõlmitakse kasutaja ja Maa-ameti vahel leping, kus tuuakse välja osapoolte õigused ja kohustused. Kesktaseme kasutaja puhul on tegemist juba ekspertkasutajaga, kes töötluste tegemiseks peaks tundma kaugseire andmete töötlemise põhimõtteid.

Kõrgtaseme puhul on kasutajatel samuti võimalik otsida tooteid ja neid ESTHubi serveris töödelda ning soovi korral ka andmeid alla laadida. Töötlamine toimub graafilises veebiliideses valitavate protsessoritega. Võrreldes kesktaseme kasutajaga pääseb kõrgtaseme kasutaja ligi ka töötlusmasina käsureale, kus on kasutajal võimalik ise luua automatiseeritud protsesse vastavalt enda vajadustele. Käsureale ligipääsu saamiseks peab esitama Maa-ametile põhjendatud taotluse ning ka selle taseme puhul sõlmitakse kasutaja ja Maa-ameti vahel leping. Selle taseme võimaluste kasutamise eelduseks on kaugseire andmete töötlemise põhimõtete teadmine, kuid lisaks on väga oluline ka programmeerimise oskus (soovitavalt Shell ja Python).

ESTHubi kasutajateks võivad olla nii avalik kui ka erasektor. Kui ESTHubi võimalusi saab kasutada täies mahus avaliku sektori erinevate töötluste teostamiseks, siis erasektor kogu arvutusvõimekust kasutada ei saa. Erasektoril on võimalik kasutada kuni 20% ESTHubi klatri maksimaalsest võimekusest. Selline lahendus annab erasektori firmadele võimaluse kasutada ESTHubi võimalusi oma teenuse väljatöötamiseks ja testimiseks, kuid tulenevalt piiratud klastrimahust ei ole võimalik kogu oma äri sellele üles ehitada. Seega ei pea ettevõtte tegema koheselt investeringuid riistvarasse suurema arvutusvõimekuse saavutamiseks ja seeläbi on ESTHub keskkond, kus ettevõtte saavad oma ideid valideerida ja neid seejärel ärisse rakendada.

4. ESTHub kasutamine

4.1. Eeldused ESTHub kasutamiseks

Eeldused ESTHubi kasutamiseks sõltuvad sellest, milline on kasutamise eesmärk. Eesmärke saab üldiselt kaheks jaotada:

- andmete otsimine;
- andmete töötlemine.

Kui andmete otsimiseks kasutatakse eelnevalt käsitletud ESTHubi andmeportaali, siis selle kasutamiseks võib välja tuua järgnevad eeldused:

- arvuti või mobiilse seadme olemasolu, kus oleks võimalik kasutada veebibrauserit;
- inglise keele oskus (rakendusel puudub eesti keele tugi).

Eelnevalt välja toodud eeldused on need, mida on kindlasti vaja portaali kasutamiseks. Kuid lisaks on võimalik välja tuua soovituslikud eeldused, mis võimaldavad soovitud andmestikku hõlpsamini leida:

- konkreetse eesmärgi, mille jaoks andmeid otsitakse, olemasolu;
- satelliidiandmete tundmine;
- shapefaili loomise oskus päringute tegemiseks;
- kaardirakenduste kasutamise kogemus portaali operatiivsemaks kasutamiseks.

Nimetatud eeldused on soovituslikud seetõttu, et andmeid saab otsida ka ilma nende eeldusteta katse-eksitus meetodil, kuid tõenäoliselt see võib kasutajal võtta oluliselt rohkem aega.

Andmete töötlemise puhul on võimalik välja tuua oluliselt rohkem vajalikke eeldusi:

- töötluste tegemise eesmärgi (idee) olemasolu;
- eelinfo/kogemus võimalikest vajalikest töötlustest (töötlusahel);
- kas planeeritav töötlusahel vastab ESTHubi töötluste põhimõtetele;
- satelliidiandmete ja nende töötlemise põhimõtete tundmine;
- Calvalus koolituse läbimine;
- inglise keele oskus;
- arvuti olemasolu.

Andmete töötlemisel on väga oluline, et kasutajal oleks olemas idee või eesmärk, mida soovib realiseerida kasutades satelliidiandmeid. Et tagada idee realiseerimise ESTHubi platvormil, on tungivalt soovitatav esmalt konsulteerida Maa-ametiga (vajadusel Maaamet konsulteerib ka Brockmanniga), kes aitab valideerida ja nõustada, kas ja kuidas töötlust teostada. Lisaks peaks olema ka teada, milliseid töötlusi on vaja oma idee või eesmärgi saavutamiseks. See omakorda eeldab, et kasutaja omab teadmisi satelliidiandmetest ja nende

töötlemise põhimõtetest. Samuti on oluline, et oleks läbitud ka Calvalus koolitus, sest ainult juhendite alusel on töötluskeskkonda keeruline kasutada. Lisaks on kindlasti vaja töötluste tegemiseks inglise keele oskust, sest töötluskeskkonnas (nii Calvalus portaalis kui ka käsuraal) puudub eesti keele tugi. Kui töötluskeskkonnana kasutatakse käsurida peab oelma piisav programmeerimise oskus, . Kui kasutatakse töötluste tegemiseks Calvalus portaali, siis sellisel juhul ei ole otseselt vaja töötluste seadistamiseks programmeerimise oskust.

