



KESKKONNAMINISTEERIUM

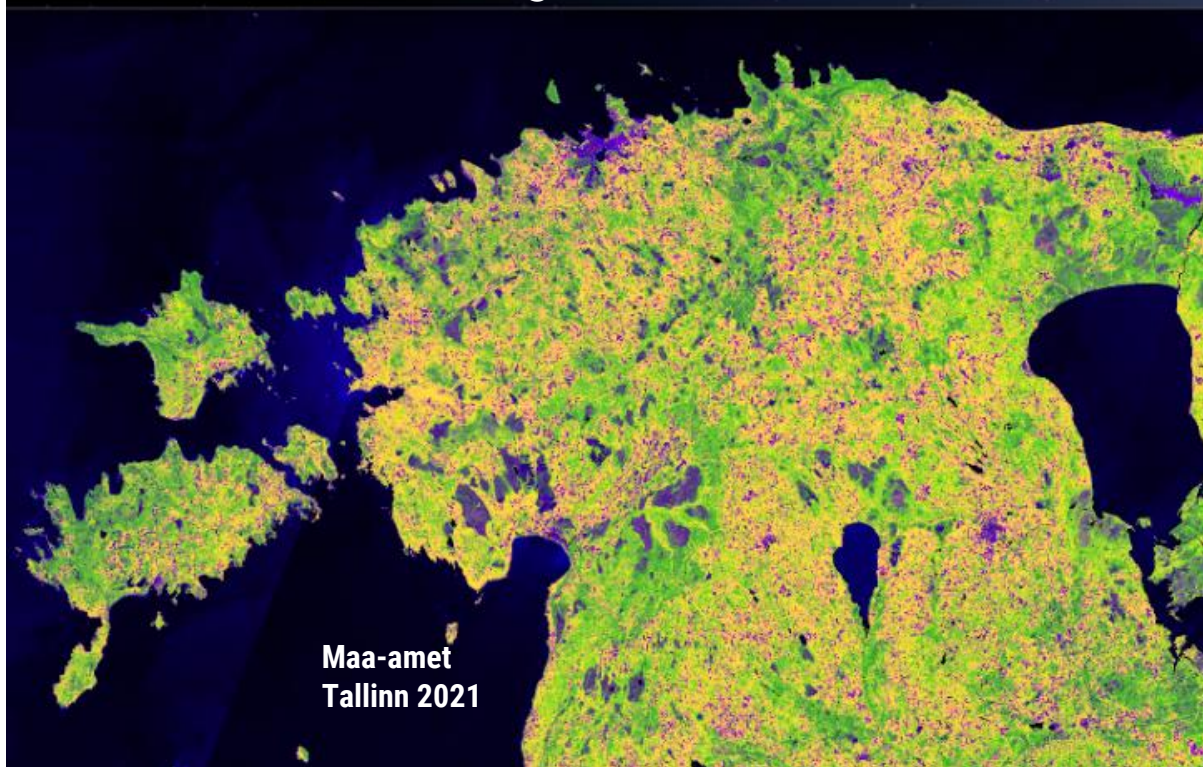


MAA-AMET

Riiklik kaugseire satelliidiandmete keskus ESTHub



Arengukava



Maa-amet
Tallinn 2021

Sisukord

Sisukord.....	2
Kirjutises kasutatud olulisemate mõistete ja lühendite selgitused	4
Sissejuhatus	5
1. Copernicus programm	7
1.1. Copernicus programmi satelliidid	8
1.2. Copernicus programmi andmejaotuskeskused.....	9
1.3. Copernicus programmi tuumikteenused	11
1.4. Copernicus programmi satelliidiandmetest oodatav kasu	13
2. ESTHub-i asutamine	14
2.1. Riikliku satelliidiandmete jaotuskeskuse eelanalüüs	14
2.2. ESTHub eesmärgid ja baastaristu rajamine	17
2.2.1. ESTHub-i taristu ja tarkvara	19
2.2.2. ESTHub-i andmete valik ja kättesaadavus	23
3. ESTHub-i arengut mõjutavad asjaolud	30
3.1. ESTHub-i rahastus ja töökorraldus aastatel 2019-2021	30
3.2. ESTHub-i kasutuslood.....	36
3.2.1. Rohumaade niitmise tuvastamise süsteem.....	36
3.2.2. Operatiivne merejääkaart.....	37
3.2.3. Metsa kaugseire.....	39
3.2.4. Üleujutuste kaart	40
3.2.5. ESTHub-i kasutajakoolitused kaugseire spetsialistidele	40
3.3. ESTHub-i arendamine innovaatiliseks ja lõppkasutaja vajadustele vastavaks.....	40
3.3.1. Satelliidiandmete kiirpäringuteenus – Maa-ameti Satiladu	41
3.3.2. Copernicus satelliidiandmete veebikaarditeenused.....	43
3.3.3. Riigisektori koolitamine targaks tellijaks	43
4. ESTHub-i kasutajad	45
4.1. ESTHub-i äriteenused	46
4.2. Kasutajate tagasiside küsitluse tulemused	49
4.3. Praegu pakutavate ESTHub-i teenuste paketi võrdlus 2015. aasta eelanalüüsis käsitletud paketiga.....	51
5. Tulevikuvajadused	51
5.1. Väljakutsed lähitulevikus	51

5.1.1. Lõppkasutaja teenuste vajadus.....	52
5.1.2. Automaatteenused	54
5.2. ESTHub-i tulevikuvajadused	56
Kokkuvõte	67
Kasutatud allikad.....	69

Tiitellehe pildi allikas Copernicus keskus [ja satiladu.maaamet.ee](http://satiladu.maaamet.ee)

[Lisa 1 Kasutatud lühendid ja mõisted](#)

[Lisa 2 Rootsi Kosmoseagentuuri 2021. aasta kasutajaseminari teemade tutvustus.](#)

[Lisa 3 Asutuste ülese teenuse analüüs ja kontseptsioon – Copernicuse satelliidiandmete jaotuskeskus. MKM, 2015](#)

[Lisa 4 Eesti riikliku satelliidiandmekeskuse ESTHub analüüs. CGI, 2020](#)

Arengukava koostajad: Maili Hirlak, Artu Ellmann ja Martin Menert, arvesse on võetud KAUR, KeM ja KEMIT tagasisidet ESTHub arengukava algsele versioonile, ESTHub- i kasutajate küsitluse tulemusi ja MKM tagasisidet.

Kirjutises kasutatud olulisemate mõistete ja lühendite selgitused

Mõiste	Tähendus
Calvalus	Brockmann Consulti poolt loodud hajusarvutussüsteemi tarkvara, mis baseerub Apache Hadoopil
Copernicuse programm	Euroopa Liidu programm, mille eesmärgiks on luua Euroopa Kosmoseagentuuri võimekus Maa kaugseireks.
DHuS	Data Hub System ehk satelliidiandmete ladu
EAS	Ettevõtluse Arendamise Sihtasutus
ESA	Euroopa Kosmoseagentuur
ESTHub	Riiklik satelliidiandmete keskus ESTHub, satelliidi kaugseire andmete majutaja Eesti ala kohta
ESTHub-i äriteenus	Disaini- ja töötlusprotsess, mis väärindab satelliidiandmeid ja kirjeldab need teenustena olemasolevatesse rakendustesse ja/või annab lõppkasutajale kasutusse olemasoleva taristu kaudu
KAUR	Keskkonnaagentuur
KEMIT	Keskkonnaministeeriumi Infotehnoloogia Keskus
MA	Maa-amet
MKM	Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium
Persoona	Kasutajagruppi esindav personaliseeritud isik (mitte päris isik), kes on loodud oma kasutajagrupi kõige tüüpilisema universaalse näitena.
Sentinel X	ESA Copernicuse programmi satelliitide nimetus koos numbriga.

Kõikide kasutatud lühendite selgitus on toodud [Lisas 1.](#)

Sissejuhatus

Käesoleva riikliku satelliidiandmete keskuse (ESTHub) arengukava koostamise aluseks on Vabariigi Valitsuse tegevusprogrammi (VVTP) 2021-2023 valdkonna *Digi ja e-riik* eesmärk 8.11. „Panustame Eesti kosmoseprogrammile ja koostööle Euroopa Kosmoseagentuuriga eeskätt Eesti jaoks olulistes valdkondades“. VVTP raames on ette nähtud läbi viia „Analüüs ja ettepanekud satelliidiandmete keskuse edasiarendamise ja satelliitide teenuste laiema kasutamise kohta“. Eelnimetatud eesmärgi täitmiseks moodustatud juhtrühm koostöös Kosmosenõukoguga koostas käesoleva ESTHub arengukava.

2019 aastal avatud ESTHub-i peamine ülesanne on pakkuda ühtset riiklikku platvormi nii satelliidiandmete otsinguks, allalaadimiseks kui ka töötlemiseks. Käesolev arengukava võimaldaks luua raamistiku satelliidiandmete laiapõhjaliseks kasutuselevõtuks ja läbi kergesti ligipääsetavate teenuste muuta kosmoseandmed osaks igapäevaelust. Sellest lähtuvalt panustab arengukava Eesti2035 eesmärkide täitmisel valdkondades, mis vajavad ja/või toetuvad asukohapõhistele andmetele erinevates otsustusprotsessides, eelkõige:



Strateegiline siht **Elukeskkond** – täpsed ruumiandmed on vajalikud kvaliteetsete ruumiotsuse tegemisel, kuna annavad tervikliku ülevaate ruumist, mille suhtes otsuseid tehakse, kusjuures satelliidiandmed aitavad muutusi tuvastada praktiliselt reaajas ja seega aitavad kaasa sündmustepõhistele lahendustele;

Strateegiline siht **Majandus** – kaugseire teenuseid arendatakse uuendusmeelselt ja teadmispõhiselt, kasutades uusi tehnoloogiaid ja ärimudeleid; asukohaandmete töötlemine ja kuvamine kaasatakse nutikatesse lahendustesse;

Strateegiline siht **Ühiskond** – Satelliidiandmed on Eesti territooriumi kohta juba praegu kiirelt ja lihtsalt kättesaadavad. Nende tõlgendamise veelgi lihtsamaks tegemine, näiteks seonduvate andmetega väärindamine, on võtmetähtsusega ülesanne, sest võimaldab igaühel olla informeeritud ja kaasa rääkida ühiskonnaelus olulistes otsustes.

Arengukava visioon on:

ESTHub panustab innovatsiooni ja toob satelliidiandmed igaühele koju kätte.

20. sajandil alanud ja viimastel aastakümnetel süvenevad trendid: rahvastiku juurdekasv, loodusvarade kasutamise intensiivistumine, looduslike elupaikade vähenemine – on muutnud järjest aktuaalsemaks koduplaneedil kestlikuks elutegevuseks õige strateegia leidmise. Keskkonna- ja inimtegevusest põhjustatud trendide ja muutuste tuvastamisel on satelliitkaugseire hindamatu väärtusega. Ehkki suur osa satelliidiandmeid on avaandmed, siis maksimaalne lisandväärtus ühiskonnale luuakse ainult siis, kui nende ligipääsetavus on mugav nii spetsialistile, teadlasele kui kodanikule. Just see on alus innovaatiliste lahenduste tekkeks

kaugseire andmete edasisel väärindamisel, näiteks maapealsete andmehõive meetoditega kogutud ruumiandmetega.

Nii näiteks algatas Euroopa Liit sajandivahetusel Copernicuse programmi (algse nimega "Global Monitoring for Environment and Security" - GMES), mille raames on nüüdseks loodud Euroopa võimekus Maa kaugseireks. Selle programmi raames on kosmosesse saadetud eriotstarbelisi satelliite. Kogutud satelliidiandmed on vabalt kasutatavad, innustades seeläbi kogu Euroopa era- kui avalikku sektorit kaugseirel põhinevaid teenuseid kasutusele võtma. Iga riik saab siin panustada ja luua lahendusi, mis aitavad lahendada globaalseid probleeme. Eesti liitumine Euroopa Kosmoseagentuuriga (ESA) 2015. aastal on märgiline, kuna see võimaldab meil kaasa rääkida eelkirjeldatud probleemidele lahenduste leidmisel ning kohandada kosmoseandmete kasutamist Eesti oludesse ja hüvanguks.

Eestil on esmane kogemus kuupsatelliitide projektidega (Nt ESTCube 1 ja 2), mille põhiline roll on kosmosevaldkonna võimaluste teadvustamine ühiskonnale, aga ka kosmosetehnoloogiaid valdavate spetsialistide koolitamine. Eesti kuupsatelliitide projektid on head näited, milles on kaetud tehnoloogia täistsüklil. Neis osalejad õppisid olema riistvara ning tarkvara disainer ja arendaja, teaduslike katsete planeerija, andmete tootja ja väärindaja ning saadud oskuste ja teabe populariseerija. Eeldatav on, et käesoleva arengukava realiseerimise tulemusena omandab ESTHub üldsuse jaoks samasuguse tähenduse kaugseire satelliidiandmete laialdase kasutuselevõtu võimalajana.

Mitmes varasemas riiklikus strateegias ja erinevate asutuste arengukavades on toodud vajadus kosmoseandmed laiemalt kasutusele võtta. Nende abil on oma arengukavades plaaninud tööd Keskkonnaagentuur (KAUR), Päästeamet ning Põllumajanduse Registrite ja Informatsiooni Amet (PRIA). Näiteks Päästeameti strateegias aastani 2025 nähakse ette maastikutulekahjude kolmekordset vähendamist. Selles kontekstis on operatiivsed satelliidiandmed oluliseks alusandmestikuks nii maastikutulekahjude ennetamisel, võimalikult varajasel tuvastamisel kui ka likvideerimisel.

Euroopa kaugseire võimekus peab vastama operatiivteenuste nõuetele, mis toetavad nii institutsioonilisi vajadusi kui ka ärilisi algatusi. Kuna kõik liikmesriigid peavad sellesse ühiselt ka panustama, siis on Eesti jaoks kriitilise tähtsusega omada nii põhjalikku teadmist uudsetest tehnoloogilistest võimalustest kui ka jätkusuutlikku plaani, kuidas neid ka Eesti heaks kasutada. Hiljuti rahastas Eesti teadusagentuur RITA programmi¹ strateegilise teadus- ja arendustegevuse toetamise raames uuringut „Kaugseireandmete kasutuselevõtt avalike teenuste väljatöötamisel ja arendamisel“. RITA rakendusüüringu algatas Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium (MKM), kaasates ühtekokku nelja ministeeriumi huvivaldkonnad, lisaks MKM-ile löid kaasa ka Keskkonna-, Maaelu- ja Siseministeerium. Uuringu viis 2018-2020 läbi Tartu Ülikooli Tartu observatooriumi juhitud konsortsium, kuhu kuulusid Eesti üheksa kaugseire eri aspektidega

¹ RITA on Euroopa Regionaalarengu Fondist toetatav programm, mille eesmärk on suurendada riigi rolli teaduse strateegilisel suunamisel ning teadus- ja arendusasutuste võimekust ühiskondlikult oluliste uuringute läbiviimisel. Programmi kaudu rahastab SA Eesti Teadusagentuur Eesti riigi vajadustest lähtuvaid sotsiaalmajanduslike eesmärkidega rakendusüüringuid.

seotud töörühma Tartu Ülikoolist, Tallinna Tehnikaülikoolist, Eesti Maaülikoolist ja ettevõttest Kappazeta OÜ.

Selle uuringu eesmärk oli sillutada teed satelliidiandmete ja kaugseire tehnoloogiate laiemaks kasutuselevõtuks ning avalike teenuste parendamiseks. Sama oluline on ka lõppkasutajate kogukonna loomine, kusjuures eelnimetud RITA kaugseire uuring (Noorma jt. 2020) nägi kogukonna hoidja rolli ESTHub-il. Toodi ka välja ESTHub-i potentsiaal saada peamiseks platvormiks, kus riigiasutused satelliidiandmeid töötlevad ja uusi innovaatilisi teenuseid loovad. See looks Eesti ettevõtetele olulise kogemuspagasi, et oma digitaalsete teenustega ka rahvusvahelistel turgudel konkureerida. Koostöö valdkonnas edukate ja juba välispartneritega võrgustunud teadusrühmadega kiirendaks teaduspõhiste rakenduste juurutamist. Need RITA Kaugseire uuringu peamised järeldused on olnud väärtuslikuks sisendiks käesoleva arengukava väljatöötamisel.

Sellest lähtuvalt on Arengukava jaotatud viieks osaks: ülevaade Copernicus programmist, selle andmeid vahendava keskuse asutamine Eestis, ESTHub-i areng, kasutajate ülevaade ja tuleviku vajadused. Arengukava on koostatud toetamaks tegevusi, mis on planeeritud läbi viia 2028. aastani. Eesmärk on leppida kokku ESTHub-i järgmise 7 aasta arengusuunad, nii et oleks tagatud kasutajate vajadused ja ehitatud välja kaugseire satelliidiandmetele uue põlvkonna taristu. 2028 aastale järgneva perioodi plaanid sõltuvad eelkõige tehnoloogia arengust - ESTHub-i kolmanda põlvkonna taristu võib olla näiteks juba (täna veel küllaltki kalli maksumusega!) pilvelahendusi kasutatav. Nendest asjaoludest tulenevalt keskendutakse ESTHub arengukava lõpuosas lähema seitsme aasta ressursivajadustele, seda nii tööjõu kui ka investeeringute osas.

1. Copernicus programm

Copernicus on Euroopa Liidu Maa seire programm, mida juhib Euroopa Komisjon (EK) koostöös partneritega, kellest peamised on Euroopa Kosmoseagentuur (ESA) ja Euroopa Meteoroloogiasatelliitide Kasutamise Organisatsioon (EUMETSAT).

Copernicuse programmi eesmärk on kasutada teadmispõhiste tehnoloogiate saavutusi mitmekülgset

keskkonnajuhtimiseks ja turvalisuse saavutamiseks. See on teenuste võrgustik, mis aitab parandada keskkonna ja turvalisusega seotud elukvaliteeti ning võimaldab jälgida keskkonnaseisundi lühi- ja pikaajalisi arengutrende, et toetada poliitilisi otsuseid ning investeeringuid.

Programmi eesmärk on pakkuda pidevat ja ajakohast andmevoogu erinevate valdkondade (maakasutus, merendus, metsandus, riigikaitse, keskkonnakaitse, tervishoid, majandus jms) kohta.



Copernicus programmi andmete põhikasutajana nähakse just avalikku sektorit. Loodud on terviklik struktuur, mis hõlmab kosmoses paiknevat taristut (satelliite), nende toimimiseks vajalikku maapealset tugistruktuuri, maapealse seire andmed ja keerukaid arvutusmudeleid.

Seega Copernicus programm koosneb:

- kosmosekomponendist, mille moodustavad vaatlussatelliidid ning nendega seotud maapealsed komponendid (juhtimis- ja andmetöötluskeskused);
- Maal asuvad vaatlusjaamad, mis tegelevad geosfäärade (maailmameri, maismaa, atmosfäär) kohta teabe kogumise, ühtlustamise ja kõrvutamise; ja
- kasutajatele mõeldud teenustest ja nende pakkumise vahenditest.

Kosmosekomponendi arendamine on Euroopa Kosmoseagentuuri vastutada ja maapealse tugitaristu arendamine Euroopa Keskkonnaagentuuri pädevuses. Mõlemad kaasavad oma oluliste vastutusvaldkondade töösse ka teisi partnereid. (Reinart ja Vain, 2016).

1.1. Copernicus programmi satelliidid

Copernicus kosmosekomponendi moodustavad Sentinel satelliidid 1-6, vt Joonis 1, kuhu on koondatud nende põhiparameetrid. Aastani 2030 lisanduks senistele Copernicus satelliitidele veel paarkümmend eriotstarbelist maaseire satelliiti.



Satelliit	Sentinel-1a/1b	Sentinel-2a/2b	Sentinel-3a/3b	Sentinel-4a/4b	Sentinel 5p	Sentinel 5a/5b/5c	Sentinel 6
Orbiidil alates	03.04.2014/25.04.2016	23.06.2015/07.03.2017	16.02.2016/25.04.2018	2023	13.10.2017	2021-2027	21.11.2020
Ruumiline lahutus	4-40m	10-60m	300-1200m	8km	7-68km	7,5-50km	kuni 300m
Külastusintervall	ekvaatoril 3 päeva	ekvaatoril 5 päeva	alla 2 päeva	1 tund	1 päev	1päev	10 päeva

Joonis 1. Sentinel satelliidid ja nende peamised parameetrid.