4.2. ESTHubi teenuste kasutamise protsess

Arvestades ESTHubi põhilisi ülesandeid, kasutaja tasemeid ja eeldusi ESTHubi kasutamiseks saab eristada ESTHubi teenuste ja liideste kasutamise protsesseid . ESTHubi kasutamise voog (joonis 6) sõltub sellest, milline on kasutaja eesmärk: (1) otsida ja alla laadida tooteid või (2) otsida ja töödelda tooteid. Esimese variandi puhul tuleb ESTHubi andmeportaali kasutajal luua konto (algataseme konto) ning seejärel on võimalik satelliidipilte otsida, vaadata ja ka alla laadida.

Kui kasutaja soovib kasutada töötluskeskkonda, siis esmalt on vaja sõlmida Maa-ametiga leping töötluskeskkonna kasutamiseks ja vastavalt vajadusele taotleda kesk- või kõrgtaseme kasutusõigused. Seejärel on võimalik kasutajal töötluskeskkonda (käsuraal või graafilise liidese kaudu) sisse logida. Eelnevalt on vajalik läbi mõelda töötluste algoritm ja muud eeldused, mis on nimetatud peatükis 4.1.

Joonisel 7 on välja toodud lihtsustatult ESTHubi töötluskeskkonna Calvalus graafilise liidese kasutamise protsess. Selle kasutamiseks peab omama ESTHubi kesktaseme kasutusõigused ja kasutaja siseneb Calvalus portaali (ehcalvalus.maaamet.ee) sisestades oma kasutajatunnuse ja parooli. Pärast sisse logimist on kasutajal võimalik valida töötluste tüüp. Tüüpe on neli:

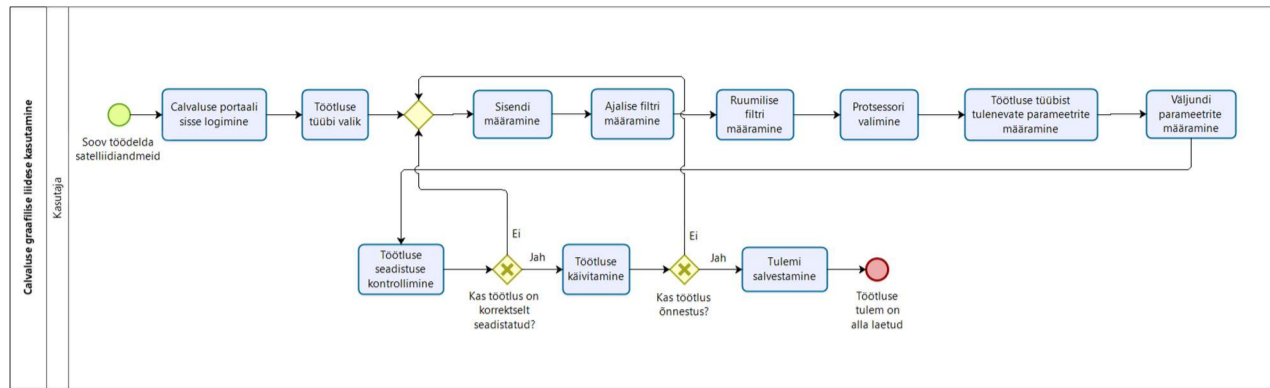
- *L2 Processing*;
- *Match-Up Analysis*;
- *Regional Statistics*;
- *L3 Processing*.

Esimese ja viimase töötlustüübi sisu on veidi kirjeldatud Calvalus portaalis olevas abitekstis, kuid nende sisu ilma kaugseire taustateadmisteta on üsna keeruline mõista.

Kui töötluste tüüp on valitud, siis on võimalik valida olemasolevate sisendite seast sobiva toote (nt Sentinel-1 OCN). Seejärel on võimalik valitud sisendid filtreerida kuupäeva järgi (ajaline filter) ja ka piirkonna järgi (ruumiline filter). Järgmise sammuna saab valida vastavalt sisendile protsessori, millega andmeid töödelda. Portaalil on võimalik ka protsessori parameetreid muuta vastavalt vajadusele. Seejärel saab vastavalt eelnevalt valitud töötluste tüübile määrata lisaparameetreid, nt töötluste *L3 Processing* puhul saab määrata agregeerimisreegleid. Pärast seda saab kirjeldada väljundiga seotud parameetrid nagu väljundi nimi, formaat jne. Enne töötluste käivitamist on võimalik teostada seadistuse kontroll tagamaks, et kõik vajalikud valikud oleksid tehtud. Juhul, kui töötluste seadistuses esineb mingi probleem, saab olemasolevat seadistust muuta. Kui töötlus on kontrollitud ja probleeme ei esine, saab käivitada töötluste. Portaalil on võimalik jälgida töötluste staatust. Töötluste ebaõnnestumisel saab töötluste seadistust muuta. Kui töötlus õnnestub, siis on võimalik lõpp-produkt alla laadida ja salvestada