Euroopa kasutajaskonnale on seni olnud huvipakkuvad Sentinel 1, 2 ja 3 satelliidid. Nende andmete ruumiline lahutus on ca kümnekond meetrit (vt Joonis 1). Oluline on siin täheldada, et üle Läänemere regiooni kulgevad eriotstarbelised satelliidid mõnepäevase intervalliga, mis võimaldab meie piirkondades toimuvast operatiivse ülevaate saamist.

Satelliitidepaar Sentinel-1 kannab tehisava radar-seadmeid (SAR), mis võimaldavad mõõta nii päeval kui öösel ja olenemata ilmastikuoludest (nt pilved). Kogutavate andmete kasutusalaadeks on erinevate nähtuste, tegevuste ja objektide tuvastamine: mere- ja rüsiää, liustikud, õlireostus, laevade asukohad, lainetus merel, põllumajandus, metsaraied, maapinna vajumised, üleujutused, maavärinatest põhjustatud muutuseid. Radarandmed jäävad inimsilmale raskesti hoomatavaks, kuid eesmärgipäraste arvutialgoritmide rakendamise abil on võimalik saada ja visualiseerida tulemusel.

Satelliitidepaar Sentinel-2 pardal on multispektraalsed optilised seadmed. Klassikaliste satelliidifotode tootmisele lisaks mõõdavad pardal asuvad sensorid ka Päikeselt kiiratud ning maapinnalt peegelduvat silmale nähtamatut spektriosa - lähi-infrapuna- ja lühilaine-infrapunakiirgust. Satelliitpildid on inimsilmale arusaadavad, kogutavate andmete peamised kasutusvaldkonnad on järgmised: põllumajandus, maismaaökosüsteemid, metsandus, vee kvaliteedi tuvastamine nii siseveekogudes kui rannikul, looduskatastroofide ulatuse kaardistamine.

Satelliitidepaar Sentinel-3 pardal on erinevad keerukad mõõteseadmeid, mille eesmärgiks on mõõta merepinna topograafiat, mere- ja maapinna temperatuuri, ookeanite ja maismaa värvust. See võimaldab saada süstemaatilist ülevaadet Maa ookeanidest, maapinnast ja jääoludest.

Uuemate Sentinel satelliitide (5 ja 6) andmed on esmajoones vajalikud atmosfääri ning maailmamere uuringutes. Nende andmete kaasamiseks ESTHub-i on EAS asunud ESA-ga läbirääkimistesse. Kokkuvõtvalt – Copernicus programmi satelliitide andmed võimaldavad mõista globaalseid muutusi Maa kliimas ja pakkuda kriitilise tähtsusega infot ookeanide kohta ja ilmaennustuste tarbeks.

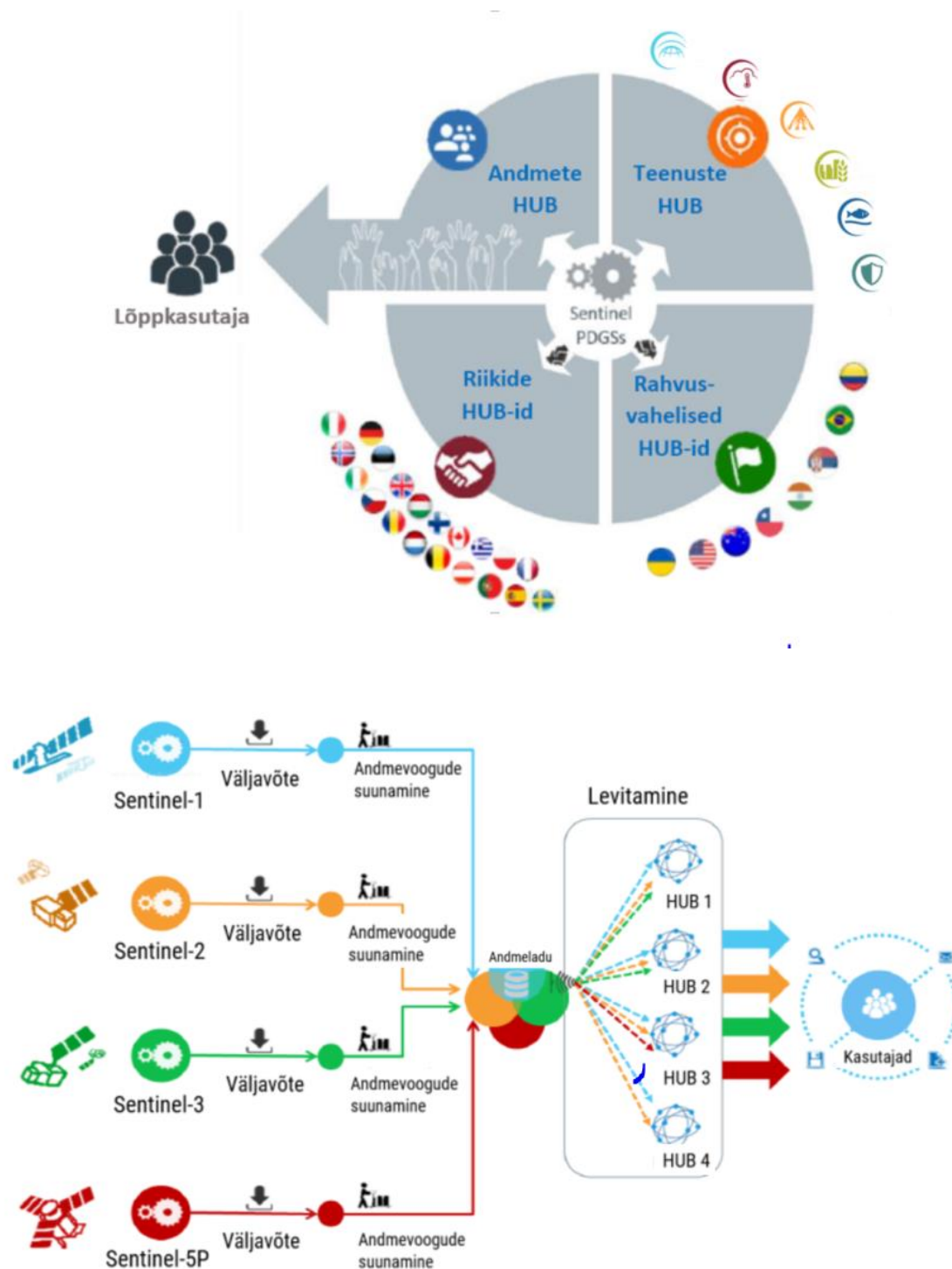
1.2. Copernicus programmi andmejaotuskeskused

Satelliitidelt alla laetavad kaugseire andmed kogutakse esmalt Itaalias Frascatis asuvasse Euroopa Kosmoseuuringute Instituuti (ESRIN), mille juures asub ESA kontrollkeskus (Payload Data Ground Segment – PDGS). PDGS vastutab missiooni juhtimise, kvaliteedikontrolli (kalibreerimine, valideerimine, kvaliteediseire, instrumentide jõudluse hindamine), orbiidi täpse määramise, kasutajateenuste korraldamise, andmete töötlemise ja arhiveerimise eest. PDGS koostab operatiivselt andmetooteid ja teeb need kättesaadavaks neljale tüüpi HUB-idele:

Copernicus satelliidiandmete ja teenustele ning riiklikesse ja rahvusvahelistesse andmejaotuskeskustele (Joonis 2, ülemine). HUB-ide juurde kuuluvad ka veebirakendused, näiteks ColHub, SciHub (ühise nimetajaga Open Access HUB).

Selliseks riiklikuks HUB-iks Eestis on ESTHub. Joonisel 2 (alumine) on toodud ka andmete lihtsustatud teekond satelliitidelt lõppkasutajani.

Võrreldes Copernicus Open Acces Hubiga (näiteks ColHub) saab riiklikest HUB-idest andmeid alla laadida mitmeid kordi kiiremini. ESTHub-ist on näiteks andmete alla laadimine praegu ca 10 korda kiirem kui otse Open Acces Hubi pöördumine.



Joonis 2. Ülal - Copernicus andmete edastamiseks loodud keskne andmete levitamise taristu: All - Satelliidiandmete kogumise, töötlemise ja jaotamise üldmudel (allikas <https://scihub.copernicus.eu/>).

Ülevaade ESA liikmesriikide satelliidiandmete riiklikest HUB-idest on koondatud Tabelisse 1.

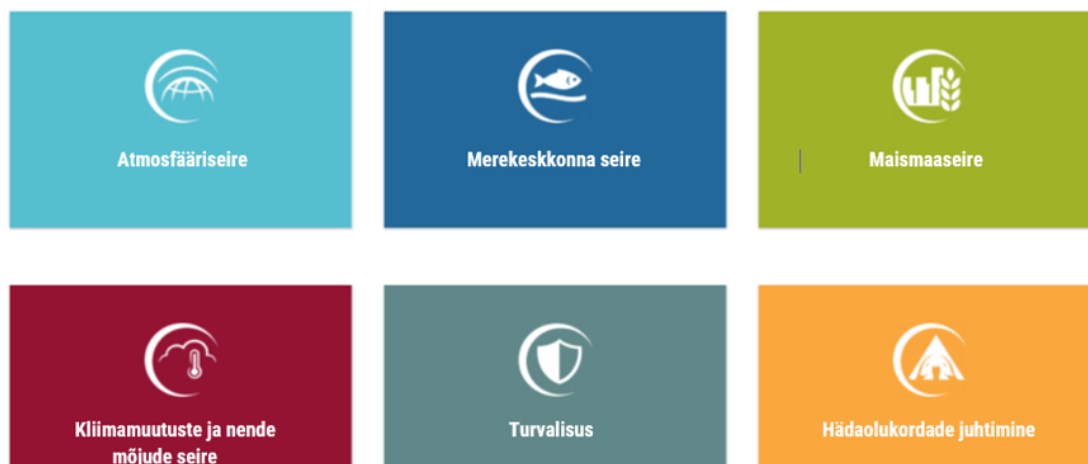
Tabel 1. ESA liikmesriikide kontaktpunktid, riiklikud satelliidiandmete keskused 2020. aasta seisuga (allikas Castriotta ja Volpi, 2020).

Collaborative National Mirror Sites	Austria	https://data.sentinel.zamg.ac.at https://www.sentinel.zamg.ac.at
	Belgium	www.terrascope.be
	Canada	ftp://ftp.neodf.nrcan.gc.ca
	Czech Republic	https://dhr1.cesnet.cz
	Estonia	https://ehdatahub.maaamet.ee
	Finland	https://finhub.nsdcm.fmi.fi
	France	https://peps.cnes.fr
	Germany	https://code-de.org/
	Greece	https://sentinels.space.noa.gr
	Hungary	Not yet public
	Ireland	https://eobrowser.speir.ichec.ie
	Italy	https://collaborative.mt.asi.it/
	Luxembourg	www.lsa-datacenter.lu
	Norway	https://colhub.met.no https://satelitedata.no/
	Poland	https://copernicus.imgw.pl
	Portugal	https://ipsentinel.pt/
	Romania	https://dhus.rosa.ro/
	Spain	Not yet public
	Sweden	https://www.ai.se/en/swedish-space-data-lab
	UK-1	UK1: site: https://www.ceda.ac.uk/ JASMIN site: https://jasmin.ac.uk/
	UK-2	https://geobrowser.satapps.org

Tasub märkida, et Balti riikidest on satelliidiandmete riiklik HUB loodud ainult Eestisse. Meie lähinaabrid Läti ja Leedu said alles hiljuti ESA kaasatud liikme staatuse, mistõttu nendel veel taolist riikliku HUB-i ei ole. Lõunanaabrite teadusasutustel on teatavat huvi ESTHub-i kasutamiseks, kuid mitte veel riiklikul tasandil. Sellise riikliku huvi tekkimisel tuleks vaadata üle võimalused ühise andmekeskuse väljaarendamiseks, koos sealt tulenevate järeldustega mehitamise, arvutusvõimsuste aga ka kulude jaotamise mudeli osas. Käesolev arengukava seda ei käsitle, kuna selline riiklikul tasandil ülesanne peab lahendatama kooskõlastatult Eesti Kosmosebürooga.

1.3. Copernicus programmi tuumikteenused

Euroopa Liit on koostöös oma partneritega välja töötanud kuus satelliidiandmetel põhinevat tuumikteenuste rühma, mille abil pakutakse kasutajatele vajalikku ja ajakohast infot. Tuumikteenused on tasuta. Vaid hädaolukordade juhtimise (Eestis on kontaktpunkt Siseministeerium) ja turvalisuse teenused on piiratud ligipääsuga (vt. Joonis 3).



Joonis 3. Copernicus programmi tuumikteenused (allikas: Copernicus programm).

Euroopa üleselt vastutab maismaaseire teenuse eest Euroopa Keskkonnaagentuur, kes koordineerib maapealseid mõõtmisi ja maaseire teenuseid. Maismaaseire teenuse üheks oluliseks eesmärgiks on jälgida maakasutuse muutust nii riiklikul, üle-euroopalisel kui ka globaalsel tasandil.

Merekeskkonna seire teenuse eest vastutab Prantsusmaa ettevõtte Mercator Ocean. Merekeskkonna tuumikteenus pakub regionaalset kui ka globaalset informatsiooni ookeanide ja merede ökosüsteemide kohta.

Atmosfääriseire teenus hõlmab endas väga mitmekesist infot atmosfäärinäitajate kohta, nagu õhu kvaliteet, päikesekiirgus, UV ja osoon jne. Teenust arendab Euroopa valitsustevaheline organisatsioon ECMWF (*European Centre for Medium-Range Weather Forecasts*), vt <http://atmosphere.copernicus.eu/>.

Kriisiolukordade juhtimise teenus pakub satelliidiandmetel põhinevat informatsiooni katastroofide (looduslike või inimtekkeliste) ning humanitaarkriiside jälgimiseks. See teenus on piiratud ligipääsuga. Teenuse eest vastutab Euroopa Komisjoni JRC (*European Commission Joint Research Centre*) ning see on ligipääsetav aadressil <http://emergency.copernicus.eu/>.

Turvalisuse tuumikteenus (<http://www.copernicus.eu/main/security/>) pakub informatsiooni piirivalvele ELi piires nii maal kui merel, aga ka tuge kolmandatele riikidele kriisiolukordades. Maismaa poole pealt on teenuse juures vastutavaks täitjaks ELi asutus FRONTEX, merel aga EMSA (*European Maritime Safety Agency*), kolmandate riikide kriisikolletega tegeleb ELi SatCen (*European Union Satellite Centre*). Teenuse kasutamiseks tuleb sõlmida riikidevahelised kokkulepped.

Kliimamuutuste ja nende mõjurite seire tuumikteenus annab informatsiooni mineviku, oleviku ja tuleviku kliima kohta, et toetada ELi kliimamuutustega kohanemise ja nende leevendamise poliitikaid. Selles on suur roll kliimaindikaatoritel, maapealsetel vaatlusandmetel,

satelliidiandmed, tuleviku ja hooajalistel kliimaprojektsioonidel jms, vt ka teenuse kodulehte: <http://climate.copernicus.eu/>. (Reinart ja Vain, 2016)

Tuumikteenused on mõeldud kasutamiseks regionaalsel või globaalsel tasemel. Eesti-suguse väikeriigi jaoks ei ole need piisavalt detailsed, et teha siseriiklike otsuseid. Seetõttu ei ole Euroopa kesksest taristust kättesaadavad teenused Eestis seni laialdast kasutust leidnud. Eestile kasulikud kaugseire andmetel põhinevad teenused tuleb välja arendada Eesti oludesse vastavaks kodumaiste teadmiste, oskuste ja ESTHub-i abil.

1.4. Copernicus programmi satelliidiandmetest oodatav kasu

Satelliidiandmete kasutamise eesmärgid ning tulemused on üsnagi universaalsed terves maailmas. Paljuskki sõltub see riigi teadusasutuste ning valitsusasutuste võimekusest ja kompetentsist (aga ka ambitsioonist!) nende andmete kasutamiseks - kas vaid oma riiki, regiooni või koguni tervet maailma hõlmavate protsesside uuringutel. Nii näiteks RITA kaugseire uuringu raames prototüübiti satelliit- ja drooniandmete kasutatavust Eesti kontekstis nelja probleemgrupi lahendamisel: maastikutulekajude, üleujutuste, põllumajanduslike maade kasutuse ning ehitiste tuvastamise valdkonnas. Ideekorje tulemusena kogunes üle 40 kaugseire teema, millega saaks riigisiselt edasi liikuda (allikas Noorma jt., 2020). Uuring määratles kaugseire edasised prioriteetsed suunad Eestis, andis suuniseid riigiasutustele kujunemaks rakendusuringute targaks tellijaks ning uuringutulemuste kasutajaks. Ka selles uuringus toodi samaväärsena sisuliste tulemustega esile eraettevõtete kaasamist, sest see on teaduspõhise majandusmudeli arendamiseks hädavajalik. Nende andmete põhjal on Eestis hinnatud metsa kõrgust ja rohumaaade niitmist, samuti tehtud jääseiret ning saab üleujutuste ja muude katastroofide korral kiiresti anda ohuhinnangu. Huvitatud lugejat julgustatakse tutvuma RITA kaugseire uuringu detailsete tulemuste ja järeldustega otseallikast (Noorma jt., 2020).

Kokkuvõtvalt, Sentinelide andmete suurem kasutuselevõtt aitab:

- tõhusamalt hallata loodusressursse (maade kasutamine, metsade raie, puude kahjustused, jääolud, põlengud jms);
- pakkuda mugavamaid avalikke teenuseid;
- ettevõtetele ja riigiametitele oma (nii inim- kui materiaalseid) ressursse nutikamalt rakendada.

Sentinelide satelliitidelt saadavad andmed pole küll nii kõrge ruumilise lahutusvõimega (ehk selgepiirilised) kui näiteks MA ortofotod, kuid nende uuenemise sagedus on suurem. Kui MA katab kahe aasta jooksul Eesti territooriumi 25 cm ruumilise lahutusvõimega ortofotoga, siis satelliidiandmestik katab igakuiselt kogu Eesti, 10-meetrise ruumilise lahutusvõimega. Seega võimaldab see monitoorida aegruumilise ulatusega sündmusi Eestis palju operatiivsemalt.

2. ESTHub-i asutamine

Kaugseire satelliidiandmete kasutuselevõtul Eestis oli riiklikul tasemel teedrajavaks Keskkonnaministeeriumi haldusalas Copernicuse andmete põhjal CORINE Land Cover maakatte andmebaasi uuendamine 2012. Meteoroloogiliste satelliitide Meteosat andmestiku kasutamine igapäevaste ilmaprognooside koostamisel kui ka pikemaajalisemate kliimamuutuste uuringutel toimub alates 1996. aastast. Aastast 2012 on KAUR EUMETSAT (*European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites*) täisliige.

Uued ja avaramad võimalused tekkisid seoses Eesti saamisega ESA täisliikmeks alates 2015. aastast. Eesti ülesanne Euroopa Kosmoseagentuuri täisliikmena on olla aktiivne kaasa rääkija kosmosevaldkonnas nii Euroopas kui maailmas, seal hulgas õigus kaasa rääkida ESA eelarve ja tegevuste planeerimisel. Eesti teadlastel ja ettevõtetel tekkis võimalus osaleda ESA väljakuulutatud hangetel ning konkurssidel, luues seeläbi uusi töökohti ja uuenduslikke kaugseireandmeid kasutavaid lahendusi. Sarnaselt teistele riikidele andis ESA täisliikmelisus tõuke riikliku satelliidiandmete jaotuskeskuste asutamiseks Eestis.

2.1. Riikliku satelliidiandmete jaotuskeskuse eelanalüüs

ESTHub asutamisele eelnes 2015. aastal MKM tellimusel valminud uuring² (PWC, 2015, vt ka Lisa 3) „Asutuste ülese teenuse analüüs ja kontseptsioon – Copernicuse satelliidiandmete jaotuskeskus“ (edaspidi eelanalüüs). Selle põhjaliku analüüsi koostas konsultatsiooniettevõtte PWC ja see koosnes kuuest osast: hetkevajaduste kaardistamine, nelja lisaväärtusteenuse analüüs, tehnilise lahenduse analüüs, juriidiline analüüs, projekti mõjude analüüs ja riskianalüüs. Paraku sellise põhjaliku eelanalüüsi ettepanekud täies mahus ei realiseerunud, mis avaldab otsest mõju ESTHub tänasele olukorrale. Mõistmaks tänaseks kujunenud olukorda on asjakohane anda lühiülevaade toonastest lähtepunktidest ja ettepanekutest.

Eelanalüüsis uuriti teiste riikide kosmoseandmete jaotuskeskuste praktikat ja prioriteete. (vt PWC, 2015, lk 55). Tugineti peamiselt Copernicuse Kasutajate Foorumi (*Copernicus User Forum*) konverentsikogumikele ja kokkuvõtetele. Analüüsitud riigid on Austria, Holland, Inglismaa, Itaalia, Kreeka, Norra, Prantsusmaa, Rootsi, Saksamaa, Soome ja Taani, mille HUB-alased prioriseeringud on koondatud Tabelisse 2.