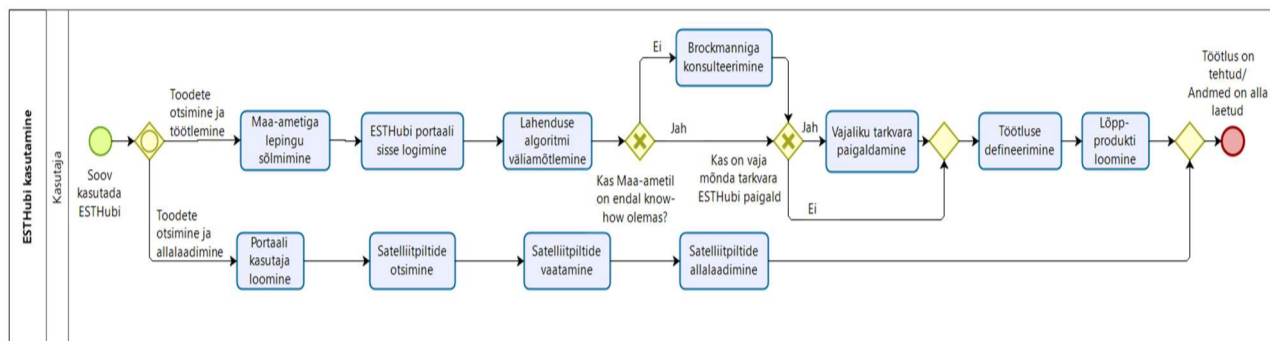
Joonisel 8 on välja toodud lihtsustatud protsess Calvalus käsuraal kaudu kasutamise kohta. Satelliidiandmete töötlemiseks on vaja esmalt sisse logida projekti virtuaalmasinasse (VM), selleks on vajalikud kõrgtaseme kasutusõigused. VM-sse on võimalik sisse logida kasutades ssh-d (*Secure Shell* ehk turvakest). Projekti VM pakub kasutajatele käsuraal liidest, skriptimise ja automatiseerimise võimalusi. Enne töötluste tegemist on vajalik ka teha teatud konfigureerimist (nt süsteemi *instantsid*) ning saab hakata looma töötluste *skripti*. Selle jaoks on vaja sarnaselt graafilise liideselega defineerida töötluste tüüp, protsessorid, sisend, töötluste tüübist tulenevad parameetrid ja väljundi parameetrid. Töötlust saab kirjeldada XML-i või YAML formaadis. Alles siis, kui töötlus on defineeritud, saab selle käivitada. Kui töötlus ebaõnnestub, saab töötlust muuta ja vajadusel abi küsida Maa-ameti vahendusel Brockmannilt, kes annab nõu töötluste seadistamise kohta. Kui töötlus õnnestub, siis on loodud töötluste tulemina lõpp-produkt.

© 2020 CGI INC.



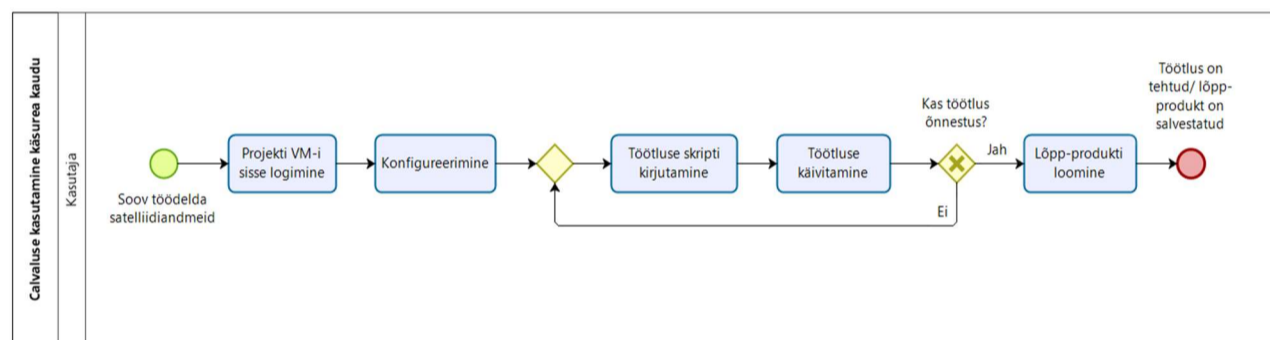
Powered by bizagi Modeler

Joonis 6. ESTHubi teenuste kasutamise protsess



Powered by bizagi Modeler

Joonis 7. Calvaluse graafilise liidese kasutamise protsess



Powered by bizagi Modeler

Joonis 8. Calvaluse käsurea kaudu kasutamise protsess

4.3. ESTHubi teenuste senine kasutamise kogemus

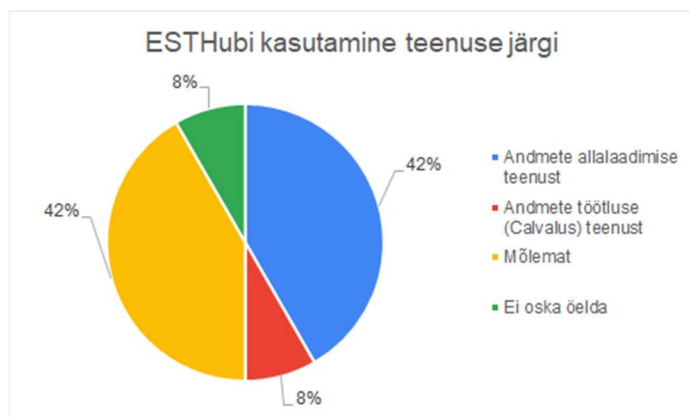
4.3.1. Küsitlus

Kasutajate kogemuse hindamiseks korraldati küsitlus Tartu Ülikooli Tartu observatoorium 14. mai ESTHubi veebipõhisel infopäeval. Selle eesmärgiks oli tutvustada ESTHubi võimalusi ja kaugseire andmete kasutajate kogemust nii teadlase, riigiasutuse kui ka ettevõtja seisukohast, et ühiselt planeerida jätkusuutlikku arengut. Seminaril osalejatelt koguti tagasisidet ESTHubi kasutamise kogemuse ja edasiste vajaduste kohta.

Küsitlusele vastajaid oli 26, kellest enamus töötavad riigisektoris (69%). Lisaks oli vastajate seas ka erasektori esindajaid (19%) ja kolmanda sektori ehk mittetulundussektoris töötavaid inimesi (8%) ja 1 vastaja oli märkinud, et hetkel ei tööta vaid õpib.

Vastajad, kes tegutsevad riigisektoris, märkisid tegevusaladeks avalik haldus (44%), teadus ja arendus (33%), põllumajandus, metsamajandus ja kalapüük (11%) ning haridus (6%), 6% vastajatest ei toonud välja tegevusala. Erasektori esindajad märkisid tegevusaladeks info ja side, teadus ja arendus, põllumajandus, metsamajandus ja kalapüük ning mäetööstusega seotud keskkonna ja geoloogia konsultatsioon. Kolmanda sektori puhul märkisid vastajad tegevusalaks loodus- ja keskkonnakaitse.

Küsitlusele vastanutest on 46% vastanud, et nad on kasutanud ESTHubi teenuseid ja 54% vastajatest märkisid, et nad ei ole kasutanud- nende osalemine infopäeval näitab, et huvi rohkem teada saada on tegelikult suur. Joonisel 9 on välja toodud, millised ESTHubi teenused on küsitlusele vastajate seas kasutatust leidnud.



Joonis 9. ESTHubi kasutamine teenuse järgi

Edaspidi võiks küsitlustes eristada ka ESTHubi kasutamist keskkondade järgi (DHuS portaali, Calvalus portaali ja terminali), mis annaks täpsema ülevaate ESTHubi kasutusest. Soovitav on kasutajate tegevuse statistikat süstemaatiliselt jälgida, sest siis on võimalik teenust parandada ja seeläbi ka kasutajate hulka suurendada.

Küsitletud ESTHubi teenuste kasutajad märkisid, et nad on ESTHubi teenuseid kasutanud erinevateks teadustöödeks, õppetööks kui ka töö jaoks näiteks meetodikate katsetamiseks, satelliidiandmetelt metaandmete pärimiseks kui ka üldiselt kaugseire teostamiseks. ESTHubi kasutajatest 67% töid välja, et ei kasuta igapäevaselt, iganädalaselt ega igakuiselt, vaid hoopiski veel harvem. 17% ESTHubi kasutajatest märkisid, et nad kasutavad igakuiselt ning ülejäänud vastajad kasutavad igapäevaselt või ei osanud teenuse kasutamise tihedust täpsustada. Arvestada, et ESTHubis on võimalik töötluste automatiseerimine, siis ei pruugi olla ka vajadust keskkonda pidevalt kasutada, samuti näitab kasutuse sagedus, et ilmselt ei ole tegemist operatiivkasutusega (mida ei ole seni ESTHubi loomise eesmärk) vaid pigem arenduse ja uuringuga.

ESTHubi teenuse kasutamise kogemusele on 5 punkti skaalas antud ESTHubi kasutajate seas küsitluse kohaselt keskmiseks hindeks 3,83, mis on üle keskmise ja järelikult on kasutajad üldiselt rahul.

Küsitluses paluti kasutajatel valida etteantud variantide seast ESTHubi eelised ja tugevused. Tabelis 1 on välja toodud mitu korda esines mingit eelist/tugevust ESTHubi kasutajate vastuste seas.

Tabel 1. ESTHubi eeliste/tugevuste esinemise sagedus küsitluses

Tugevus	Esinemise sagedus
Satelliidiandmete kättesaadavus	10
Andmetel sobiv geograafiline piirkond	8
Andmete alla laadimise kiirus/hulk	7
Kiire töötlusvõimekus	5
Kasutajasõbralik liides	5
Pakub tööks sobilikke andmeid	4

Peale eeliste uuriti vastajatelt ka ESTHubi teenuste puudujääkide kohta. Tabelis 2 on välja toodud mitu korda esines etteantud valikute seas mingit puudujääki.

Tabel 2. ESTHubi puudujääkide esinemise sagedus küsitluses

Puudujääk	Esinemise sagedus
Vähe koolitusi	6
Ebapiisav dokumentatsioon	4
Puudulik kasutajatugi	3
Keeruline kasutajaliides (graafiline liides, terminal)	2
Sobilike andmete mitte pakkumine/andmete vähesus	2

Tabeli 2 kohaselt töid vastajad kõige rohkem puudujäägina välja väheseid koolitusi, millele järgneb ebapiisav dokumentatsioon ja puudulik kasutajatugi. Kuigi osad vastajad töid välja tabeli 1 kohaselt, et ESTHubil on kasutajasõbralik liides, siis osad vastajad on hoopiski märkinud, et ESTHubi teenustel on keeruline kasutajaliides, mis tõenäoliselt sõltub selles, mis eesmärgis on keskkonda kasutatud. Sarnane olukord on ka andmete sobilikkusega, kus osad kasutajad näevad seda tugevusena, kuid osade vastajate hinnangul ei ole ESTHubis sobilikke andmeid või neid on vähe. Mitmed vastajad ei osanud ka välja tuua puudujääke ilmselt vastava kogemuse vähesuse tõttu.

Vastajatel oli võimalik välja tuua ettepanekuid puudujääkidega tegelemiseks. Nende hinnangul peaks puudujääkide leevendamiseks või kõrvaldamiseks tegema järgmisi tegevusi:

- rohkem koolitusi, mis võiksid põhineda teaduslikel töödel;
- koostada põhjalikum dokumentatsioon;
- küsida kasutajatelt tagasisidet;
- täiendada veateateid, mida terminali kaudu töötusahelate loomisel kasutajale esitatakse;
- jälgida, mida teevad erinevad kaugseire platvormid (Google Earth Engine, Sinergise SentinelHub, DIAS-ed ja European Data Cube Facility) ning võtta neilt oskuslikult funktsionaalsus üle ja teha Eesti GIS kogukonnale need funktsionaalsused kättesaadavaks;
- Sentinel-2 WMS teenuse käivitamine.