² Eelanalüüsi vastuvõtmise hetkel oli dokumendis nõue, mis keelas selle sisu teha kättesaadavaks teistele isikutele, kuid tänaseks päevaks on see avalikult kättesaadav (https://www.mkm.ee/sites/default/files/lopparuanne_asutusteulise_teenuse_analuus_ja_kontseptsioon_1.5.pdf) ja seepärast võimalik käesoleva arengukava lisana kaasata.

Tabel 2. Euroopa riikide prioriteetsemad suunad Copernicuse jaotuskeskuste väljaarendamisel 2015. (allikas: PWC, 2015, lk 55).

	Austria	Holland	Inglismaa	Itaalia	Kreeka	Norra	Prantsusmaa	Rootsi	Saksamaa	Soome	Taani
Lühiajalise arhiivi koopia	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Pikaajaline arhiiv	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
Andmejaotus	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
Andmetöötlus	+		+	+		+	+	+	+	+	
Kalibreerimis- ja valideerimismõõtmised					+		+				
Täiendavad satelliidid	+			+		+	+		+	+	
Täiendava geoinformatsiooni hoidmine või liidestamine	+							+	+	+	
Satelliitside maa jaam				+	+	+	+		+	+	+
Ettevõtluse teenused			+		+				+		
Ettevõtluse klaster	+	+			+				+		
Andmekasutuse jälgimine	+								+		

Riigid, mis täidavad ülesandeid Copernicuse põhiteenuste pakkumisel kasutavad sama taristut ka riiklike eesmärkide jaoks Copernicuse andmete jaotamisel. Mõned riigid kasutavad paindlikku lahendust, võttes kasutusse vaid need andmed, mis konkreetse teenuse loomiseks on vajalikud või keskenduvad kohaliku kaugseire põhise ettevõtluse toetamisele, pakkudes satelliidiandmete saamist, hoiustamist, töötlemist ja toodete vahendamist jaotuskeskuse abil. Pikemalt käsitleti Eesti territooriumi suurusega võrreldava riigi Hollandi HUB-i (*The Dutch Satellite Data Portal*), mida opereerib Hollandi Kosmoseagentuur (NSO).

Hea praktika näitena toodi välja riikliku vajadusega satelliidiandmete ostmise ja tasuta edasijaotamine ning keskendumine ettevõtetele. NSO loomise ajal oli fookusgrupis ca 20 keskmise või väikese suurusega ettevõtet. See kasvas kiirelt ca 100 kasutajani, lisaks kasutavad HUB-i riigi- ja teadusasutused. Kasutuslugudena nähti algselt kahte peamist riikliku teenusevajadust – põllumajandussaaduste ning infrastruktuuriobjektide deformeerumise seired. Osad töötlusprotsessid on tasulised teenused (PWC, 2015).

Olenemata eraettevõtete ja teadusasutuste poolt loodavatest lahendustest kaalub riik alati ka riske. Satelliidiandmete nagu ka teiste ruumiandmete puhul ei ole erasektori pakutavate andmete ja teenuste kvaliteet sageli tagatud ega pruugi vastata riigi sisulistele vajadustele. Samuti ei ole teada mõjurid, mis võivad erasektori teenuste kasutamisel jääda esialgu varjatuks, kuid osutada hiljem julgeoleku ja turvalisuse riskiks, sest eraettevõtete taga olevad isikud ja nende huvid ei pruugi olla teada, ette võib tulla manipulatsioone andmete sisus ning teenuste kättesaadavusega jne.

ESTHub-i kui loodava riikliku satelliidiandmete keskuse jaoks peeti 2015.a. eelanalüüsis vajalikuks järgmisi prioriteetseid suundi, vt Tabel 3.

Tabel 3. 2015 a. eelanalüüsis toodud ESTHub prioriteetsed suunad (allikas: PWC 2015, ka Lisa 3, lk 64).

Tegevus/ülesanne	ESTHub	te kompetentsikeskusena	T&A asutused
Eestipoolne liides Copernicus programmile	x		
Lühiajalise arhiivi koopia	x		
Pikaajaline arhiiv	x		
Andmejaotus	x		
Andmetöötlus	x		
Kalibreerimis- ja valideerimismõõtmised			x
Täiendava geoinformatsiooni hoidmine või liidestamine		X	
Andmekasutuse jälgimine	x		
Arendustöö ja kvaliteedikontroll	x		

Lisaks eelnevale rõhutati PWC eelanalüüsis, et kaugseire andmekeskuse paiknemise valikul peab olema arvestatud kahte olulist aspekti. Esiteks, kuna jaotuskeskus hakkab tegelema asutuste üleste kaugseireteenuste arendamisega, peab sellel olema nõuandev kogu. See aitab valida sobivaid kaugseire teenuste arendamise projekte ja tasakaalustab erinevaid huvigruppe. Teine oluline aspekt on vajadus teenuste arendamise eelarve järele. Selle kasutamine peab olema projektipõhine ja kasutada saaks seda teenuse disaini hankimiseks ning teenuse arendamiseks.

ESTHub-i puhul võrreldi 2015 a eelanalüüsis erinevaid stsenaariume, kus see oleks rajatud eraldiseisvana, Tartu Ülikooli Tõravere observatooriumi koosseisu või Maa-ameti struktuuriüksusena.

Eelanalüüsi kohaselt sõltub jaotuskeskus asukoht riigi struktuuris kompetentsidest ja valitsemisalaga suhestumisest. Samuti omab tähtsust seotus muude infosüsteemidega. Maa-amet pakub avalikke andmeteenuseid teistele riigiasutustele sh aeropildistamise kaugseiret. Ka osutusid keskuse rajamise kulud 2015.a. eelanalüüsi kohaselt MA juurde kõige väiksemateks (vt tabel 5, ka jaotist 3.1. ESTHub-i rahastus ja töökorraldus aastatel 2019-2021).

Tulemusena otsustati riiklik satelliidiandmete keskus rajada MA-sse järgmiste suunistega:

- luua EL struktuurifondide toetusega riiklik keskus, arendades seal välja tehniline infrastruktuur Sentineli andmete kasutajatele;

- võimaldada kõigile registreeritud soovijatele ligipääsu andmetele ja luua tingimused nende kasutamiseks;
- pidada arvestust kõigi kasutajate üle, kellele on antud ligipääs andmetele;
- mitte võtta andmete kasutajatelt tasu (v.a juhud, kui kasutajad soovivad saada infot või teenuseid, millega kaasnevad täiendavad kulud);
- esitada EAS-ile ja ESA-le raporteid Sentineli-andmete kasutamise kohta.

2015.a. eelanalüüsi kohaselt kaugseire arendamise mõju avaldub teenuste kvaliteedi paranemises ja ka Eesti majanduses laiemalt; teenuste arendamise otsesed mõjud on järgmised (PWC 2015, lk 6):

- päästetud inimesed;
- paranenud ohutus;
- paremad otsused;
- teenuse kvaliteedi tõus;
- paremini kasutatud tööaeg;
- kulude kokkuhoid

Eelanalüüsile järgnes koostöölepe ESA ja EAS vahel, mis sõlmiti 13. septembril 2016. a Pariisis. Sellega formaliseeriti riikliku ESA kontaktpunkti ja satelliidiandmete arvutuskeskuse paigutamine MA koosseisu. Ühtlasi avas see Eestile võimaluse satelliidiandmeid saada ja kasutajatele tasuta jagada, kuid nende töötlus ja analüüs tuli ise korraldada.

2.2. ESTHub eesmärgid ja baastaristu rajamine

ESTHub-i rajamiseks taotleti vahendeid majanduskeskkonna rakenduskava prioriteetse suuna "infoühiskonna edendamise" meetmest projektipõhiselt. MA SF 2016.a. projekttaotlust toetasid viis asutust: MKM, PRIA, KAUR, KeM ja EAS.

Taotluse kohaselt on ESTHub-i eesmärk pakkuda Eesti kasutajatele kiiremat ja paremat ligipääsu kaugseire andmetele, kui seda võimaldab senine ESA pakutav avalik portaal (vt *joonis 2*). ESTHub-i on kogutud programmi Copernicus satelliidiandmed, mida kasutajad saavad otsida ja vajadusel alla laadida. ESTHub-i teine funktsioon on pakkuda andmete töötlemise võimekust.

Oluline on välja tuua, et erinevalt eelpool kirjeldatud Hollandi näitest otsustati ESTHub-i puhul keskenduda avaliku sektorile ja tasuta teenustele kõikidele kasutajatele.

Projekti maksumus oli 410 336,69 eurot ja peamised eesmärgid olid:

- luua Eesti kasutajatele baastaristu Copernicus andmete töötlemiseks, jaotamiseks ja archiveerimiseks;
- võimaldada riigiasutustel kasutada kaugseire andmeid oma ülesannete ja tööprotsesside paremaks läbiviimiseks;
- pakkuda Eestis kaugseire valdkonnas tegutsevatele ettevõtetele eeltöödeldud satelliidiandmeid, soodustades seeläbi ettevõtlust;

- innustada ülikoole ja teadusasutusi kasutama oma õppe- ja teadustöös satelliidiandmeid.

Projekti tulemusel seati finantsiliseks eesmärgiks pakkuda kaugseirega tegelevatele riigi- ja teadusasutustele ning ettevõtetele võimalus kasutada tasuta kaugseire andmeid, mis võimaldab kokku hoida vahendeid kaugseire andmete ostmise või igale eraldi andmekeskuse loomise arvelt. Tasuta kaugseire andmete kasutuse võimalusega oli eesmärk pakkuda andmete oluliselt laiemat kasutust kui varasemalt. ESTHub-iga loodi nii andmeladu kui arvutusvõimekust neile riigiasutustele, kes oma töös tahaksid kaugseire andmeid kasutada, kuid selleks puudub vajalik ressurss. Satelliidiandmed on mahukad ja selliste andmete puhul on ainus mõistlik alternatiiv töödelda andmeid võimalikult lähedal nende ladustamisele ja laadida alla ainult saadud arvutustulemus.

MA juurde ESTHub-i loomise rahastamisotsusega jaotati ka seotud osapoolte rollid. Teema koordinaatoriks määrati MKM koostöös suuremate huvigruppidega. ESTHub-i peamiseks kasusaajateks loeti riigiasutusi, kes tegelevad seirega või kasutavad oma töös seireandmetel põhinevaid materjale (nt RMK, KAUR, nüüdne Transpordiamet, PPA jms). Väiksemaarvulisema kasutajagrupina nähakse eraettevõtjaid ja teadusasutusi, kes tegelevad kaugseirealase tööga või uuringutega.

Maa-ameti poolt läbi viidud ESTHub-i projekti elluviimise hanke (nii taristu kui ka baastarkvara) võitis tarkvaraettevõtte AS Datel koos saksa tarkvaraettevõtte Brockmann Consultiga. Töö teostati 2018. aasta lõpuks, st ESTHub saavutas plaanitud funktsionaalsuse ja andmete mahutamise võimekuse.

Keskuse ametlik avamine lükkus mõned kuud edasi, ajastades selle ESA toonase peadirektori Dr. Jan Wörneri visiidiga Eestisse 2019. aasta mais (Joonis 4).

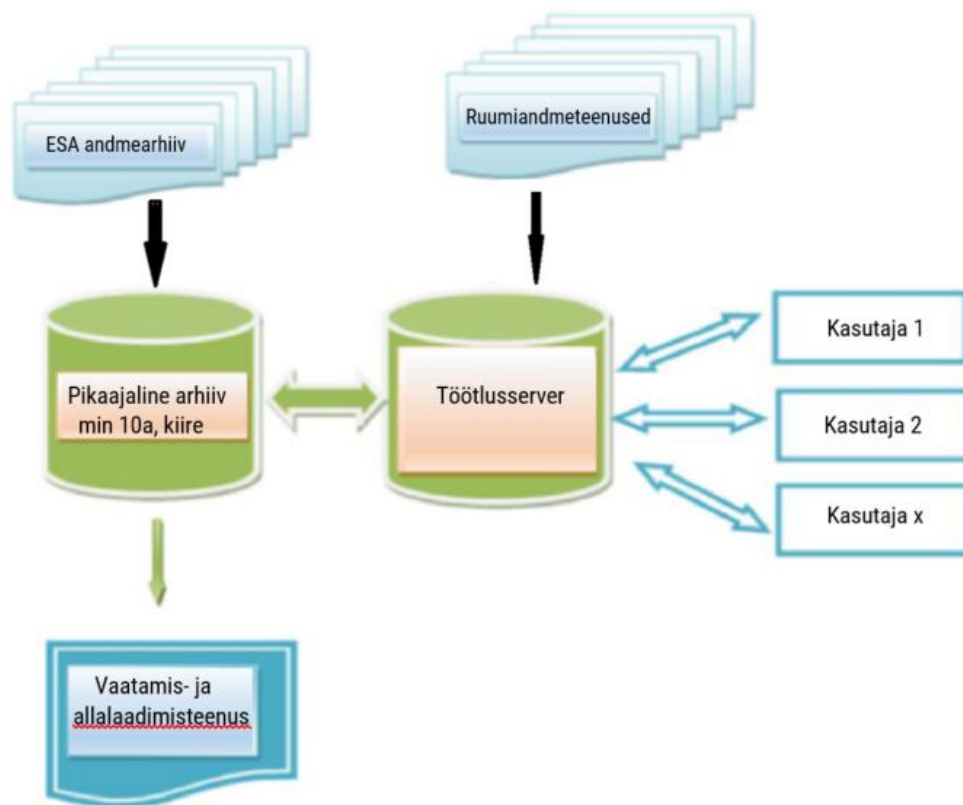


Joonis 4. ESTHub-i pidulik avamisüritus 16.05.2019. Avajateks ESA peadirektor Dr Jan Wörner, KeM kantsler Meelis Münt, MKM asestantsler Viljar Lubi, MA peadirektor Tambet Tiits, jt.

Projekti alguses loodi avalikkuse ning kasutajatele vajaliku teabe koondamiseks veebileht, mida hoitakse ajakohasena ka praegu aadressil <https://esthub.maaamet.ee>

2.2.1. ESTHub-i taristu ja tarkvara

ESTHub-is võeti kasutusele lahendus (Joonis 5), kus töötluks vajalikud satelliidiandmed ja nende aegread on töötluskeskkonnale kiirelt kättesaadavad kohalikust andmelaost. ESTHub-i ESA andmearhiiviga loodi kümne paralleelühendusega ligipääs. Töötluskeskkond oli mõeldud nii satelliidiandmete töötlemiseks kui ka nende väärindamiseks kohalike ruumiandmetega, et pakkuda nii pooltooteid ekspertidele kui ka tooteid ja teenuseid lõppkasutajale.



Joonis 5. ESTHub-i toimimise skeem.

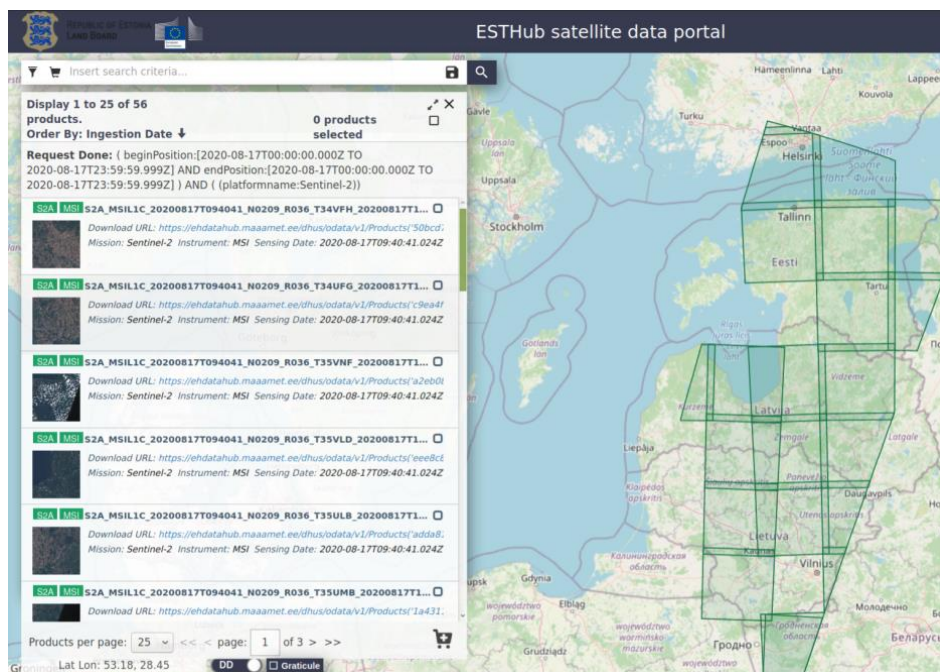
ESTHub-i **riistvaralahendus** jaguneb 4 osaks:

- VMware klaster, 3 host serverit - kõik vajalikud rakendusserverid;
- Arvutusklauster, 20 serverit - klaster keskkond suuremahuliste kaugseire andmete töötlemiseks;
- Andmehoidla andmete hoiustamiseks enne ja pärast töötlemist arvutusklastri;
- Võrgulülitid serverite ja andmehoidla ühendamiseks.

alljärgneva mahuga:

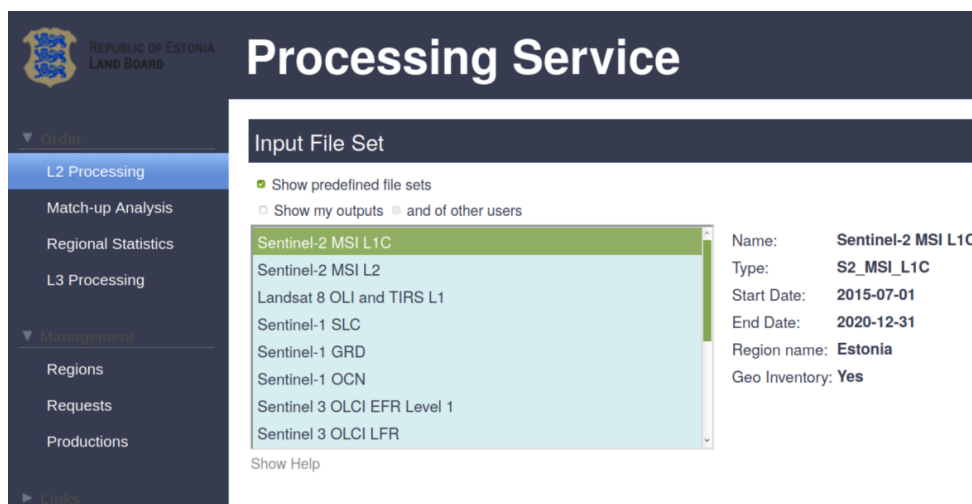
- Virtuaalmasinate klaster – kasutajate VM majutamiseks, teenindavad VM-d, 516 GB RAM
- Arvutusserverid – 320 TB, 20 node, 160 tuuma, 1280 GB RAM
- Andmehoidla kogumaht 422,4 TB (VM kettamassiivid, arhiivimassiiv, DHuS massiiv).

Tarkvaraline lahendus koosneb andmelaost DHuS (Joonis 6) ja andmetöötluskeskkonnast Calvalus (Joonis 7). DHuS on avatud lähtekoodiga tarkvara (<https://ehdatahub.maaamet.ee>), mille põhiline ülesanne on olla satelliidiandmete ladu. Selle koosseisu hoiavad ajakohasena automaatprotsessid, mis laevad andmesidekanalite kaudu operatiivselt andmeid alla Copernicus andmetootja kesketest portaalidest (ColHub, SciHub). DHuS lähtekoodi autor on tarkvaraettevõtte Serco, mille tarkvara versioon on kohandanud ESTHub-i ja Eesti piirkonna jaoks vastavaks. Serco tarkvara kasutatakse enamikes riiklikes HUB-ides sama ülesande täitmiseks.



Joonis 6. ESTHub-i andmeportaali valeht (allikas MA).