Küsitluse viimases osas paluti vastajatel järjestada olulise järgi, kus 1 on kõige olulisem ja 5 on kõige vähem olulisem kanalid, mille kaudu soovitakse infot ESTHubi võimaluste kohta. Küsitluse tulemuste

alusel on kõige olulisem ESTHubi teemalise kodulehe olemasolu koos vajaliku detailise infoga. Sellele järgnevad ESTHubi teemalised infopäevad ning seejärel on kasutajatele võrdset olulised dokumentatsiooni olemasolu ja kohapeal toimuvad koolitused. Kõige vähem olulisem on videokoolituse võimaluse olemasolu.

Infopäevade ja koolituste puhul märkisid 54% vastajad, et neid võiks korraldada 1-2 korda aastas. 23% vastajate hinnangul võiks toimuda neid 3-4 korda aastas. Ülejäänud vastajate arvetes võiks toimuda infopäevi ja koolitusi igakuiselt või vastavalt vajadusele. Koolituste ja infopäevade sisu osas eelistatakse kõige rohkem praktilist (*hands on*) koolitust/ töötuba (46%) ja kogemuste jagamist (38%). 8% vastajatest sooviksid, et infopäevadel ja koolituste sisuks oleks ESTHubi arengud ja uued võimalused ning vaid 8% vastajatest ei osanud öelda, milline sisu võiks olla üritustel.

4.3.2. Intervjuud

Analüüsi raames viidi läbi ka intervjuud projektidega, mis on perioodil 2015-2020 Eestis riigiasutuste tellimusena käivitatud:

- Satelliidiandmete kasutamise infosüsteem PRIA jaoks (edaspidi SATIKAS) (2016-2018);
- Kaugseire meetoditega jääkaardi koostamine KAUR-i jaoks (edaspidi Jääkaardi projekt) (2019-2021);
- Kaugseire meetoditega metsaressursi arvestamine KAUR-i jaoks (edaspidi Metsaressursi projekt) (2018-2020);
- RITA 1 „Kaugseire“(2019-2020) valdkonnad:
 - Maastikutulekahjude ennetamine ja likvideerimine;
 - Üleujutuste ja veetaseme seire (edaspidi üleujutuste projekt);
 - Põllumajandusmaade kasutuse seire (edaspidi põllukultuuride projekt);
 - Ehitustegevuse planeerimine ja järelevalve.

Intervjuude läbiviimise eesmärgiks oli uuriti projektide meeskondadelt ESTHubi kasutuskogemuse kohta. RITA 1 „Kaugseire“ raames ei olnud tegelikult ESTHubi kasutamist võimalik ette planeerida, sest vastav projekt esitati enne ESTHubi käivitamist. Seetõttu RITA 1 „Kaugseire“ kahel valdkonnal - (1) maastikutulekahjude ennetamine ja likvideerimine ning (2) ehitustegevuse planeerimine ja järelevalve – ei ole uuritud võimalusi ESTHubi teenuste rakendamiseks teadusprototüüpide loomisel, kuid põllumajanduse ja üleujutuste teemade puhul on meeskonnad seda siiski pidanud võimalikuks. Seega kajastatakse järgnevalt viie projektimeeskonna kogemusi seoses ESTHubiga. Nendest projektidest kolm on rakendanud ESTHubi tööluskeskkonda Calvalus käsurea kaudu, üks kasutas ESTHubi taristut andmete alla laadimiseks ja üks kasutas ESTHub andmeportaali.

See, kas ja kuidas ESTHubi teenuseid sai projektidesse rakendatud, oli oluliselt mõjutatud ajastusest ja ESTHubi tehnilisest võimalustest vajalikuks hetkeks. Infosüsteem SATIKAS oli juba valmis enne ESTHubi käivitamist. Siis, kui hakkas toimima Calvaluse teenus ja oli võimalik tutvuda selle võimalustega ja leiti, et SATIKA ümber ehitamine Calvalus kasutamiseks on liiga kallis ja aeganõudev. Praeguse seisuga kasutab SATIKAS andmete alla laadimiseks ESTHub taristut.

Metsaressursi projekti puhul mängis samuti rolli ajastus: projektiga alustati juba enne seda, kui ESTHub oli valmis. Projekti käigus aga leiti, et kuna ESTHub võimaldab ainult satelliidi andmeid töödelda ja muid vajalikke andmeid (näiteks aerolaserskanneerimine) ei ole võimalik seal töödelda, siis ei ole mõistlik kogu töölusahelat ESTHubi põhiselt üles ehitada. Selline otsus aitas vältida töölusprotsessi killustamist. Siiski Metsaressursi projekti puhul kasutatakse ESTHubi andmeportaali. Jääkaardi projekti aluseks oli ESTHub käivitunud ja oli võimalik projekti tegevusi vastavalt planeerida ja arvestada ESTHubi võimalustega.

Enne ESTHubile rakenduse loomist võimaldati ka meeskondadel osaleda Brockmanni poolt korraldatud koolitusel, kus sai vahetult tutvuda Calvaluse töötluskeskkonnaga ja selle võimalustega. Koolitusest on olnud väga palju abi ja ainult juhendi alusel oleks olnud töötluskeskkonda väga raske kasutada olenemata sellest, kui oled tugeva programmeerimise ja kaugseire taustaga, sest Calvalus on küllaltki keeruline ja unikaalne töötlussüsteem. ESTHubi töötlusvõimekust on juba oluliselt lihtsam kasutada, kui on sellega teatav varasem kogemus juba olemas- seega selle lisamine ka õppetöösse oleks hea võimalus uusi kasutajaid kaasata. RITA 1 „Kaugseire“ programmi põllukultuuride ja üleujutuste projekti meeskonnad tõid välja, et kuna neil on varasemalt vastavalt SATIKA ja Jääkaardi projekti kaudu see kogemus olemas, siis on juba parem ettekujutus ESTHubi võimalustest ja tegevustest, mida on vaja teha töötusahela koostamiseks.