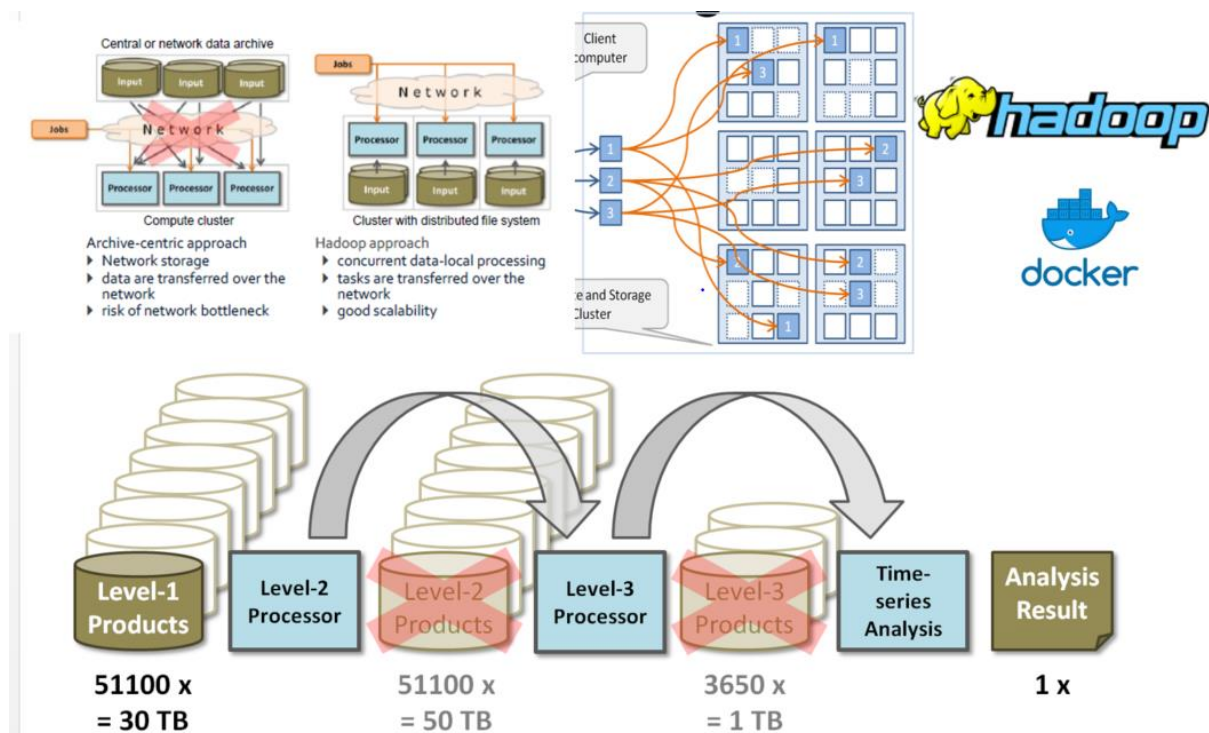
Calvalus (<https://ehcalvalus.maaamet.ee>) on tarkvaraettevõtte Brockmann Consult'i poolt loodud hajusarvutussüsteemi tarkvara, mis baseerub Apache Hadoopi³ teegil ning on disainitud spetsiaalselt kaugseireandmete masstöötlamiseks. Tarkvara töös hoidmine ja väikearendused toimuvad vastavalt Toolepingule Brockmann Consultiga. Mõlemad tarkvarad, arvestades kasutamiseks vajalikku eksperttaset, on juurutatud ingliskeelsena.



Joonis 7. ESTHub-i arvutuskeskuse valeht (allikas MA).

³ avatud lähtekoodiga tarkvaralahenduste teek, mille eesmärgiks on suuremahulistel andmehulkadel põhineva informatsiooni töötlemine ning analüüsimine, kasutades sealjuures lihtsaid programmeerimismudeleid.

Andmete töötlemine ESTHub-is Calvalus tarkvaraga (Joonis 8) toimub paralleelsete protsessidena ja andmete lähedal. Tarkvara võimaldab paralleelseid andmeprotsesse, üle võrguliikluse liiguvad ülesanded, mitte andmed. Olenevalt arvutuskeskusele saabunud ülesannete arvust toimetab nendega vajadusel kuni 20 arvutussõlme (kokku 160 tuumaga). Joonisel 8 vasakul ülal on selgitatud erinevusi nn arhiivikeskse suurandmete süsteemi ja Calvalus süsteemi vahel.



Joonis 8. Calvalus tarkvaraga andmete töötlemise võimalused ESTHub-is ekspertkasutajale.

2018. aastal konsolideeriti MA senine IT-võimekus (töökohad ja eelarvelised ressursid) tervenisti KEMIT-isse. ESTHub tehnoloogia valik tehti 2018. aastal toonaste teadmiste kohaselt. Tänaasel päeval tuleb kogu ESTHub-i infotehnoloogilise taristu arhitektuur üle vaadata ning tehnoloogia kaasajastada. Praegune arengukava olemasolevat tehnoloogiat ning arhitektuuri ei käsitle, kuid rõhutada tuleb KEMIT-i iga-aastasest investeeringuvajadust, et hoida infosüsteem ajakohane ja töökorras. ESTHub-i järgmise põlvkonna infotehnoloogilise taristu kavandamine tuleb läbi viia 2028 aastaks.

ESTHub-i infosüsteemi kui teenuse ISKE turvaklass on K2T2S2. KEMIT kui taristu IT-teenuse omanik tagab teenusetaseme lepinguga, et:

- Teenust saab kasutada 24/7.
- Teenuseosutaja võib teha muudatusi, uuendusi või muid tegevusi, mis mõjutavad teenuse tööd, olles kooskõlastanud need eelnevalt teenuse omanikuga. Kokkulepitud hooldustööde teostamise aeg (kaasneb teenuse katkestus): 1 kord kuus, 1 tööpäev, alates kella 15:00-st.
- Teenuseosutaja võib kasutada ESTHub-i ressursi ainult ESTHub-i eesmärkide täitmiseks.
- Teenuseosutaja peab andma igakuise ülevaate ESTHub-i ressursikasutusest. Ülevaade võimaldatakse keske monitooringu lahenduse vahendusel.

- Teenuseosutaja tagab ESTHub-i tarkvaralahendusele toe (st uute protsessorite kirjeldamise, tarkvaralahenduse tõrgete lahendamise jms).

Teenuse katkestuseks loetakse:

- Kasutajate autentimise ja autoriseerimise funktsionaalsuse puudumine;
- Andmete uuenemine, kontrollimise, levitamise ja töötlemise teenuse puudumine (v.a teenusepakkujast mitteolenevatel põhjustel).
- Samaaegselt peab saama DHuS veebileidest kasutada maksimaalselt 100 inimest.

MA äripoolena on endiselt teenuse omanik ja peakasutaja.

2.2.2. ESTHub-i andmete valik ja kättesaadavus

Esmaseks kasutajatele pakutavaks andmete valikuks on Copernicus programmi satelliidiandmed. ESTHub-i algusperioodil alustati andmearhiivi jooksva täiendamisega radarsatelliidi Sentinel-1, multispektraalse satelliidi Sentinel-2 ja satelliidi Sentinel-3 andmetega. Igapäevaselt lisanduvad uued andmed kogutakse ESA kesksest andmehoidlast koheselt pärast neisse lisandumist.

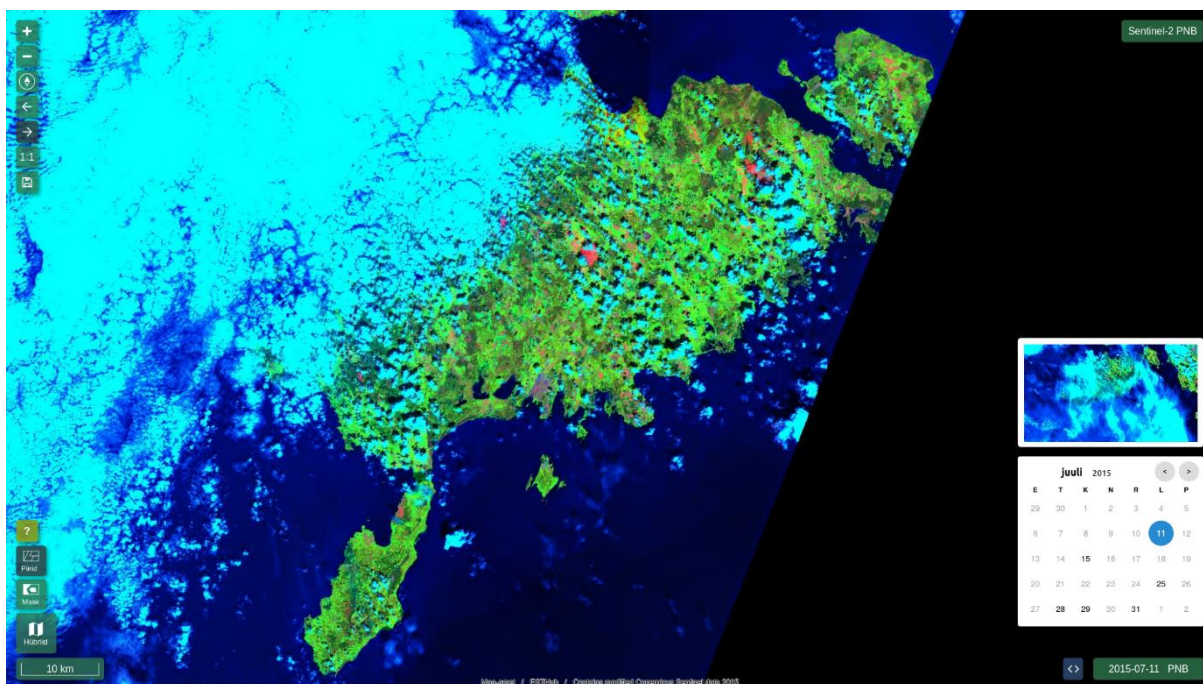
Andmeteadlaste ja uute rakenduste loojate kogemustele toetudes saadi varakult aru, et oluline on kasutajatele pakkuda ka andmete ristkasutuse võimalusi. Selleks lisati andmete valikusse Ameerika Ühendriikide Geoloogiateenistuse (USGS) satelliidi Landsat-8 andmed.

ESTHub-ile valitud andmekatvus (Joonis 9) katab kõik Balti riigid satelliidiandmetega. Sentinel - 3 merespetsiifikast tulenevalt on kaugseire andmetega kaetud terve Läänemeri. See avab võimaluse teha koostööd ja luua ühiseid teenuseid naaberriikidega.



Joonis 9. Satelliitide andmekatvus ESTHub-is.

Alates esimeste kaugseire andmete (Joonis 10) laekumisest on ESTHub-i üheks põhiülesandeks täita pikaajalise arhiivi rolli.



Joonis 10. Esimene Sentinel-2 pilt Eesti piirkonnast – Saaremaa ja Muhu 11. juulil 2015. a (allikas: MA-i Satiladu).

Kasutaja jaoks tähendab see rikkalikke võimalusi andmeanalüüsideks, mille aluseks olevad aegread ulatuks satelliitide toimimise algusesse. Pika aegreaga satelliidiandmete uuringud on võtmetähtsusega ka masinõppe jaoks piisava arvu õppenäidistega varustamisel. Teadusuuringud on aluseks prototüüpide väljatöötamisel kaugseirel põhineva tehisintellektiga tegelevates ettevõtetes.

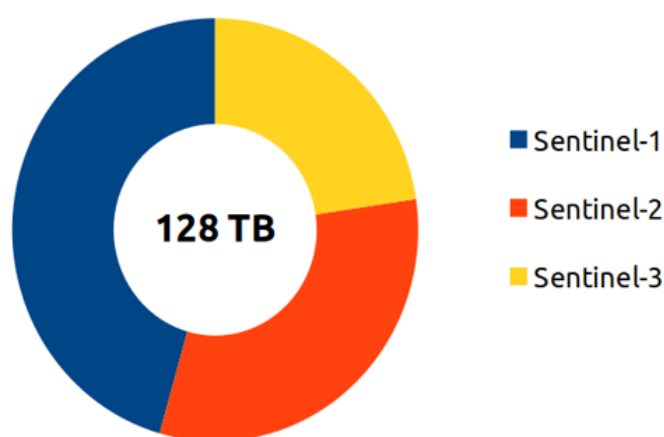
Taolise koostöö headeks näideteks on

- AS Dateli arendatud deformatsioonide varajase hoiatuse süsteem SILLE, mis suudab tuvastada suurte infrastruktuuriobjektide - nt sillad, torujuhtmed, sadama- ja kaevandusalad, suurhooned - nihkumise või vajumise kuni 1 mm täpsusega. Teenus aitab ennetada infrastruktuuride lagunemisest tulenevaid õnnetusi ning suurendab seeläbi ühiskonna turvalisust. <https://www.datel.ee/et/lahendused/jaerelvalve/sille>
- rohumaade niitmist tuvastav rakendus Satikas, mis töötati välja PRIA, Tartu observatooriumi ja CGI koostöös. <https://www.pria.ee/uudised/satikast-tehti-euroopa-elamuskeskuse-jaoks-videoklipp>

Mõlemal juhul olid uuringute lähtepunktiks mahukad ning tavapilgule raskesti hoomatavad radarsatelliidi Sentinel-1 andmed. Nende edulugude valguses on lihtne mõista, miks ESTHub-is on oluline hoida Eesti ala kaugseireandmeid alates Sentinelide aegride algusest kuni jooksva hetkeni. Andmete vastu esialgse huvi äratamiseks on tähtis läbi viia kasutajakoolitusi ja

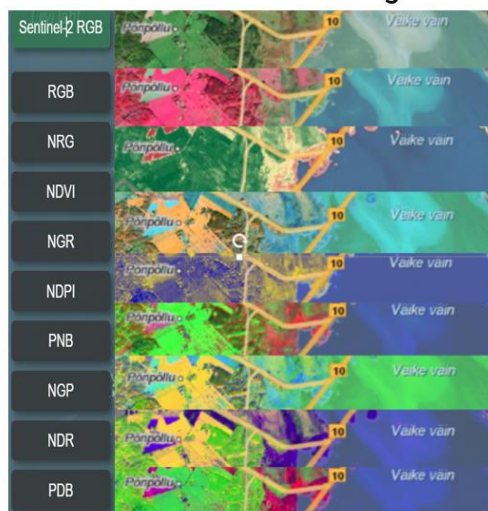
kaugseireandmeid tutvustavaid üritusi. Mida rohkem inimesi ja ettevõtteid suudab satelliidiandmed enda eesmärkide lahendamiseks rakendada ja mida enam uusi seoseid andmepangast avastatakse – seda suuremal hulgal saab tekkida ka innovaatilisi rakendusi, mis võimaldavad meil kõigil olla informeeritud ja kaasa rääkida ühiskonnaelus olulistes otsustes.

Järgnevatel aastatel andmelattu lisanduvate satelliidiandmete mahu suurusjärgu ja koostist aitab kirjeldada joonis 12. See on koostatud 2019. a Copernicuse kesksest andmelaost ESTHub-i alla laetud originaalandmete mahtude põhjal. Landsat-8 andmed on olemas toorandmetena 3,5 TB; alates 2018. juunist kuni 2021. veebruarini. Praegu on seitsmes satelliidiandmete aasta. Kokku on andmelaos kasutatud mahtu praegu 490 TB. Iga uue satelliidi andmete lisandumine tähendab, et andmeladu vajab igal aastal rohkem ruumi kui eelmisel.

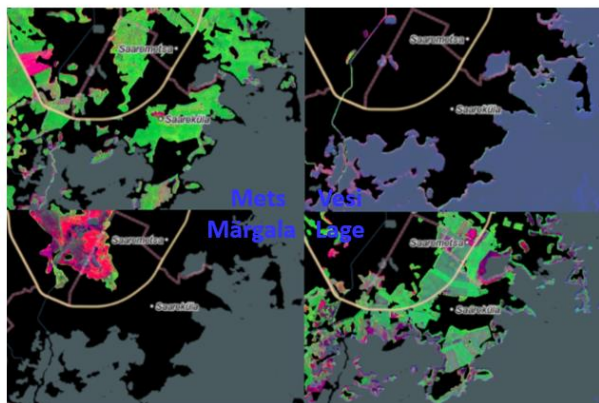


Joonis 11. Kogutud seiretoodete iga-aastane maht (2019. aasta näitel).

Toorandmetest toodete tegemine.



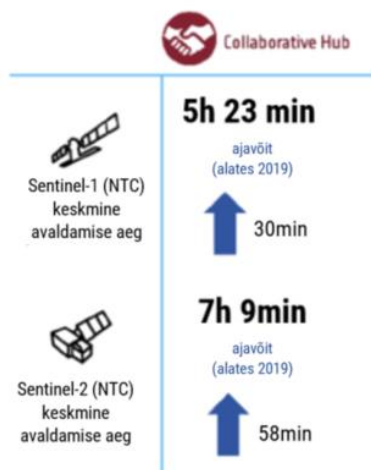
Väärindamine ruumiandmetega Näiteks ETAK-i kõlvikuklassid



Joonis 12. Sentinel 2 andmed on Satilaos töödeldud lõppkasutajale loetavamaks kasutades erinevaid filtreid ja maske.

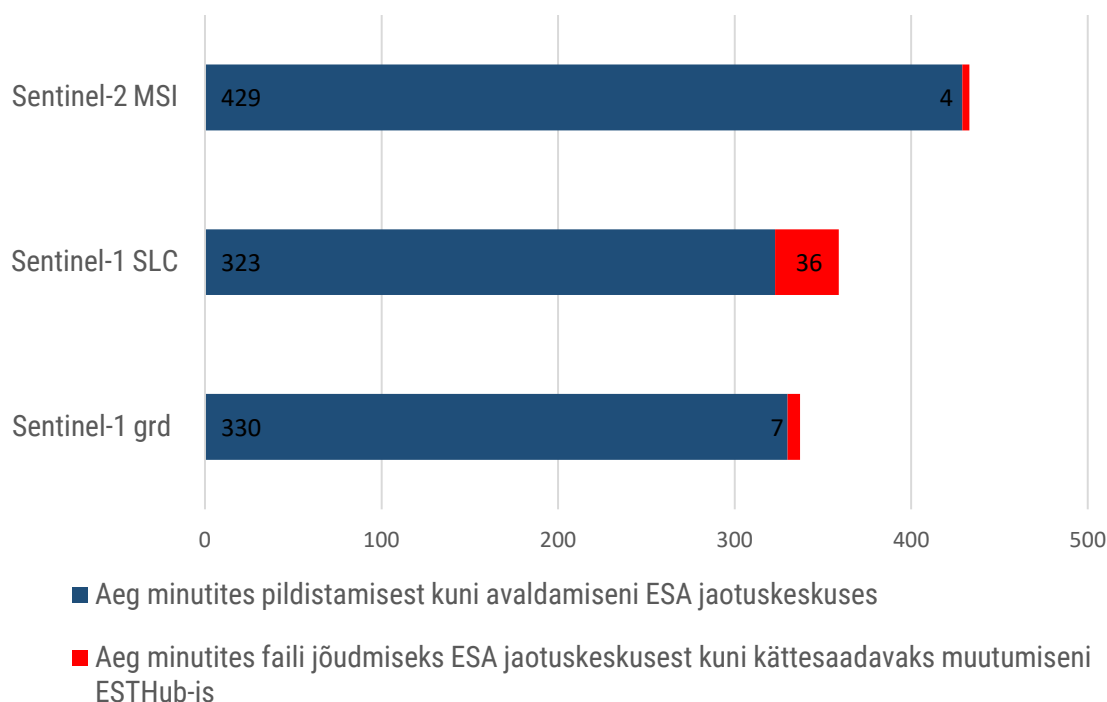
Sentinel 2 satelliitfotodele põhinevad andmetooted aitavad maastiku ja maakasutuse muutusi hästi esile tuua - näiteks erinevaid värvifiltreid kasutades ja ruumiandmetega väärindades (Joonis 12) teeb satelliidiandmed igaühele loetavaks.

Enamasti muutuvad andmed kättesaadavaks mõne tunni möödumisel pärast satelliidi ülelendu/möötmist. See on võimalik, kuna ESA PDGS-i kiire ja automaatne andmetöötlus ja -edastus tagab andmete kättesaadavuse (Joonis 13).



Joonis 13. Keskmine andmete kohale jõudmine riiklikkesse HUB-idesse (allikas <https://scihub.copernicus.eu/>).