Probleemid kasutamisel

Calvalus graafilises liideses on olemas viited abimaterjalile, kuid analüüsi koostajate hinnangul on need ilma eelnevate teadmisteta raskesti mõistetavad. Tuntakse puudust ESTHubi võimalusi tutvustavast dokumendist, põhjalikust ülevaatest ja spetsiifikast (näiteks et süsteemil ei ole ligipääsu internetile, SNAPi kasutamise erinevus oma arvutis vs Calvalusel) ja ESTHubi liidese funktsionaalsuste kirjeldustest (nt *Regional Statistics* töötluuse tüüp on kirjeldamata).

Nendes projektides, kus kasutati Brockmanni arendatud Calvaluse käsurida või ESTHubi taristut andmete alla laadimiseks, oli väga oluline roll kommunikatsioonil eelkõige just Brockmanniga, kellega oli vaja konsulteerida eelkõige just tehnilise toe saamiseks, sest ilma nende abita oleks keeruline olnud töötlust luua või seadistada. Sooviti ka paremat ülevaadet vastutusosalade osas, eelkõige selguse saavutamiseks, milliste probleemiga peaks Maa-ameti või KeMITi poole pöörduma. Vajadus on ka kiiremat ESTHubi rakenduse administraatorilt tellitud teekide või muude muudatuste realiseermist ja võimalust ise vajalikke teke programmeerimiseks installeerida. Operatiivse teenuse käigus hoidmiseks tuleb kindlasti Maa-ametiga eelnevalt kokku leppida teenustaseme (*service level agreement* ehk SLA) osas. Kuigi Brockmann on olnud igati abiks töötluste seadistamisel, tuntakse siiski puudust Eestis ekspertidest, kes tunneks ESTHubi süsteemi süvitsi ning oskaks ESTHubi teenuste teemadel konsulteerida ja pakkuda ka põhjalikumat tehnilist teadmist.

ESTHubi tehnilise poole probleemina võib välja tuua ka mõningaid puudulikke veateateid, mis väljastatakse, kui kasutatakse Calvalus töötluskeskkonda käsurea kaudu. Tarkvara väljastab veateateid, mille sisu on ebaselge ja seetõttu on keeruline ise viga lahendada, mis omakorda takistab veateate tekkimisel ka küsimuse formuleerimisest.

Kasutegurid

Kogenuid kasutajad näevad ESTHubil ka mitmeid olulisi kasutegureid. Positiivse omadusena on oluline töötluste märkimisväärne kiirus, mida ESTHub suudab pakkuda: lühikese ajaga on võimalik ära töödelda suur andmehulk ja saada tööks vajalikke tulemeid. Lisaks on süsteemi plussiks ka see, et ESTHubis on andmed kohapeal olemas ja pääseb ligi ka andmearhiivile. Tänu ESTHubi loomisele on hakatud ka süsteemselt riigile vajalikke kaugseire teenuseid tellima ja arendama. Seega luuakse läbi ESTHubi satelliitandmetele väärtust, millest saab avalik sektor kasu (nt Jääkaart, SATIKAS jne) aga tekib ka teadlikum ja targem tellija. Tänu kiirusele ESTHubis on võimalik luua peaaegu reaalajas teenuseid, mis nõuavad suurt arvutusressurssi. ESTHubi süsteemi näol on selliseid teenuseid võimalik nüüd luua ilma, et peaks iga asutus ise infrastruktuuri investeringuid tegema ja suureneb riikliku, ettevõtluse ja teadusasutuste vaheline sünergia.

4.4. SWOT analüüs

Tabel 3. ESTHubi platvormi SWOT analüüs

Tugevused	Nõrkused
<ul style="list-style-type: none"> • Andmed on vabalt kättesaadavad; • Andmete töötlusvõimekus on suur ja töötlus on kiire; • Andmed on olemas kohapeal, mistõttu saab andmeid kiiremini alla laadida; • Riigiasutused saavad seda kasutada ilma, et peaks ise infrastruktuuri tegema investeringuid; • Läbi ESTHubi saab luua satelliidiandmetele väärtust, mis võib ka laiemale avalikkusele olla kasulik/huvi pakkuda; • Arenduspartner toetab töötluste seadistamist. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tervikliku dokumentatsiooni puudumine; • Maa-ametil ja KeMITil puudub põhjalik teadmine, kuidas süsteem töötab; • Töötluste seadistamine on keeruline ja ajakulukas; • Eestis ei ole Calvaluse ekspertkasutajat; • Vähe koolitusi; • ESTHubil puudub tooteomanik, kes vastutaks platvormi eest ja kes suunaks ESTHubi platvormi arengut; • Puudub ülevaade ESTHubi arenguplaanidest ja tulevikust; • Töötlusvõimaluste kasutamiseks peab sõlmima Maa-ametiga eraldi lepingu.
Võimalused	Ohud
<ul style="list-style-type: none"> • ESTHubist kujuneb üleriigiliselt ühiselt kasutatav satelliidiandmete alla laadimise ja töötluste platvorm; • ESTHubi koondada kõigi riigiasutuste vektor- ja rasterandmed, mis võimaldaks teostada satelliidiandmetega rohkem töötlust ja ühtlasi oleks kõik ruumiandmed ühest kohast kättesaadavad; • Teha koostööd kõrgkoolidega, kus on olemas kaugseire valdkonna kompetents ja pakkuda võimalust kasutada ESTHubi õppetöös; • Luua ESTHubile näidisalgoritme, mis tutvustaksid ESTHubi töötlusvõimekust; • Eraettevõtetele pakkuda hinnakirja alusel ESTHubi töötlusvõimekuse kasutamist; • Tutvustada Lätile ja Leedule ESTHubi võimalusi ning leida koostööprojekte; • Pakkuda peale Copernicuse programmi ka muid tooteid; • Luua rohkem selliseid programme nagu RITA, mille kaudu oleks võimalik kaugseire teenuseid välja töötada ja seeläbi soodustada ESTHubi kasutamist. 	<ul style="list-style-type: none"> • Suur sõltuvus ühest arenduspartnerist; • Kasutajate jaoks on süsteemi kasutamine liiga keeruline, mistõttu kasutajate arv jääb väikseks; • Süsteemi kasutab ainult teatud ringkond, hetkel peamiselt teadlased; • Avalikes asutustest puudub teadmine, kuidas satelliidiandmeid oma tööprotsessidesse rakendada; • Satelliidiandmete kasutamine on vähe levinud; • Puudub tegevuskava ESTHubi arenguks ja teenuste loomiseks, mille läbi oleks võimalik ka platvormi kasutamist populariseerida; • ESTHub on riigile järjest kasvav kulu, mistõttu võib mingil hetkel tekkida küsimus, kas see tasub enam end ära.