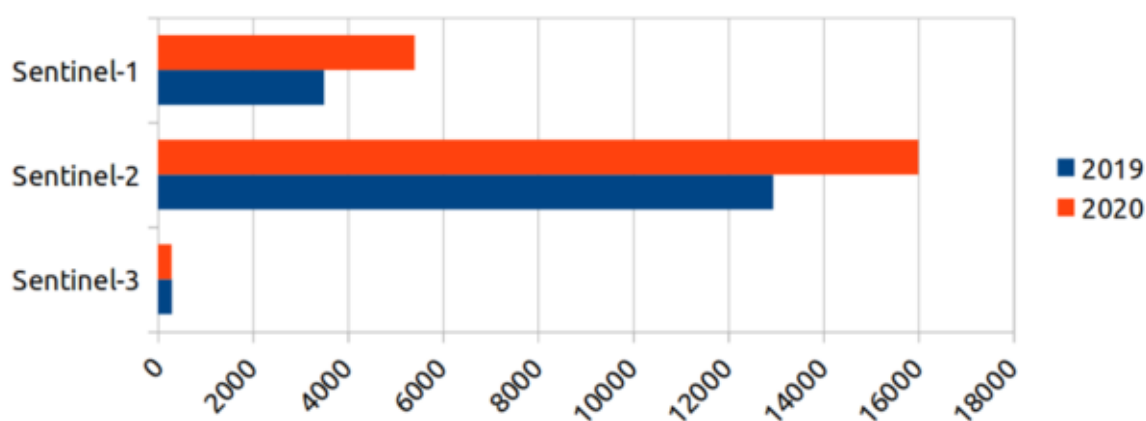
ESTHub-i andmete laekumise kiirused 2021 aasta seisuga on kujutatud alljärgnevatel diagrammil (Joonis 14). Peale andmeliigi või andmetoote valmimist ja paigutamist Open Access Hub-i on see vaid loetud minutitega kasutamiseks saadaval ESTHub andmeportaalis.



Joonis 14. Sentinel-1 ja Sentinel-2 mitte ajakriitiliste (NTC) toodete tüüpiline ajaline kättesaadavus minutites alates pildistamisest kuni ESTHub-is avalikustamiseni.

Diagrammid on mitte ajakriitiliste (*non time critical* -NTC) Sentinel-1 ja -2 andmete kohta. ESTHub-il ei ole ajakriitilisi teenuseid ja hetkel ei plaanita selliseid teenuseid arengukava perioodil pakkuma hakata. Ajakriitilised teenused eeldavad eelkõige taristu poolset võimekust, mille väljaarendamise otstarbekust peab hindama eraldi. See seab vajaduse teenusekasutaja/andmeanalüüsi meeskonna ööpäevaringsele valmidusele ning teatavate protokollireeeglite väljatöötamiseks.

Joonis 15 võtab lühidalt kokku kasutajate senise aktiivsuse ESTHub-i andmete kasutamisel - huvi satelliidi Sentinel-3 andmete vastu oli mõlemal aastal samal tasemel, kuid Sentinel-1 ja Sentinel-2 andmete kasutuskordades võime näha tuntuvat tõusu.



Joonis 15. Allalaetud seiretoodete arv aastatel 2019-2020. Horisontaalteljel on kasutuskorrad.

2.2.3. RITA kaugseire uuringu ESTHub-i vaheanalüüs ja selle soovitusel

ESTHub-i esimese toimimisaasta järgselt viidi RITA programmi projekti „Kaugseire“ (RITA 1 leping nr 7.8-3/18/17 „Kaugseire andmete kasutuselevõtt avalike teenuste väljatöötamisel ja arendamisel“) käigus läbi ESTHub-i keskuse analüüs (CGI, 2020, vt ka Lisa 4, tekstis edaspidi RITA-analüüs). RITA-analüüsi tellis Tartu Ülikool ja selle teostas konsultatsioonifirma CGI.

RITA-analüüsi eesmärgiks oli luua juhised ja soovitusel ESTHub-i kasutuselevõtuks eelkõige Eesti avaliku sektori poolt ning aidata laiendada ESTHub-i kasutajate ringi ka väljapoole senist kasutajaskonda. Lisaks kirjeldati, milline on ESTHub-i kui teenuse kasutamise protsess. Kasutajale toodi välja detailsed tegevused ESTHub-i kasutamiseks ning soovitusel, millega peaks arvestama ESTHub-i kui teenuse kasutamisel.

RITA-analüüsis kajastati 2020 teadmise kohaselt ESTHub-i tuleviku arenguvõimalusi ja vajadusi ning anti järgnevad soovitusel (toodud kursiivis). Soovitusel võimalik sidumine arengukavasse on oluline ja igale soovitusel kohta võtab arengukava seisukoha:

1) *ESTHub-il 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.***

Soovitus on praeguseks arvesse võetud. Meediakajastusi, infoüritusi ja õppematerjale koostatakse järjepidevalt juurde, rõhuasetusega riigiasutuste spetsialistidest tarkade tellijate koolitamisele.

2) *Vajadus üldise kontseptsiooni järgi ESTHub-i 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 ESTHub-il oleks olemas tooteomanik, kes vastutaks selle eest ning teavitaks kasutajaid ja partnereid, millises suunas ESTHub-i platvorm areneb. Soovitus: **laialdaselt kasvatada teadlikkust otsustusringkondades, et ESTHub-i seega ka Eesti kaugseire võimekus oleks kaasatud valdkondlikkesse arengukavadesse ja riiklikesse programmidesse***

Soovitusel sisu on regulaarne töö, millega MA kui toote omanik pidevalt tegeleb. Üheks suureks sammuks on ka käesoleva arengukava koostamine, mille käigus saavad kõigi osapoolte ja huvigruppide vajadused kompromissiks vormitud, mis omakorda on otsustusringkondadesse argumenteeritud sisendiks. Saadud sisend hoitakse ajakohasena ESTHub-i kasutajate töögrupi ja kaugseirenõukogu sisendi kaudu.

3) Praeguse seisuga on ESTHub-i 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 ESTHub-i ja ka satelliidiandmete kasutamist propageerida ning hoogustada Eestis IT ja kosmosetehnoloogia ettevõtlust. Soovitus: **Läbi mõelda võimalused pakkuda eraettevõtetele kogu ESTHub-i töötlusvõimekust hinnakirja alusel. Selleks vajalik ka erasektori jaoks motiveerivate riiklike meetmete loomine.**

Soovituse järgimine loob olukorra, kus riik hakkab võistleva erasektoriga ja see ei ole ESTHubi eemärk. Samas on väga oluline, et riik loob võimalusi ja teeb koostööd ettevõtlusega. Näiteks kaugseireandmeteenused on ESTHub-i vahendusel kättesaadavad, aga täiendavat töötlusvõimekust erasektorile pakub eraettevõtte. Näiteks: Greenenergy data centers, etc.

MA on juba praegu avanud võimaluse (hetkearvutusvõimsuse olemasolul) andmetoote prototüübi arenduseks kasutada ESTHub-i taristut. See on kirjeldatud juba keskuse rajamise projektis ja ei lähe rahastaja tingimustega vastuollu. Järgmise põlvkonna ESTHub taristu ülesehitamisel võivad otsustusringkonnad kaaluda riigieelarvelist rahastust, mis võimaldaks kasutajaskonnale osutatavaid teenuseid otstarbekuse korral hinnastada.

4) ESTHub-i eesmärk on pakkuda Copernicuse programmi andmeid, kuid ESTHub võiks olla aluseks Eesti ruumiandmete keskusele. ESTHub võiks pakkuda peale Copernicuse programmi toodete ka teisi satelliidiandmeid, mis aitaks teadustöö tegemisel või erinevate spetsiifiliste rakenduste loomisel. Lisaks võiks ESTHub-is hoida peale satelliidiandmete kogu riigi raster- ja vektorandmeid. Seega oleks ESTHub platvorm, mis koondaks kokku erinevate riigiasutuste ruumiandmed. Ühtlasi oleks võimalik luua töötlusahelaid, mis kasutaks peale satelliidiandmete ka muid raster- või vektorandmeid ja oodatud oleks ka ESTHub-i võimekus neid andmeid töödelda. Soovitus: **Analüüsida eraldi põhjalikult ühtse ja integreeritud ruumiandmete platvormi loomise võimalust ja otstarbekust Eesti riiklikest eesmärkidest lähtuvalt.**

Soovitus on osaliselt täidetud, ESTHub sisaldab juba praegu Landsat 8 satelliidi andmed. Ruumiandmete hoidmine otseselt HUB-is endas ei ole otstarbekas, küll aga on oluline ruumiandmeteenustele ligipääs. Siin on olnud infotehnoloogilisi tõrkeid, kuid nende lahendamine ei nõua koheselt integreeritud ruumiandmeplatvormi tekitamist ja olulisem on pigem keskenduda ruumiandmeteenuste kvaliteedile, sest need peavad olema laialdaselt riskasutatavad. See soovitus vajab kindlasti ka laiemat arutelu juba järgmises mahukamas ESTHub-i arengustaadiumis.

Vaheanalüüsi soovitused olid olulised ja haakuvad suures osas ESTHub-i tooteomaniku vaadetega ja tegevustega. Soovitusi on arvestatud olemasolevate vahendite ulatuses arvesse võetud.

3. ESTHub-i arengut mõjutavad asjaolud

3.1. ESTHub-i rahastus ja töökorraldus aastatel 2019-2021

Arengu eelduseks on piisavad ressursid: tööjõud ja taristu. 2015 a. eelanalüüsis (*PWC, 2015, lk 81-82*) on stsenaariumina toodud välja eraldiseisva keskuse kogukulud ning personalikulud ja

Tabel 4. Satelliidiandmekeskuse võimalikud minimaalsed kulud eraldiseisva keskuse puhul (allikas: PWC 2015, lk 81).

Kuluartikkel	Aastane kulu, €
Infrastruktuur ⁴⁰	46 000
Tugistruktuuri halduskulud ⁴¹	71 500
Personalikulud	286 000
Raamlepingud T&A asutustega	40 000
(1000 inimtundi aastas) ⁴²	
Kokku	443 500
Kuluartikkel	Projekti kulu, €
Kaugseire teenuse väljatöötamine ⁴³	200 000...400 000

koosseis olenevalt keskuse võimalikust asukohast 2015. aasta hindades (*tabel 4, tabel 5*).

Eelanalüüsis on personalikulud jaotunud erinevalt, olenevalt kas ESTHub oleks rajatud eraldiseisvana, Tõravere observatooriumi koosseisu või Maa-ameti struktuuriüksusena.

Tabel 5. Võrdlev personalikulude ülevaade - aastane brutopalk aastal 2015 (allikas: PWC 2015, lk 82).

Personal\ Aasta brutopalk, €	Eraldiseisev asutus	Maa-ameti osakond	Tartu Observatooriumi osakond
Tegevjuht ⁴⁵	30 000	-	-
Süsteemi administraator (infrastruktuur)	27 600	-	27 600
Süsteemi administraator (rakendused)	27 600	27 600	27 600
Tehniline tugi asutustele	21 600	-	21 600
Turundusjuht	21 600	21 600	21 600
Projektijuht	27 600	27 600	27 600
Kaugseire ärianalüütik	18 000	18 000	18 000
Kaugseire ärianalüütik	18 000	18 000	-
Hanke spetsialist/jurist	21 600	21 600	21 600
Brutopalk kokku:	213 600	134 400	165 600
Palgakulu kokku: (sisaldab sotsiaalmaksu ja töötuskindlustusmaksu)	286 000	180 000	222 000

Tabelist 4 ilmneb, et vajaminevatest vahenditest sai eelanalüüsiga hinnatud suurusjärgus rahastuse vaid ESTHub-i rajamine (kaugseire teenuse väljatöötamine) – ühekordselt 410 000 EUR. Kuid ülejäänud kuluridade osas toimus suur lahknevus võrreldes eelanalüüsis sätestatuga.

Kogu ESTHub-i haldamiseks eraldati iga-aastane sihtotstarbeline rahastus MA-le vaid 65 000 EUR palgakuluna ja 9500 EUR tegevuskuluna. KeM IT konsolideerumise järgselt on KEMIT eelarves 40 000 EUR aastas tarkvara toetepingu ja 12 000 taristu jooksvate kulude katteks. Taristu ülal hoidmise prioriteetsust silmas pidades on KEMIT oma eelarvest eraldanud ESTHub-ile personali ca poole töökoha ulatuses so 30 000 EUR. Kokku (MA ja KeMIT) siis iga-aastaselt on ESTHub-iga seotud personalikulud 95 000 EUR, samas kui eelanalüüs hindas iga-aastaseks minimaalseks vajaduseks 286 000 EUR.

Tänase kogemuse alusel on jõutud äratundmiseni, et 2015 aasta eelanalüüsis tehtud ettepanekud olid realistlikud. Planeeritust mitmeid kordi väiksem rahastus ei ole andnud ESTHub-ile vajalikku stardikiirendust. Pealegi on KeM haldusalas toimunud olulised töökorralduslikud muudatused, kus IT tugi on liikunud ESTHub-i juurest teise asutusse. Kuna IT tugiasutuses puudus vajalik ESTHub-i spetsiifikaga seonduv kompetents, siis see nõuab neilt ka täiendavaid personalikulusid. Arvestuse aluseks on asjaolu, et KEMIT-is peab töötama IT infrastruktuuri administraator ja seal on vaja vastavalt KeM IT korralduse raamistikule IT toote omanikku, need kaks ametikohta on samasuguses hinnaklassis kui eraldi keskusesse mõeldud vastavad ametikohad (infrastruktuuri

administraator ja keskuse juht). Seega kuluvaates, seoses KeM haldusala IT korralduse muutmise tõttu realiseerus pigem stsenaarium, mis on kirjeldatud Tabeli 5 Eraldiseisva asutuse veerus.

Lisaks tegi 2015 a. eelanalüüs ettepaneku ESTHub ühe funktsioonina hangete korraldamise. See eeldas rahalist meetet erasektori (sh idufirmade) kaasamiseks läbi hangete, et uuenduslik valdkond saaks võimalikult kiiresti ka loodetud majanduslikku kasu tootma hakata. See soovitus ei ole praktikas teostunud.

Keskuse tegevus on selle rajamisest olnud tugevalt alarahastatud eelkõige personali kulude osas, hinnanguliselt ca 200 000 EUR aastas. Eelarveline alarahastus suureneb iga-aastaselt, sest valdkonna palgakasv Eestis on olnud kiirem kui tarbijahinna indeksi kasv. Palgakulude osas tuleb arvestada, et ESTHub võimekusega spetsialistide töötasud konkureerivad rahvusvaheliselt Euroopa tööjõuturul (kui mitte laiemalt).

Täpsema ülevaate 2019-2021 rahastusest annab tabelis 6 välja toodud „käärid“ ESTHub-i keskuse vahendite vajaduse ja tegeliku eelarve vahel. Arvestatud on peale personali ja taristu rajamise kulude nii MA kui ka KEMIT-i vajadusi, sh. järgmisi kuluartikleid:

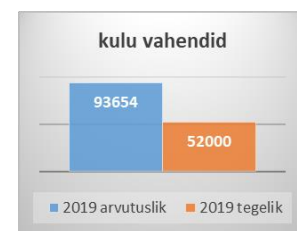
- tarkvara toeleping
- taristu ülalpidamist kogu elukaare jooksul
- lepingukulud teadus-ja arendusasutustega
- uute teenuste lisandumisega vajadust administreerimise ja toe järele.

Personalikulu puhul on arvestatud 2015. aasta kulusid tabelitest 4 ja 5 ning tarbijahinna indeksit. Personalikulu on tabelis 6 toodud kogu tööandja kuluna.

Ainult ESTHub-i rajamise (SF rahastus) ja tarkvara toelepingu kulud on katnud tegelikke vajadusi. Ülejäänud kuluartiklites on rahastus olnud vaid 36-56% ja ESTHub-i on ülal hoitud ja arendatud haldavate asutuste (MA ja KEMIT) teiste tegevuste arvelt.

Tabel 6. ESTHub-i eelanalüüsis toodud vajaduse ja tegeliku rahastuse võrdlus.

Kulu	Asutus	2015 analüüs	2019 arvutuslik	2019 tegelik	2020 arvutuslik	2020 tegelik	2021 arvutuslik	2021 tegelik
<i>Tarbja hinna indeks aasta II kvartalis</i>	KEMIT		8,90%		7,60%		11%	
Infrastruktuuri majutus koos Tarkvara toelepinguga	KEMIT	46000	50094	52000	49496	40000	51060	40000
Lepingud T&A asutustega 1000 h aastas	MA	40000	43560		43040		44400	
Eelarve vahendid kokku:		86000	93654	52000	92536	40000	95460	40000
Eelarvega tagatud vahendid (%):				56		43		42
Tööjõu kulu								
Süsteemi administraator (infrastruktuur)	KEMIT	36929	40215	20000	39735	20000	40991	20000
Tehniline tugi asutustele	KEMIT	28901	31473	10000	31097	10000	32080	10000
Süsteemi administraator (rakendus)	MA	36929	40215	16000	39735	16000	40991	16000
hanke spetsialist jurist	MA/KE MIT	28901	31473	3000	31097	3000	32080	3000
Turundusjuht	MA	28901	31473	9000	31097	9000	32080	9000
Projekti juht (ESTHubi juht)	MA	36929	40215	16000	39735	16000	40991	16000
Kaugseire ärianalüütik (ruumiandmetega väärindaja)	MA	24084	26227	12000	25914	12000	26733	12000
Kaugseire ärianalüütik (Sentinelide teenuse disainer ja kirjeldaja)	MA	24084	26227	12000	25914	12000	26733	12000
Eelarve vahendid kokku:		245657	267520	98000	264327	98000	272679	98000
Eelarvega tagatud vahendid (%):				37		37		36



Seega aastatel 2019-2021 on iga-aastaselt olnud puudu vahendeid:

- Koostöölepinguteks teadus ja arendusasutustega 43 000 EUR
- Personalikulu 200 000 EUR

Keskonnaministeeriumi haldusallas kehtiva IT korralduse raamistiku järgi on KEMIT vastutav infrastruktuuri administreerimise ja IT-teenuse omaniku rollis. Seepärast on oluline, et ka KEMIT-i personalikulude vajadus on kaetud, need lisanduvad 2015. a. eelanalüüsiga MA-le ette nähtud vahenditele. Ainult nii saab tulevikus välja kujuneda ESTHub-ile vajamineva IT-tehnilise toe võimekus ning kompetents. Tugeva ja kompetentse äripoole ja tehniliselt võimeka IT-tooteomaniku koostöö aitab tagada nii olemasolevate kui tulevaste ESTHub-i kliente rahulolu.

ESTHub on MA geoinformaatika osakonna koosseisus. Piiratud vahendite olukorras ESTHub äripoole tegelik töökorraldus kujunenud alljärgnevaks.

Maa-ametis tegeleb igapäevaselt ESTHub-iga üks inimene, kelle ülesannete hulka kuulub valdkonna üldine koordineerimine, kasutajate vajaduste kaardistamine, kasutajate haldus, äriteenuste arenduste juhtimine, toepartneriga (Brockmann) suhtlemine ning kogu Copernicus

valdkonnaga kursis olemine ning samal ajal ka rakenduse administreerimine ja populariseerimine.

Selleks, et satelliidiandmed jõuaks mugavalt kasutajani, panustavad äriteenuste arenduste teostamisse (nt Satiladu, wms teenused, ruumiandmetega väärindamine) osakoormusega pidevalt 4-5 MA geomaatika valdkonna eksperti (kogumahu 1.0 koormus). ESTHub on suutnud meeskonna puudumisel areneda ainult seetõttu, et Maa-ametil on geoinformaatika kompetentsi keskusena olemas meeskond ja teadmised. Vajadus Maa-ameti kompetentsi järele oli välja toodud ka eelanalüüsis (PWC 2015) ja seda rolli on Maa-amet ka täitnud. Tugiteenusena toetab MA personal vajaduspõhiselt turunduse ja juriidilise teenusega.

KEMIT-i poolt on üks inimene taristu valdkonnast, kes osalise koormusega tagab kehtiva teenustasemeleppega määratud IT-teenuse omaniku rolli: tegeleb riistvara ja tarkvara lahenduste administreerimisega - serverite töökindluse ja turvalisuse tagamise ning tarkvara uuendamisega. Kord aastas, toelepingu uuendamisel toetab meeskonda jurist. Välisrahastusega projektide (näiteks SF) puhul järgitakse Keskkonnaministeeriumi valitsemisala IT-teenuste korralduse raamistikku.

Maa-ametis on jätkuvalt oluline ESTHub-i jaoks eraldi struktuuriüksuse loomine ja seonduvalt neli töökohta (rakenduse administraator, projektijuht, kaks ärianalüütikut), nii nagu eelanalüüsis välja toodi (vt tabel 6). Kompetentse personali olemasolu on kriitiline vajadus ESTHub jätkusuutlikkuse tagamisel. Väline toepartner (Brockmann) abistab nii MA-d, KEMIT-it kui ka kasutajaid ESTHub-i haldamise, monitooringu, kasutamise ja arendustega seotud küsimustes. Paraku pole kohapealselt IT tehnilist tuge vähese rahastuse tõttu seni veel jõudnud tekkida.

KEMIT-i jaoks on oluline saada vahendid praeguse IT taristu laiendamiseks lähiajal, et igapäevaselt lisanduvad satelliidiandmed oleks võimalik majutada. 2022 aastal tuleb viia läbi ärianalüüs, selleks taotleda vahendid. Ärianalüüs peab kajastama ESTHub tehnoloogilise (tehnilise) arhitektuuri ja komponentide ajakohasena, jätkusuutlikuna ja turvalisena hoidmise, eelkõige kuidas tagada süsteemi käideldavus tehniliselt ja andmete terviklikkus. Ärianalüüsile toetudes tuleks ehitada 2023 aasta lõpuks projektivahenditest üles ESTHub uue põlvkonna taristu.

Lisaks on tervenisti puudu koolituseelarve. Kui tööjõu tagamisega MA-le on võimalik kvaliteetseid koolitusi organiseerida suhteliselt väikeste kuludega, siis hetkel sõltume ainult Saksa tarkvaraettevõtte kui toelepingu partneri krõbedatest hindadest (30 000 EUR aastas).

Praegune alarahastatus pidurdab tugevalt nii keskuse eelanalüüsiga soovitud tulemi, ESTHub-i asutamise projektiga pandud kohustuste kui RITA-analüüsi soovitude täitmist.

Eelanalüüsis (PWC 2015) sätestatud eesmärkidest kannatavad kõige enam äri sektori teenused, mis on ESTHub-ist peamised loodetud majanduskasvu tagajad. Eelanalüüsis toodi välja, et Copernicuse satelliidiandmete jaotuskeskus ja selle põhised teenused ei tohiks võimalusel kopeerida teiste Euroopa riikide tehtavaid jaotuskeskuseid ja teenuseid, ja et ühiste teenuste aluseks oleks lepingulised suhted. Selline rahvusvahelise koostööhuvi on veidi elavnenud Balti

riikide suunal, kus ei ole riiklikke HUB-e, aga teiste naaberriikidega sisuline koostöö veel puudub. Eelanalüüsis toodud kõrgetest ja keskmistest riskidest (PWC 2015, lk 88) on teostunud tänaseks täielikult või osaliselt:

- Liiga raske ligipääs andmetele ettevõtluse toetamiseks: huvialast väljapoole andmete kättesaadavuse tagamine olemas vaid prototüübina;
- Fookus liiga avalike asutuste keskne: selle riski teostumisele aitas kaasa taristu asutamise projekt, kus seatigi fookus riigiasutustele. Riigiasutused palkavad kaugseire kompetentsi projektipõhiselt ja pigem teadusasutustest. Valdkonnast huvitatud idufirmasid ei ole tekkinud ja nutikad riigihanked maandusmeetmena ei ole toimunud.
- Kaugseire kompetents on koondunud liiga väheste asutuste kätte: Vaid vähesed riigiasutused ja ettevõtted on tuvastanud kaugseire soodsad võimalused oma valdkonna edendamiseks. Maandusmeede läbi idufirmade ei ole toimunud.

Sellest hoolimata loodi ESTHub-i rajamise projekti tulemusel taristu ja seda hoitakse lepingulisel alusel üleval. Riigiasutused ja eraettevõtted saavad Eesti ala kohta olevatele andmetele ligi, arvutuskeskus toimib ja ülikoolid on hakanud nii teadus- kui ka õppetöös rohkem kasutama satelliidiandmeid. Peamine puudujääk on finantsilistes eesmärkides, et tekiks keskne taristu ja ei toimuks dubleerivate serverite ehitamist ning oleks olemas eraettevõtlusele suunatud meede, et tuua neid projektipõhiselt satelliidiandmetest uuenduslikke teenuseid looma.

RITA vaheanalüüsi tulemusi on juba kommenteeritud eespool (vt jaotis 2.2.3), kuid veel mitte täitunud soovitude all tooks välja samuti erasektorile suunatud tegevuste vähesuse ja katmata vajaduse koolituste järele. Käesoleva arengukavaga püüeldakse järgida soovitud otsustusringkondadega suhtlemisele. Siinkohal näeme olulist rolli Kosmosenõukogul üldsuuniste andjana kui ka MKM-il,

Kaugseire Nõukogu taasaktiveerumisel tuleks korraldada regulaarseid kokkusaamisi ESTHubi meeskonnaga. Kaugseire Nõukogu üheks funktsiooniks võiks nii sisuliselt kui vormiliselt (aga ka eelarveliselt) kujuneda ESTHubi nõuandev koda. Olukord, kus Kaugseire Nõukogu ei ole võimalik kaasata ESTHub-i arengusuundade kujundamisse ja ESTHub-i meeskond ei saa sisendit Eesti kaugseire ekspertide ja tippspetsialistide jooksvatest ootustest, ei ole valdkonna areng jätkusuutlik. Selles kontekstis oli väärtuslik tutvuda RITA kaugseire uuringu (Noorma jt. 2020) sisu ja järeldustega, mis peegeldavad kaugseire eri rakendusvaldkondade toonast hetkeseisu ja ootuseid. Samas selles kiirelt arenevas valdkonnas on tarvilik säilitada pidev infovahetus ESTHub-i meeskonna ning kaugseire ekspertide ja tippspetsialistidega.

Keskus on aga siiski toiminud tänaseks pea kolm aastat ja järgnevalt keskenduks selle, kuhu selle ajaga on jõutud. ESTHub-i tegevusaja või tinglikult jagada kaheks peamise tegevussuuna järgi. Esimeses pooles olemasolevate ja teadlike kasutajate toomine ESTHub-i juurde ning teises pooles satelliidiandmete toomine lõppkasutajale sobivasse vormi ja uute riigiasutuste spetsialistidest tarkade tellijate koolitamine.

HUB-idest oodetakse tegelikult abi konkreetsete probleemide lahendamisel, seda tuleb rohkem arvesse võtta ESTHub edasiste arengute kavandamisel. ESTHub-i arengu asetamiseks rahvusvahelisse taustsüsteemi on vajalik seda võrrelda teistes HUB-ides toimuvate tegevuste ja trendidega. [Lisas 2](#) on refereeritud 2021. aasta juunikuus toimunud Rootsi Kosmoseagentuuri samateemalise webinarini kokkuvõtet. Eestis on mõned seal loetletud teenustest juba loodud või tegeletakse sarnaste probleemide lahendamisel satelliidiandmete kasutuselevõttuga. Ülevaade ESTHub-i arengust ja sellega seotud kasutuslugudest esimestel tegevusaastatel on toodud alljärgnevalt.

3.2. ESTHub-i kasutuslood

ESTHub-i taristu valmimisest 2018. aasta lõpus kuni 2020 aasta alguseni valmisid esimesed ESTHub-iga seotud riiklikud tarkvaralahendused ja toimusid juba valdkonnas tegutsevatele kaugseire spetsialistidele suunatud koolitused.

Kaugseire on spetsiifiline valdkond ja peale Eesti kaugseire huvigruppidele ESTHub-i tutvustamist kujunes keskuse kasutajaskond. Ühtekokku on teada ligikaudu 100 kasutajat, kellest pooled tegelesid teadus- ja arendusvaldkonnas. Riigiasutustest olid huvilised peamiselt need, kus juba enne keskuse rajamist olid kaugseire andmed kasutusel või oli kindel huvi neid kasutama hakata.

Sel perioodil valmisid või toimus arendustegevus järgmistel kaugseire projektidel:

3.2.1. Rohumaade niitmise tuvastamise süsteem

Toote omanik: PRIA.

<https://www.pria.ee/uudised/pria-kasutab-rohumaade-hooldamise-jalgimiseks-satelliiditeenust>

Rohumaade hooldamise tuvastamise rakendus (Joonis 16) on loodud põllumajandustoetuste maksmiste sihipärasuse kontrolliks. Selle lahenduse satelliidiandmete kasutuselevõttuga paranes teenuse kvaliteet, tööaega kasutatakse paremini ja sünnivad paremad otsused. Enamus otsuseid tehakse teenuse vahendusel ja kulusid hoitakse kokku kallite välitöödega seotud töövoogude arvelt. (allikas PRIA)

Arvutuste aluseks olevad satelliidiandmed võetakse ESTHub-ist ja teenuse tagamiseks on vaja väga hea andmete terviklikkust.



Joonis 16. PRIA rohumade niitmise tuvastamise süsteemi ekraanikuva (allikas PRIA).

Lahenduse arendusprotsessi alguses ei olnud ESTHub-i taristu veel kättesaadav ja seepärast kasutab rohumade rakendus ESTHub-ist vaid andmepanka, s.o DHuS komponenti. Äriloogika jaoks vajalikud massarvutused on realiseeritud spetsiaalses virtuaalmasinas.

Selle rakenduse arhitektuur on erandlik ja läheb paraku vastuollu ESTHub-i loomise eesmärgile - vältida dubleerimist ja luua keskne kaugseire taristu. ESTHub-i suund on rakenduste majutamisel süsteemi võimaluste kasutamine täies matus – nii Calvalus kui DHuS komponendid.

Selle arenduse juures mängis olulist rolli ajafaktor. Infosüsteem SATIKAS arendus algas enne, kui ESTHub-i arendus. Seda õppetundi on oluline meeles pidada eelkõige siis, kui taristu suuremahuline uuendamine aset leiab. Tulevikus peab hoiduma olukordadest, mis tekitavad infosüsteemi/andmebaasi ümberehitamise vajaduse ainult taristu tõttu. See on alati kallid ja aeganõudev.

3.2.2. Operatiivne merejääkaart

Toote omanik: KAUR

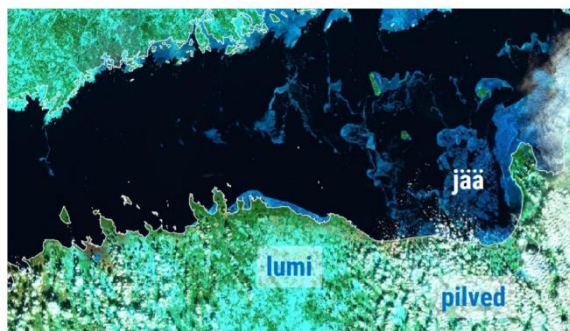
Projekti eesmärgid:

- Luua uued lahendused erineva, eelkõige kaugseirel põhineva jääinfo kogumiseks (Joonis 17), töötlemiseks ning avalikkusele jagamiseks.
- Uudne jääseire süsteem vähendab riigi jäämurdekulusid talvisel navigatsiooniperioodil ja aitab tagada inimeste ohutu viibimise jääl.

See on esimene tarkvaralahendus ESTHub-is, mis operatiivselt kasutab nii Calvalus kui ka DHuS komponenti. Alustas avaliku rakendusena toimimist alates 2021. a septembrist.

Jääkaardi projekt on otseselt seotud ESTHub-i töötuskeskkonnaga, kuna seal toimub satelliitpiltide töötus ja maksimaalselt ühe hooaja tulemeid hoitakse ka ESTHub-is.

Sentinel-2 MSI



Operatiivtöötlus ESTHub serveril
Aitab eristada pilvi jääst või lumest

Maa-ameti Satiladu

<https://satiladu.maaamet.ee/>

Jääinfo kõige suurema detailsusega selge ilmaga



Joonis 17. Merejää tuvastamine satelliidifotodel (allikas KAUR.)

Algoritmid jääolude kaardistamiseks satelliitpiltidelt:

1. Algoritm Sentinel-1 andmete eeltöötlemiseks;
2. Algoritm Sentinel-2 andmetest mosaiikpildi arvutamiseks;
3. Algoritm Sentinel-3 andmete eeltöötlemiseks;
4. Algoritm Sentinel-1 segmenteeritud toote arvutamiseks;
5. Algoritm jää tüüpide määramiseks Sentinel-1 andmetest (kinnisjää, tugev jää, nõrk jää, vesi);
6. Algoritm jäänähtuste määramiseks Sentinel-1 andmetest (rüsid, lahvandused);
7. Algoritm jää paksuse määramiseks Sentinel-1 andmetest järvedel;
8. Algoritm jääkatte tuvastamiseks järvedel Sentinel-1 andmetest;
9. Algoritmi rakendamine lumikatte ja pilvisuse info väljakirjutamiseks Sentinel-3 OLCI IDEPIX algoritmist;
10. Triivjää visualiseerimine CMEMS andmetest;
11. Algoritm koherentsuse (kinnisjää ja triivjää) määramiseks Sentinel-1 andmetest.

Teadustöö ja analüüsi tulemusena valmivad algoritmid formuleeritakse .xml failidena, mis ühilduvad ESTHub-i keskkonnas Calvalus andmetöötlemise süsteemiga.

Satelliit	Instrument/vaatlusrežiim	Andmetoote nimi
Sentinel-1	SAR/ Extra Wide Swath (EW)	Ground Range Detected (GRD)
Sentinel-1	SAR/Interferometric Wide Swath (IW)	Ground Range Detected (GRD) Single look complex (SLC)
Sentinel-2	Multispectral imager (MSI)	Level-1C
Sentinel-3	Ocean and Land Color Imager (OLCI)	Level-1

Lisaks kasutavad arendatavad pilditöötalusalgoritmid sisendina ka operatiivsete paikvaatluste tulemusi.

Arendatavad algoritmid Sentinel satelliitide andmete töötlemiseks tuginevad järgmistel ESTHub-i tarkvaralistel võimekustel: SNAP, Python, PyTroll, Linux shell skriptid.

Jääkaardi ressursivajadus hõlmab:

Jääkaardi töötamise andmemahud kokku ESTHub-il on 2,5TB, lisaks veel ESTHub-ist eraldi asuv kaardiserver ca 1TB mahus. ESTHub-il toimub operatiivne andmetöötlus, mille tulemused liigutatakse edasi QGIS jääkaardi töölaua rakendusele ning KEMIT Geoserverile, mille kaudu andmed avalikustatakse jääkaardi veebirakendusel. (<https://jaakaart.envir.ee/>).

Kalenderkuu kohta:

- 12% CPU kasutus
- 8% mälu kasutus

Andmete visualiseerimiseks kasutusel Geoserveri WMTS teenused.

3.2.3. Metsa kaugseire

Toote omanik: KAUR

Metsa kaugseire projekt laeb ESTHub-ilt alla satelliitpildid (Sentinel-1 SAR pildid, Sentinel-2 MSI pildid ja Landsat 8 OLI) API kaudu üle HTTPSi ja seejärel töödeldakse neid eraldi Windows keskkonnas.

Kasutab ESTHub-i satelliidiandmete allikana.

Töötluskeskkonnale sobib tavapärasest natuke võimsam arvuti ja vajadus ca 8TB kettamahtu andmete hoidmiseks:

- Tööjaam: SSD 0,125 TB, HDD 5,9 TB;
- Failiserver: HDD 2,3 TB.

Lahendus ei jõudnud ESTHub-i, sest ajal, mil infosüsteemide keskkondade konfiguratsioon oli vaja otsustada. Toona ei olnud teadajärgmised asjaolud:

- Graafilise kasutajaliidese olemasolu võimalus ESTHub-is. Kaartide tootmisel on vaja kasutada GIS tarkvarasid andmete visuaalseks analüüsimiseks ja valideerimiseks ning erinevate andmekihtide loomiseks, seega on vajadus eraldi keskkonna järgi niikuinii.
- ESTHub-is andmete hoiustamine. ESTHub-ist peab töötlustulemuse andmed alla laadima, ESTHub ei sobi spetsiifiliste andmetoodete arhiiviks. Vaja on eraldi keskkonda andmete (sisendandmed, mida ESTHub-is ei ole ja töötlustulemused) lühi- ja pikaajaliseks hoiustamiseks. Seetõttu on praegune olukord kujunenud järgmiseks:
 - Peamine töötlus toimub ESTHub-ist eraldiseisevas keskkonnas;
 - Töötlusprotsesside olemus eeldab ajamahukat ja suuremahulist andmete liigutamist kahe keskkonna vahel;
 - Kaartide tootmisprotsesside terviklikkus on tagatud ühe töötluskeskkonna kasutamisega;

- Rakenduse ja infosüsteemi arenduse efektiivsus ja kasutajamugavus on paremini tagatud ühe töötluskeskkonna kasutamisega;
- ESTHub-is olevaid sisendandmeid ei töödelda sellises mahus, mis annaks märkimisväärse ajalise võidu võrreldes eraldiseisva keskkonnaga.

3.2.4 Üleujutuste kaart

Toote omanik: KAUR

Üleujutuste kaart on praegu (oktoober 2021) veel sellises staadiumis, et ei ole otsustatud, kas ta pannakse tööle ESTHub-is või kasutatakse alternatiivset arvutuspinda.

Kasutab ESTHub-il Sentinel 1 (EW, IW), Sentinel 2 andmeid.

Vajalik kettamaht jääb u 2TB juurde (ESTHub-i osa ei ole välja toodud, kuid loogika on selles, et ESTHub-il toimib ainult töötlus ja seal tulemeid pikalt ei säilitata).

Alternatiive virtuaalmasina või klatri näol kaalutakse lähtuvalt Jääkaardi arenduskogemusest. Arvutuste tööle panemine on eksperttaseme tegevus, mis tihti eeldab ka Brockmanni abi seadistamisel. Eestipoolne tugi töötlusprotsessi seadistamiseks on juhuslik või puudub. Tarkvara toelepingu partner annab tuge üle Euroopa ja seega tema tugi ei ole alati operatiivne. Kohapealse tehnilise kasutajatoe loomine eeldab suuremat ESTHub-i meeskonda. Calvalus süsteem omab ka väga palju eripärasid ning vajab kasutajasõbralikumat ja paindlikumat tarkvaralist täiendust. Abiks oleks paremate juhendmaterjalide koostamine/olemasolu.

3.2.5. ESTHub-i kasutajakoolitused kaugseire spetsialistidele

2019. a sügisel korraldati MA, Tartu Ülikooli Tartu Observatooriumi ning Brockmann Consult'i koostöös esimene koolitus kaugseire spetsialistidele - ESTHub-i süsteemi pakutavate võimaluste kohta. Koolitus toimus kahepäevase seminarina, sisaldades nii loenguid kui praktilisi ülesandeid.

3.3. ESTHub-i arendamine innovaatiliseks ja lõppkasutaja vajadustele vastavaks

2020. aasta alguseks tuli tõdeda, et ESTHub on oma keerukuse tõttu vaid ekspertkasutajale sobiv lahendus. Seega on keskuse ühe eesmärgi - kaugseire lahenduste laialdase kasutuselevõutuga hoida kokku riigisektori ressursi, täitmine raskendatud.

Kaugseire andmete kasutus, mis oli ESTHub-i rajamise algne eesmärk, vajas laiemat kandepinda. ESTHub-i kasutuslood tekivad elulistest vajadustest ja ESTHub-i keskuse roll on viia teadmine andmetest potentsiaalse lõppkasutajani. MA-s kui ruumiandmete kompetentsi keskuses on olemas teadmine ja võimekus satelliidiandmeid väärindada ja neid teenuste kaudu kasutusse

anda. Kasutades neid teadmisi hästi disainitud ja innovaatiliste äriteenuste loomiseks luuakse viljakas pinnas kasutuslugude tekkeks. Sõnastati ESTHub-i visioon:

ESTHub panustab innovatsiooni ja toob satelliidiandmed igäihele koju kätte.

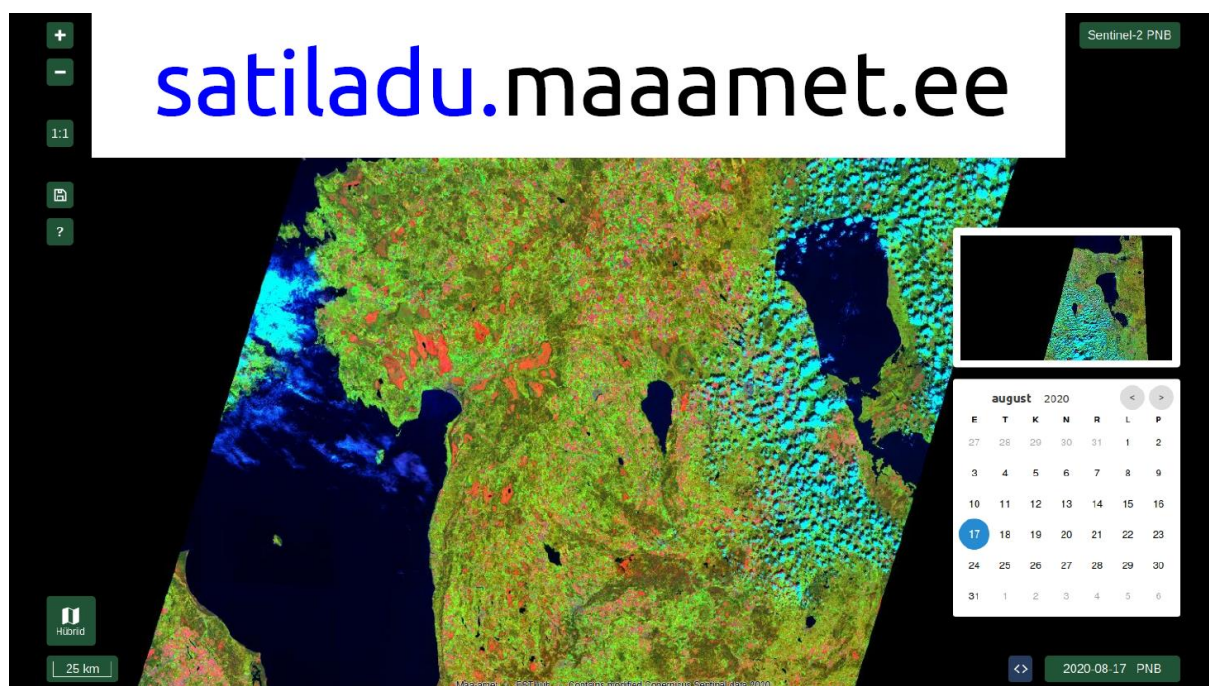
Selle eesmärgi saavutamine toob eeldatavasti kaasa ka vajaduse ESTHub ekspertkasutajate kui kasutajavajaduste elluvijate järele.