5. Arenguvõimalused

Eesti satelliidiandmete keskus ESTHub avati alles 2019. aasta kevadel ja juba on see kasutusele võetud mitmesse projekti. Nii küsitluse kui ka intervjuude alusel on selge, et ESTHubi kui teenuse arendamist ja parendamist on vaja jätkata, et selle kvaliteeti tõsta ja kuidas laiendada kasutusvaldkondi.

- **Dokumentatsioon**

ESTHubi puhul on üheks oluliseks puudujäägiks kasutaja seisukohalt dokumentatsiooni puudulikkus. Tänaise seisuga on ESTHubi kohta olemas avalikult kättesaadav Maa-ameti geoportaal (<https://geoportaal.maaamet.ee/est/Teenused/ESTHub-teenused-p443.html>) lühike tutvustus, ESTHubi tutvustavad videod Youtubes, kuid ESTHubi tehnilist sisu puudutav dokumentatsioon avalikult kättesaadav ei ole. Vaja teha:

- koostada ESTHubi tehniline kirjeldus (soovitavalt eesti keeles), mis kirjeldaks selle arhitektuuri, funktsionaalsust jms. Samuti võiks kirjeldus sisaldada näiteks abistavaid küsimusi, mis aitaks valideerida, kas kasutaja jaoks on ESTHub üldse sobiv lahendus;
- kirjeldada, millistel tingimustel avalikud asutused ja eraettevõtted saavad ESTHubi kasutada;
- teha avalikult kättesaadavaks ESTHubiga seonduv dokumentatsioon.

Lisaks peaks dokumentatsioon sisaldama ka näidisalgoritme ja samm-sammulist juhendit nende kasutamiseks töötluskeskkonnas. Lisaks oleks selline dokumentatsioon abiks ka hangete koostajatele, sest võimaldaks aru saada, mida ESTHubi keskkond võimaldab.

- **Koolitused**

Iseseisvalt ainult juhendi alusel on praeguse seisuga töötusi keeruline seadistada Calvalus portaalis läbi terminali ja koolituse läbimine on oluline eeldus töötluskeskkonna kasutamiseks. Soovitav on koolitusi korraldada näiteks kord kvartalis, sest projektid algavad erinevatel aegadel ja vastasel juhul võib tekkida oluliselt rohkem erinevaid takistusi ESTHubi töötluskeskkonna kasutamisel. Ka täiendkoolitused on vajalikud, sest ülesannete keerukus ajas võib kasvada. Videokoolitus võiks olla abiks kui see on avalikult kättesaadav.

- **Kasutajatugi**

ESTHubile pakub kasutajatuge Brockmann ja Maa-amet koos KeMITiga, kuid puudust tuntakse just Calvalus spetsiifikat tundvast Eesti ekspertkasutajast. Seega võiks Maa-amet ja/või KeMIT ESTHubi kasutajatoesse kaasata rohkem töötajaid, kes õpiksid eksperdi tasemel süvitsi ESTHubi keskkonda tundma ja seeläbi oskaksid kasutajaid paremini nõustada. Ühtlasi võimaldaksid need muudatused vähendada sõltuvust Brockmannist ning vajadusel hakata laiendama ESTHubi ka uute ülesannete jaoks. Kui kasutajatel tekib parem arusaam süsteemist, siis see aitaks omakorda kasutajatoe koormust vähendada. Lisaks peaks regulaarselt küsima kasutajatelt tagasisidet, et ennetada aegsasti probleeme ja seeläbi tõsta teenuse kvaliteeti. Võiks soodustada kasutajate omavahelist teadmiste jagamist, luues näiteks meililisti, Skype või mõne muu kiirvestluseprogrammi grupi, millega kasutajatel oleks võimalik liituda ja seal omavahel suhelda ja nii viisi kogemuste pagasit laiendada.

- **ESTHubi kasutamine: kasutajaks registreerumine ja veateated**

ESTHubi andmeportaaliga on võimalik lihtsasti liituda registreerides endale ise kasutajakonto, saades seeläbi algtaseme kasutusõigused. Töötlusvõimaluste kasutamiseks peavad kasutajad sõlmima Maa-ametiga eraldi kasutuslepingu. Sellest tulenevalt soovime töötlusvõimaluste kasutamiseks luua konto Calvalus graafilise liidese kaudu, kus kasutajale kuvatakse konto loomise vorm ning seal oleks ka esitatud info osapoolte kohustuste ja õiguste kohta. Lisaks võiks uurida potentsiaalselt kasutajalt konto loomise vormis, millistel põhjustel soovib töötluskeskkonda kasutada. Samuti võiks olla Maa-ameti geoportaal kuvatud informatsioon, kuidas saab endale taotleda kesk- ja kõrgtaseme kasutusõigusi.