2020. aasta kevadest keskendub ESTHub kaugseire uute kasutusjuhtude leidmisele. Selle suuna kolmeks peamiseks tegevuseks said:

- (1) Satelliidiandmete lihtsa ja uueneva kiirpäringuteenuse loomine – Maa-ameti Satiladu.
- (2) Copernicuse satelliidiandmete väärindamine ja teisendamine - veebikaarditeenusteks peaaegu reaalajas.
- (3) Riigisektori koolitamine targaks tellijaks, satiladu.maaamet.ee - tutvustamine valdkondlikel üritustel.

Aasta jooksul ellu viidud tegevused on kirjeldatud alljärgnevalt.

3.3.1. Satelliidiandmete kiirpäringuteenus – Maa-ameti Satiladu



Joonis 18. Maa-ameti Satiladu - lihtne 'satelliidiandmete kalkulaator' (allikas MA).

Kaugseireandmete populariseerimiseks ühiskonnas, lihtsaks ja praktiliseks teabeteenuseks nii kodanikule kui ametnikule ja võimaluste näitamiseks uute tarkvaralahenduste loojatele disainiti ning arendati MA-s igäüherakendus Satiladu (satiladu.maaamet.ee, vt Joonis), mis on satelliidiandmete mugav ja kergelt ligipääsetav lahendus lõppkasutajale - "kaugseire

taskuarvuti". See on spektraalse info kasutamise võimaluste leidmise ja arendamise pakett (Satiladu= Satilao andmepank+Satilao rakendus, vt Joonis 22)

(1) Satiladu annab igäihele reaajalähedase teabe maakatte/maakasutuse muutustest;

(2) Rakendus on mõeldud kaugseire populariseerimiseks ühiskonnas ja andmepõhise otsustusprotsessi edendamiseks avalikus ja erasektoris:

(a) ideede katsetamise taimelava nii avaliku sektori koolitamiseks targaks tellijaks kui ka kasutamiseks huvihariduse õppeprotsessis - intuitiivne kasutajaliides lihtsamaks andmetöötamiseks;

(b) annab interaktiivse võimaluse rikastada kaugseireandmeid teiste Eesti maakatte/maakasutuse ruumiandmekogude (ETAK, PRIA, ...) abil.

Satiladu võimaldab läbi erinevate päringute vahendada lõppkasutajale kõiki ESTHub-i andmehoidlas asuvaid satelliidiandmeid. Kuna rakenduses kasutatakse tehnilise aluskihina allpool kirjeldatud „masinalt-masinale“ teenuseid, sh veebikaarditeenuseid (WMS), siis on oluline veebikaarditeenustele vajaliku mahu, kiire kättesaadavuse ja veakindlusega levituspinna olemasolu.

Andmed uuenevad iga päev ja on huvilisele kättesaadavad juba samal õhtul peale Sentinel 2 satelliidi ülelendu.

Rakenduse abil on võimalik hinnata satelliidiandmete potentsiaalset lisandväärtust oma eriala jaoks, samuti on võimalik luua originaalseid kaardikihte ja neid teistega jagada. Fookusesse on seatud valguse eri spektriosade ning olulisemate maakatteindeksite kasutusvõimaluste tutvustamine. Võrdlemiseks on kättesaadav ka tavavärvides kaardikiht.

Euroopa Kosmoseagentuuri satelliit Sentinel-2 toodab igapäevaselt pilte nii nähtavas valguses kui laiemas spektrivahemikus 433 - 2280 nm. Üks punkt (piksel) pildil vastab 10-le meetrile looduses.

Maa-ameti Satiladu võimaldab igapäevaselt näha vabalt valitud piirkonna kohta Eesti alalt:

a) harilikku värvifotot satelliidilt - visuaalselt võimaldab see avarat linnulennulist ülevaadet ulatuslikust piirkonnast;

b) eri maakattetüüpide visualiseerimiseks ning vastava info ajakohastamiseks nn indekskaarte. Nn värevärvikaart saadakse, kui iga kaardil kuvatava punkti puhul kolmikus "punane-roheline-sinine" asendatakse mõni komponent silmale nähtamatust lainelast mõõdetud kiirguse intensiivsusega: Rakendusse on neid seadistatud 8 erinevat. Näiteks:

- NDVI - taimestiku kasvu intensiivsuse ja leviku ulatuse hindamiseks (arvutatud lähifrapunakiirguse ja punase lainela abil);
- NDPI - veepiiri eristamiseks veekogude puhul (arvutatud lühilaine-infrapunakiirguse ja rohelse lainela abil);
- NRG - talvise maakatte visualiseerimiseks (lähifrapuna-punane-roheline);

- NGR - erinevate maastikutüüpide esiletoomiseks (lähi-infrapuna-roheline-punane);

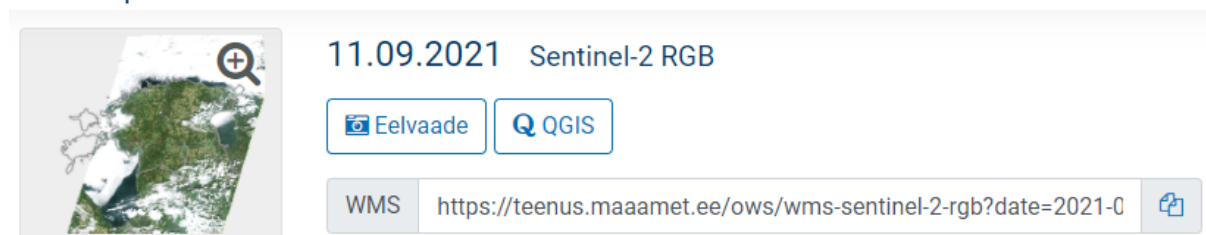
c) kasutaja poolt kombineeritud ja häälestatud valevärvikaarte – erinevate andmeuringute ideede vahetamiseks kolleegidega.

Eespool kirjeldatud kaardikihid on Eesti ala kohta kättesaadavad ning üksteisega võrreldavad Sentinel-2 terve arhiivi ulatuses, st alates 11. juulist 2015.

ETAK andmed on võimalik jagada nelja suurde maakattetüüpi: vesi, lage, mets ja märgala. Satelliidiandmete parema loetavuse huvides on olukordi, mil inforohkus segab ja vaadata on vaja ainult üht maakattetüüpi korruga. Seda aitavad teha ETAK maakattetüüpide maskid ja seepärast lisati need kihtidena Satilattu.

Lehekülge satiladu.maaamet.ee on alates avamisest külastatud enam kui 20000 unikaalsest seadmest. Võrdluseks – ESTHub-i kasutajaid (sh ühekordseid) on käesoleva arengukava kirjutamise hetkel 320.

3.3.2. Copernicus satelliidiandmete veebikaarditeenused



Joonis 19. WMS teenus, mis on kättesaadav API-na Satilao vahendusel (allikas MA).

Enne ESTHub-i loomist on GIS-spetsialistid ja keskkonnaseisundi uurijad kasutanud oma töös nii eri tootjate vektorandmeid kui ka Eesti ala katvat MA ortofotot. Kuna viimase uuenumistsükkel on kaks aastat, siis oli ESTHub-i avamise järel mainitud valdkondade ootuseks reaajalähedaste rasterandmete saamine Eesti ala kohta satelliitidelt. Sellised veebikaarditeenused (vt Joonis) loodi 2021. a alguses ja need on kättesaadavad Satilaost.

Praeguseks on need võetud kasutusse ka geoinformaatika õpetamisel kõrgkoolis, samuti täiendavate kaardikihtidena rohumade niitmise tuvastamise rakenduses.

3.3.3. Riigisektori koolitamine targaks tellijaks

Esimesel tegevusaastal algatatud kaugseire spetsialistide koolitamise kogemus näitas, et ESTHub-i missiooni täitmiseks on tarvis koolitatavate sihtrühma oluliselt laiendada. Selleks alustati teises perioodis riigisektori koolitamist targaks tellijaks.

Igal aastal viiakse läbi vähemalt kaks koolitust: üks algavale ja üks edasijõudnud spetsialistile. Praktiliste harjutuste kaudu õpitakse tundma ESTHub-is hoitava andmestiku kasutamist maakatte muutuste analüüsis. Koolitusel tutvustakse eeskätt ESTHub-i andmetöötluskeskkonna <https://ehcalvalus.maaamet.ee/> võimalusi. 2020 ja 2021 aastal on koolitatud kokku 40+40 inimest. Koolitus on alati vastu võetud positiivselt (Joonis 20). Ehkki tegemist on spetsiifilise valdkonnaga ja koolitused on kahel COVID2019 aastal toimunud veebi kaudu on 95% osalejatest koolituspäeva siiski lõpuni läbinud.

Lisaks tutvustatakse erinevatel valdkondlikel üritustel Satilao arenguid ja kasutusvõimalusi.

Avaleht > Uudised > ESTHub koolitab riigisektorit kaugseireteenuste ta...

ESTHub koolitab riigisektorit kaugseireteenuste targaks tellijaks

16.04.2021

Maa-amet korraldas 31. märtsil riigiametnikele ESTHubi koolituse, et praktiliste harjutuste kaudu õpetada ESTHubis hoitava andmestiku kasutamist maakatte muutuste analüüsiks. Koolitusel tutvustati eeskätt ESTHubi **andmetöötluskeskkonna** võimalusi. Koolitusel osalejate tagasiside toob esile algtaseme ja jätkukoolituste vajalikkuse ka tulevikus.



Esmaseks tutvumiseks oli see koolitus väga hea, andis ülevaate. Edaspidi on huvi minna detailsemalt erinevate teemadesse sisse. Näiteks filtrite täna teadaolevad kasutusväärtused, mille käisime küll põgusalt läbi aga arusaamiseks - mis ja milleks täpselt - on vaja rahulikumat tempot. Lisaks tekkis huvi erinevate andmesettide kasutusloogika vastu, sest algkoolitusel tutvusime ainult ühega.

Tauno Tamm / Statistikaamet

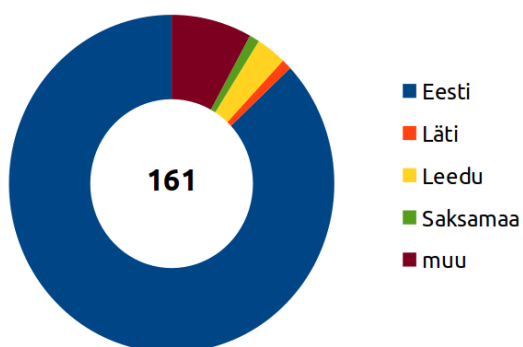
Joonis 20. 2021. aasta kevadise koolituse uudis Maa-ameti veebilehel.

Koolituse vajadus on toodud välja ESTHub-i vaheanalüüsis ja tänaseks on valminud Satilao kohta videojuhend. Erinevatest ettekannete video ja slaidimaterjalid on kättesaadavad <https://esthub.maaamet.ee/>.

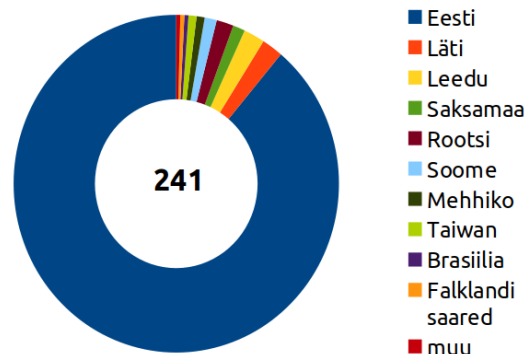
4. ESTHub-i kasutajad

Alates asutamisaastast on ESTHub-i andmeladu ja arvutuskeskuse kasutajate arv on

Kasutajate arv ja asukohariik 2019



Kasutajate arv ja asukohariik 2020



Joonis 21. ESTHub-i keskuse kasutajate arv ja asukohariigid aastatel 2019-2020.

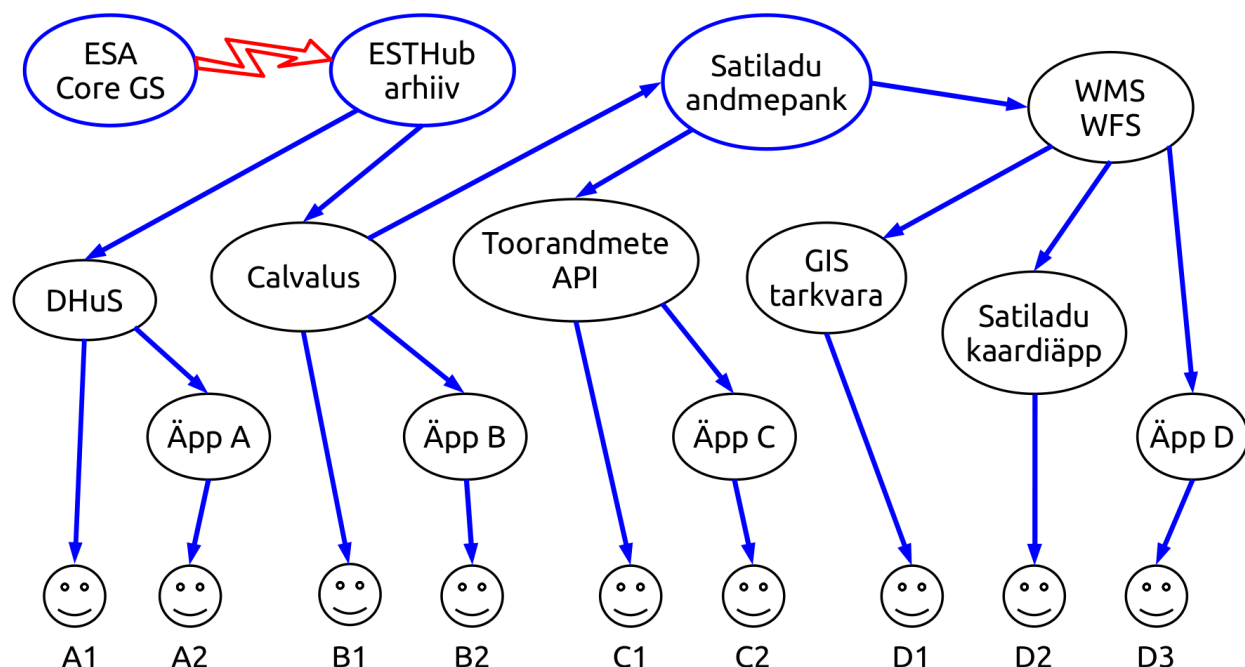
tõusutrendis (Joonis 21). Lisaks kasutajate arvu märgatavale tõusule nähtub, et keskuse teisel tegevusaastal on oluliselt laienenud ka asukohariikide spekter. Kui 2020. a lõpus oli kasutajaid kokku 241, siis käesoleva arengukava kirjutamise ajal, 2021. a oktoobris, on ESTHub-il juba 320 registreeritud kasutajat.

Võrdluseks, Maa-ameti Satilaol on päevas 100 unikaalset kasutajat ja avaliku WMS teenuse kasutajaid on samuti samas suurusjärgus.

Erinevate kasutajate vajadusi arvestades on ESTHub-il on praegu kasutajatele pakkuda neli äriteenust, mille sisu ja omavahelisi seoseid tutvustatakse järgmises alajaotuses.

4.1. ESTHub-i äriteenused

ESTHub-i äriteenusteks on andmeladu, arvutuskeskkond, Satiladu ja wms-teenused. Ülevaate teenustest, andmevoogudest ja erinevatest kasutajagruppidest (edaspidi: persoonadest) annab joonis 22



Joonis 22. ESTHub-i äriteenused, andmevood ja persoonad.

Joonisel 22 ülal vasakul on toodud siniste ovaalidega kolm ESTHub-i tööks olulist andmepanka: ESA keskne failihoidla (nt ColHub), ESTHub-i arhiiv ja Satiladu andmepank. Mustade ovaalidega on toodud eri liidesed andmete vahendamiseks. Alumises reas olevad ringikujulised sümbolid kujutavad eri persoonasid.

Koos ESTHub-i asutamisega 2019. a mais paigaldati süsteemi kaks tuumiktarkvara: Serco poolt loodud DHuS (andmelao tarkvara) ning Brockmann Consult'i loodud Calvalus (töötlustarkvara). 2021. a veebruaris lisandusid tuumiktarkvarade sekka veebikaarditeenuste pakett ja Satiladu kaardirakendus. Alates 2021. a oktoobrist töötab ka toorandmete API – hetkel veel sisemiseks kasutuseks

Andmelao tarkvara DHuS

DHuS on avatud lähtekoodiga tarkvara, mille eesmärk on ESTHub-is tervikliku andmebaasi hoidmine ESA kesksest andmelaost alla laetud andmekomplektide jaoks (vt Joonis 222). Lisaks täidab DHuS veebileht <https://ehdatahub.maaamet.ee> kasutaja jaoks allalaadimiskeskuse rolli pakkudes originaalseid kaugseireandmete komplekte, nt satelliidi Sentinel-1 tooteid.

Joonisel 22 toodud persoonadest on DHuS tarkvarast vahetult sõltuvad A1 ja A2.

Persoon A1 alla liigituvad nii spetsialistid, kes laevad endale andmekomplekte alla käsurea vahendusel läbi API, kui ka inimesed, kes kasutavad andmete saamiseks DHuS veebilehte. Seda rolli saab omandada iga soovija, kes registreerib end kasutajaks DHuS veebilehel. Tänase seisuga on persona A1 tüüpi kasutajaid kokku 320.

Persoon A2 hõlmab neid kasutajaid, kes kasutavad mingit rakendust (vt *joonisel 22 „Äpp A”*), mis saab omakorda enda tööks vajalikke kaugseireandmeid DHuS-ist.

Tänase seisuga liigituvad „Äpp A” alla PRIA rohumade rakendus ja KAUR-i metsaressursi hindamise lahendus.

Töötlustarkvara Calvalus

Tarkvara Calvalus kujutab endast suurandmete hajusarvutussüsteemi Apache Hadoopi arendusharu, mis on loodud spetsiaalselt kaugseireandmete töötlemiseks (vt *Joonis 8, lk 22*).

Joonisel 22 liigituvad Persona B1 alla eksperdid, kes teostavad ESTHub-i süsteemis arvutusi kaugseireandmetega. Kasutaja on võimalik arvutusi teostada kahel eri moel. Esimesel juhul käsurea vahendusel spetsiaalses virtuaalmasinas - teine võimalus on kasutada Calvalus veebilehte <https://ehcalvalus.maaamet.ee>. Persona B1 rolli omandamiseks on tarvis sõlmida MA-iga vastav leping.

Persoon B2 hõlmab neid kasutajaid, kes töötavad mõne rakendusega (vt *joonisel 22 „Äpp B”*), mis omakorda kasutab enda tööks Calvalus funktsionaalsust.

Tänase seisuga liigitub „Äpp B” alla KAUR-i merejääkaardi rakendus, mille arendus on praeguseks lõpusirgel ja mis saab peagi avalikult kasutatavaks.

Toorandmete API

Nagu näeme jooniselt 22, kasutatakse süsteemi Calvalus ka selleks, et teisendada ESTHub-i arhiivis olevad originaalandmed kiirete päringute jaoks optimeeritud vormingusse Satiladu andmepangas. Päringu kiiruse Satiladu andmepanga puhul tagab ka see, et andmeid väljastatakse vaid kasutaja poolt määratud (väikese) ruumipiirkonna jaoks.

Satiladu andmepangast on võimalik läbi vastava API teostada päring selleks, et saada 16-bitise täpsusega toorandmeid kasutaja valitud ruumipiirkonna kohta Eesti alalt.