- **ESTHubi kasutamise laiendamine**

ESTHubi kasutajate hulk on seni üsna väike- ESTHubi arvutusvõimekusest on kasutusel vaid 1%. ESTHub on Eestis üsna uus võimalus satelliidiandmeid kasutada, seega pole riigiasutustel olnud piisavalt aega ja teadlikkust, kuidas satelliidiandmeid oma tööprotsessides efektiivselt kasutada. Satelliidiandmeid ja nende kasutusvõimalusi riigiasutustele saaks rohkem tutvustada ning konsulteerida kaugseire spetsialistiga, kes oskaks näha, millistes tööprotsessides oleks võimalik rakendada satelliidiandmeid. ESTHubi võimalusi oleks oluline tutvustada ka tudengitele, kes saaksid seda õppetöö raames kasutada. Eesti ülikoolides korraldatakse erinevaid kaugseirega seotud kursuseid, (<https://kaugseire.ee/kaugseire-alane-haridus-eestis>). Kuna ESTHub ei kata ainult Eesti piirkonda, vaid saab ka satelliidiandmeid Läti ja Leedu kohta, siis oleks oluline tutvustada infopäevade raames ka nendele riikidele ESTHubi võimalusi ja ka Soomes ja Saksamaal. Kõige olulisem on tagada nõ tooteomanik, kelle üheks vastutusalaks oleks ESTHubi süsteemile kasutajate ja teenuste loomiseks ideede leidmine. ESTHubi tooteomanik peaks kaardistama, millised on potentsiaalsed valdkonnad, kus võiks satelliidiandmed pakkuda vajalikku lisandväärtust.

6. Soovitused ESTHub edasiseks arenguks

1. **ESTHubil on kõrge potentsiaal** saada peamiseks kohaks, kus riigiasutused töötlevad satelliidiandmeid ja loovad uusi teenuseid. Siinkohal on oluline leida ekspertkasutajaid, kes riigiasutuste ideid realiseeriks. [Soovitus: luua süsteemselt ja viia läbi koolitusi, seminare, infopäevi, levitada tutvustus- ja õppematerjale.](#)
2. **Vajadus üldise kontseptsiooni järgi ESTHubi tulevikust**, panna paika riigi pikaajaline ja jätkusuutlik plaan kaugseire teenuste loomiseks ja planeerida kava elluviimiseks vastav rahastus. Seejärel saaksid riigiasutused arendada oma teenuseid ja pakkuda Eesti kaugseire valdkonnale võimalust uuteks arenguteks. Tuleviku ja arengu planeerimiseks on oluline, et ESTHubil oleks olemas tooteomanik, kes vastutaks selle eest ning teavitaks kasutajaid ja partnereid, millises suunas ESTHubi platvorm areneb. [Soovitus: laialdaselt kasvatada teadlikkust otsustusringkondades, et ESTHubi seega ka Eesti kaugseire võimekus oleks kaasatud valdkondlikesse arengukavadesse ja riiklikesse programmidesse](#)
3. **Praeguse seisuga on ESTHubi töötluskeskkond mõeldud eelkõige riigiasutustele kasutamiseks** ja eraettevõtted saavad kasutada oma äriidee katsetamiseks ainult teatud mahus töötlusvõimekust, siiski oleks erasektoril pigem huvi luua operatiivseid teenuseid. Kuna ESTHub on riigile pigem kuluallikas, siis eraettevõtete abil oleks võimalik ka neid kulusid paremini katta. Ühtlasi oleks võimalik ka eraettevõtete seas ESTHubi ja ka satelliidiandmete kasutamist propageerida ning hoogustada Eestis IT ja kosmosetehnoloogia ettevõtlust. [Soovitus: Läbi mõelda võimalused pakkuda eraettevõtetele kogu ESTHubi töötlusvõimekust hinnakirja alusel. Selleks vajalik ka erasektori jaoks motiveerivate riiklike meetmete loomine](#)
4. **ESTHubi eesmärk on pakkuda Copernicuse programmi andmeid**, kuid ESTHubi võiks olla aluseks Eesti ruumandmete keskusele. ESTHub võiks pakkuda peale Copernicuse programmi toodete ka teisi satelliidiandmeid, mis aitaks teadustöö tegemisel või erinevate spetsiifiliste rakenduste loomisel. Lisaks võiks ESTHubis hoida peale satelliidiandmete kogu riigi raster- ja vektorandmeid. Seega oleks ESTHub platvorm, mis koondaks kokku erinevate riigiasutuste ruumandmed. Ühtlasi oleks võimalik luua töötlusahelaid, mis kasutaks peale satelliidiandmete ka muid raster- või vektorandmeid ja oodatud oleks ka ESTHubi võimekus neid andmeid töödelda. [Soovitus: Analüüsida eraldi põhjalikult ühtse ja integreeritud ruumandmete platvormi loomise võimalust ja otstarbekust Eesti riiklikest eesmärkidest lähtuvalt.](#)



Analüüsi viis läbi CGI vastavalt RITA 1 leping nr 7.8-3/18/17 „Kaugseire andmete kasutuselevõtt avalike teenuste väljatöötamisel ja arendamisel“ tingimustele (vastutav Anu Noorma, Tartu Ülikool)