Toorandmete API-t saab peagi enda tööks kasutada nii teadlane kui tootearendaja, kes soovib oma tööks kasutada täpseid mõõtmistulemusi väikeste ruumipiirkondade kohta – sellised kasutajad liigituvad persona C1 alla.

Persoon C2 hõlmab kasutajaid, kes töötavad mingi rakendusega (vt *joonisel 22 „Äpp C”*), mis omakorda kasutab enda tööks toorandmete API-t.

Tänase seisuga kuulub rakenduste klassi „Äpp C” MA kinnisvara analüüsi toetamiseks loodav automaatteenus.

Veebikaarditeenused

Satiladu andmepanka on võimalik kasutada samuti klassikaliste veebikaarditeenuste (WMS, WFS jne) kaudu. Tänaseks on loodud 8 erinevat temaatilist WMS-teenust, nii erinevate maakatteindeksite kuvamiseks kui ka maakatte üldiseks klassifitseerimiseks.

Joonisel 22 toodud Persoon D1 kasutab veebikaarditeenuseid läbi mingi GIS-tarkvara.

Persoon D2 on lehekülje <https://satiladu.maaamet.ee> külastaja.

Persoon D3 näol on tegemist spetsialistiga, kes kasutab oma tööks mingit ruumiandmete rakendust (vt *joonisel 22 „Äpp D”*), mis ühe valitava kihina kasutab ka Satiladu andmepangal põhinevaid veebikaarditeenuseid.

Eri tüüpi rakenduste võrdlus

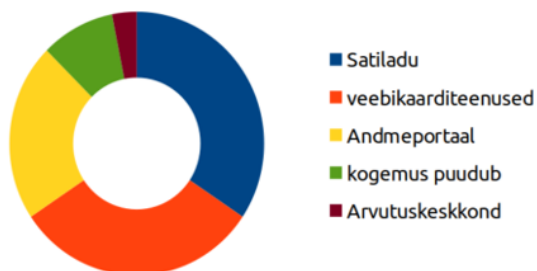
Erinevus rakenduste klasside „Äpp A” ja „Äpp B” vahel seisneb selles, et DHuS-i kasutatav rakendus töötab ESTHub-ist eraldiseisvas virtuaalmasinas ning laadib oma tööks vajalikke andmekomplekte läbi DHuS-i kui failihoidla. „Äpi A” puhul peab seega kogu vajalik arvutusvõimekus olema tagatud nimetatud virtuaalmasinas. Seevastu „Äpi B” puhul toimub arvutus ESTHub-i arvutusklastri endas. „Äpi B” puhul toimib andmete lähedal töötava arvutuse põhimõte.

Rakenduste klassid „Äpp A” ja „Äpp C” kasutavad mõlemad ESTHub-i kui andmepanka, teostades vajaliku töötuse välises masinas. Nende rakendusklasside oluline erinevus selles, et klassi „Äpp C” puhul on andmeliiklus mitu suurusjärku väiksem, sest andmeid küsitakse vaid huvipakkuva ruumipiirkonna kohta. Andmeliikluse maht saab võrreldavaks vaid selliste rakenduste puhul, mis on seotud üleriigilise katvusega kaartide tootmisega. „Äpi C” puhul toimib „Green IT” põhimõte – kvaliteetne teave lõppkasutajale läbi minimaalse andmeliikluse.

ESTHub-i arengus on toetunud kõikide erinevate isikute vajadustele, et saavutada tasakaalustatud ja laiapõhjaline kogukond.

4.2. Kasutajate tagasiside küsitluse tulemused

Septembris 2021 viidi läbi ESTHub-i kasutajaküsitlus. Küsitlusele vastanud 21 inimese hulgas olid esindajad paljudest asutustest - kohalikud omavalitsused, Tartu Ülikooli Tartu Observatoorium, Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituut, Tartu Ülikooli geograafiaosakond, Keskkonnaamet, Keskkonnaministeerium, Erametsakeskus ja PRIA. Lisaks andsid tagasiside spetsialistid merenduse, Metsanduse ja lennunduse valdkondadest.



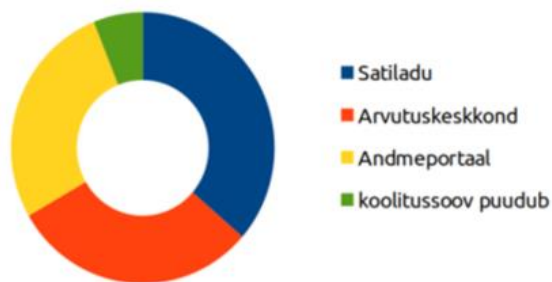
Joonis 23. Äriteenused, mida küsitletud eksperdid on kasutanud.

Umbes pool vastajatest olid haridus-, teadus- ja arendusasutused. Enamustel vastajatest oli ESTHub-iga varasem kokkupuude olemas. Küsitlejate tagasisidest selgus, et populaarsemad äriteenused on Satiladu, veebikaarditeenused ja andmeportaal (Joonis 22) (

Vastajate huvi satelliidiandmete kasutusele oli mitmekesine: maismaaökosüsteemide elupaikade seisund, merealade ökoloogiline seisund, ülevaade maastikumuutustest ja ehitusprotsessidest, maastike koosseis: põld, mets, veekogu, märgala jne, maapinna niiskus, üleujutusohuga alad (Joonis 24).

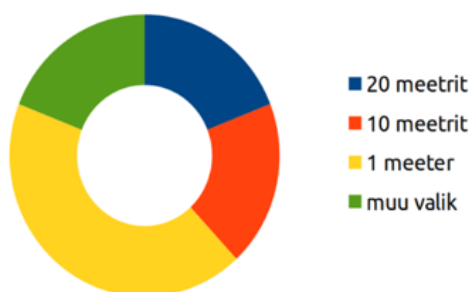


Joonis 24. Küsitlusele vastanud ekspertide poolt välja toodud kasutusvaldkonnad, kus on huvi satelliidiandmeid kasutada.



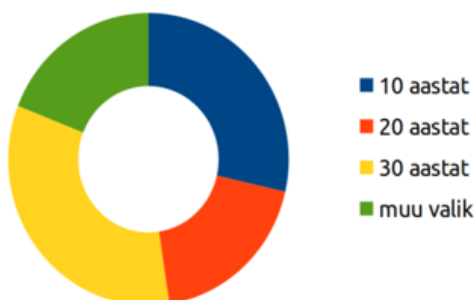
Joonis 25. Küsimustele vastanud ekspertide soovitud ESTHub-i andmearhiivi ajaline ulatus.

Kuna looduses toimuvad protsessid enamasti aeglaselt, siis soovivad ekspertkasutajad Eesti ala kohta nii pikka ajalugu kui võimalik. Kasutajate ootused pikaajalisele arhiivile on esitletud joonisel 25. See tähendab, et ESTHub-il on vaja hoida kiire ligipääsuga asukohas alles kogu Sentinelide ajalugu ja kasutajate ootus on, et uute andmete lisandumisel on varasemad andme endiselt kergesti kättesaadavad. Põhjendatud vajadusel võib uurida ka vanemate satelliidiandmete kogumise ja levitamise võimalusi ESTHub-i vahendusel.



Joonis 26. Küsitletud ekspertide poolt soovitud ESTHub-i Satelliidiandmete ruumiline eraldusvõime.

Kasutajate vajadus andmete ruumilise lahutuse kohta (Joonis 26) sõltus valdkonnast: Atmosfääriuuringute puhul oli vastuseks 1 km, maastikuprotsesside uurijate jaoks 10-20 meetrit ja kohalike omavalitsuse, põllumajanduse ning ökoloogia puhul sooviti 1-meetrise ruumilise lahutusega andmeid. Tasulisi andmeid valdav enamus kasutusele võtta ei soovinud, samas sooviti täpsemaid, 1m piksliga andmeid. Tasulistest andmetest nimetati näiteks L-band radar, Planet.



Joonis 27. Küsitlusele vastanute soov ESTHub-i äriteenuste koolituse järele.

Alates 2019. aastast on ESTHub-is läbi viidud mitmeid kaugseire rakenduste koolitusi. See vajadus on kasutajatel säilinud ja ESTHub-i andmeportaaali ja arvutuskeskkonna kõrval on lisaks vajadus Satilao koolituste järele (Joonis 27).

Küsitlus kinnitas sisemaist huvi rakendada kaugseiret väga erinevates valdkondades ja ESTHub-i tänaseks valitud suunda, mille elluviimise eesmärkideks on:

- satelliidiandmed laiapõhjalises kasutuses;
- kohalikul tarbija saab kohalikud satelliidiandmed kätte kiirelt, arusaadavalt ja kergesti ligipääsetavalt;
- ekspertkasutajal olemas kohalike andmete pikaajaline arhiiv kiirelt ligipääsetav ja andmetöötluskeskkond mugav kasutada.

4.3. Praegu pakutavate ESTHub-i teenuste paketi võrdlus 2015. aasta eelanalüüsis käsitletud paketi

Eelanalüüsi (PWC 2015) ja praeguseks valitud visiooni põhjal täidab MA kui ESTHub toote omanik ja KEMIT kui IT-teenuse omanik potentsiaalselt järgmisi ülesandeid:

Tabel 7. MA kui ESTHub-i toote omanik ja KEMIT kui IT-teenuse omaniku ülesanded keskuse rajamisel ja praegu.

Ülesanne	ESTHub eelanalüüs	ESTHub 2021	KEMIT	T&A asutused
Lühiajalise arhiivi koopia	x			
Pikaajaline arhiiv	x		1	
Andmejaotus	x	1		
Andmetöötlus	x	1		
Andmete väärindmine		1		
Kalibreerimis- ja valideerimismõõtmised				x
Täiendava geoinformatsiooni hoidmine või liidestamine	x	1		
Satelliitside maajaam				
Ettevõtluse teenused		2		
Ettevõtluse klaster		2		
Andmekasutuse jälgimine	x		3	
Arendustöö ja kvaliteedikontroll	x			
Teenuste analüüs ja disain		1		
Teenuste kvaliteedi monitooring			1	

X – 2015.a. eelanalüüsis püstitatud ülesanne

1 - ESTHub-i prioriteetsed arengusuunad al. 2020. a

2 - Alustatud 2021

3 - Euroopa Komisjoni nõuetest tulenevad kohustused

5. Tulevikuvajadused

5.1. Väljakutsed lähitulevikus

ESTHub-il on oma kõikide kasutajate varustamiseks neile vajalike teenustega vaja esmalt panna toimima automaatselt ja tõrgeteta ühendus ESA Open Access HUB-iga. Aeg-ajalt Euroopa HUB-i poolsed konfiguratsioonide muudatused katkestavad mõneks ajaks ESTHub-i automaatsed tööprotsessid. Kohapealselt on tarvis piisavat taristut majutamaks pikaajalist kuni 20-aastast arhiivi ja levituspinda.

Arendatavate ESTHub-i äriteenuste puhul peavad lahendused olema kasutajasõbraliku funktsionaalsusega ja ka esteetilise graafilise disainiga. Arvestades praegust nappi inimressurssi suudab MA ise aastast disainida ja arendada vaid kuni kaks äriteenust, peamiselt satelliidiandmeid ruumiandmetega väärindades.

Teenuste vaates on ärihuvi suurendada juba järgmise aasta alguses kiiret levituspind praeguselt 20TB-lt >100TB. Pinna kiirus peab jääma samaks praegusega. Tehniline lahendus on teostatav praeguse taristu laiendamisenä. See kasv tagab 10 aasta andmed, ehk 2024 aasta lõpuks toodetud Sentineli satelliidiandmetele on olemas majutus. Hiljutisest kaasavast küsitlustest sai kinnitust kasutajate huvi satelliidiandmete säilitamisele kuni 20 aasta kaugseire andmete osas (vt Joonis 25). Andmete jagamine hinnanguliselt tähtsateks ning vähemtähtsateks on raskendatud, sest eelistades üheliigilisi kaugseire andmeid teisele või loobudes varasematest aastakäikudest loobutakse ka osadest potentsiaalsetest kasutuslugudest.

Lisanduvad äriteenused võiksid olla nii lõppkasutaja teenused kui ka automaatteenused. Äriteenuse sisu ja valmimise järjekord selgub vajaduspõhiselt, aga taristu tagamise mõttes pole selle sisu määrava tähtsusega, kui vaid on täidetud järgmised tingimused:

- vajalik andmetöötlus toimub ESTHub-i arvutuskeskonnas, kuhu ruumiandmed kaasatakse teenusepõhiselt;
- kiire levituspind tagab ESTHub-i äriteenuse kättesaadavuse nii Satilaole kui ka WMS teenusena klientidele;
- täienenud andmeladu tagab satelliidiandmete piisava ajaloo ja kättesaadavuse.

Nii lõppkasutajale suunatud kui ka automaatteenuste puhul on oluline tagada teenuse ülevältpüsimine olenemata kasutajapöördumiste arvust, ilma, et taristu töötamast lakkaks või seisaks kasutusest (st. tagada skaleeruvus⁴). Positiivse näitena võib siin tuua 2021. a kevadel avalikku kasutusse antud satelliidiandmete veebikaarditeenused. Senise praktika põhjal suudab praegune levitusserver neid edukalt vahendada ka 100 000 päringu puhul ööpäevas.

5.1.1. Lõppkasutaja teenuste vajadus

Üheks võimalikuks uueks teenuseks on õlireostuse tuvastamise võimekus rannikumeres/Eesti territoriaalvetes.

Samuti vajavad edendamist (mujal juba praegu osaliselt satelliidiandmetel põhinevad) kliimamuutuste ja nende mõjude tuvastamine kaugseire rakendustest (nt kuumasaarte või rohealade seire linnaplaneerimises). Just kliimamuutustega seotud rakenduste loomine võiks toimuda mitte vaid avaliku sektori lahendustena, aga leida ka võimalusi Eesti teadusasutuste ja erasektori toetamiseks satelliidiandmete kasutajana kliimamuutuste seireks (nt rohepöörde RRF rohetehnoloogiate arenguprogrammis).

Maa-ameti poolt lisanduvate äriteenuste ideede näideteks on Eesti topograafia andmekogu andmehõivet toetavad teenused ja kinnisvara hindamise andmekorrastust toetavad teenused. Näiteks on võimalik kaugseire andmetest piiritleda selgelt eristuvad pindalalised nähtused ning nende asukohad markeeritakse ETAK kaardistamise tarbeks. See on võimalik pidevalt lisanduvate või muutuses olevate objektide (näiteks rannajoon, päikesepargid) asukohtade tuvastamiseks ning nende täpseks kujutamiseks ETAK-is. Andmeteenuste kättesaadavaks tegemine kavandatakse veebilehtede kaudu koos käsurea võimalusega.

Riistvara arvutusvõimsus on täna piisav ning arvutusvõimsust lähimal paaril aastal suurendada pole vaja, kuna ette ei ole näha teenuste massilist teket.

Tarkvara paindlikkuse lisandumine ESTHub-i andmelattu ja töötluskeskkonda on oluline. Praegune tarkvara on ka ekspertkasutajatele keerukas ja arendusmugavuse puudumine viib selleni, et toodete arvutusskriptid koostatakse tarkvaradega, mis ei ühildu ESTHub-iga. Seega selliste mitteühilduvate tarkvaradega töötamiseks on vajalik ehitada omaette taristu, mida peab samuti riik ülal pidama. Projektipõhiste arenduste puhul on IT-maja(de)l kiusatus lahendada taristu vajadusi standardsete lähenemistena pigem kui arvestada ESTHub-i eriaspetsiifiliste nõuetega. ESTHub-ile vajalikke erilahendusi keerukuse tõttu ei prioriseerita.

Erasektori jaoks jätkub Eesti ettevõtetele võimalus ESTHub-i taristul välja töötada teenuse või toote prototüüp ja tellida lühiajaliselt arhiivi satelliidiandmeid väljapool ESTHub-i tavalist andmeala. Erasektori teenuste arendamine sisukamaks ja teenusega seotud toe parandamine on toodud välja ka RITA analüüsi soovitusel, vt Jaotis 2.2.3.

ESTHub-i peamiste lõppkasutajateenuste tulevikuvajadus on järgmine:

a) Maa-ameti Satiladu

(1) Lisandub võimalus andmekorjeks kasutajatelt, et:

- (a) tõsta kodanike teadlikkust kaugseirest;
- (b) tõhustada andmepõhist otsustusprotsessi riigis ja omavalitsustes;
- (c) kalibreerida/valideerida kaugseirealgoritme.

(2) Satilaost saab platvorm Eesti tulevikusatelliitide toodetavate kaugseireandmete majutamiseks ja populariseerimiseks;

(3) Lisanduvad satelliitide Sentinel-1, -5 ja -6 andmed – neile luuakse kasutajate jaoks aktuaalsed temaatilised andmeteenused.

Senise praktika põhjal on levituspinna suurus ca 1/10 toorandmete vajalikust mahust. Sentinel 1 andmete lisandumine Satilattu on kiireloomuline vajadus ja praegusele 20 TB on vaja juurde koheselt samas suurusjärgus levituspinda.

b) Andmeportaal DHuS

- DHuS kõrvale on vaja alternatiivset, kasutajasõbralikumat töölaua tarkvara
- Andmeportaali veebileht täiendada kasutajasõbralikumaks

Tarkvara puhul on alternatiivideks näiteks:

- tarkvaraettevõtte Serco poolt loodud veebilehe tarkvarast kohaliku olusid arvestava versiooni tekitamine, mida saaks oluliselt täiendada vastavalt juba praeguste kasutajate vajadustele;
- olemasolevale veebilehele lisaks mõne muu avatud lähtekoodiga tarkvara paigaldamine, millesse saaks samuti teha jooksvalt täiendusi vastavalt kasutajate ootustele.

Samas tähendaks see spetsiaaltarkvara komponenti, mille arendust tuleks hoida ajakohasena. See toob kaasa täiendava ressursivajaduse KEMITile arendusmeeskonnale. Kaaluda tuleb ka, kuidas aitaks kasutajate vajadusi parandada lisandunud/lisanduvad WMS, WMTS, TMS teenused.

c) Arvutuskeskkond Calvalus

Olemasoleva Calvalus tarkvara puhul on oluline:

- tagada piisav arendusressurss kasutajatele vajalike muudatuste arendamiseks;
- tagada piisav toetugi juba operatiivselt tööle saadud teenuste üleval hoidmiseks;
- uurida võimalusi Calvalus süsteemi tarkvaramuudatuste kompetentsi laiendamiseks;
- jätkata juba alustatud Calvalus süsteemi kasutajakoolitustega;
- tõsta Calvalus veebilehe kasutajamugavust.

Töötlustarkvara keerukus on üks olulisemaid põhjuseid, miks kasutajad ei soovi tooteid arendada ESTHub-is. Olemasolevale Calvalus lahendusele lisaks on vajalik leida, alternatiivne, avatud lähtekoodiga tarkvara – selleks, et pakkuda kasutajale lihtsamat võimalust töödelda satelliidiandmeid ESTHub-is. Teise alternatiivina võib laialdasemalt kasutusele Dockeri tarkvara, mida Calvalus toetab ja lubada selle kaudu mujal ette valmistatud skripte käivitada. Uue tarkvara lisandumisel peavad olema tagatud võimalused ja vahendid täiendada tarkvara vastavalt kasutajate ootustele. Näiteks praegu olemasolevate ja arendatavate teenuste puhul tuleb leida optimaalne lahendus nii metsanduse kui ka ülejutusalade rakendustele võimalus kasutada ESTHub-i arvutusvõimekust

5.1.2. Automaatteenused

a) Veebikaarditeenused

Vastavalt kasutajaskonna nõudlusele lisatakse olemasolevale 8 teenusele juurde uusi praktilist huvi pakkuvaid teenuseid (WMS, WMTS, TMS), eri valdkondade spetsialistide töö hõlbustamiseks.

b) Ruumiandmete valdkonnaga seotud teenused.

Kaugseire ja ruumiandmetega kombineerimise võimalusi on mitmeid. Selle eelduseks on, et ruumiandmed on ESTHub-ile kättesaadavad teenuse vahendusel. Näiteks on ruumiandmete paremaks hõiveks võimalik osa tööd teha ära satelliidiandmetel või metsaga maatehingute osas saada enamus tehinguhetke metsaandmeid automaatselt.

Satelliidiandmed on rasterandmestik, kus igal pikslil on väärtus, ruumiandmetega kombineerimine aitab sarnase väärtusega pikslid piiritleda ja anda tulemuse kas joone punkti või alana. Selline andme kuju on lihtsalt võrreldav kõikide teiste ruumiandmetega ja saadud info on lõppkasutajale kergesti arusaadav.

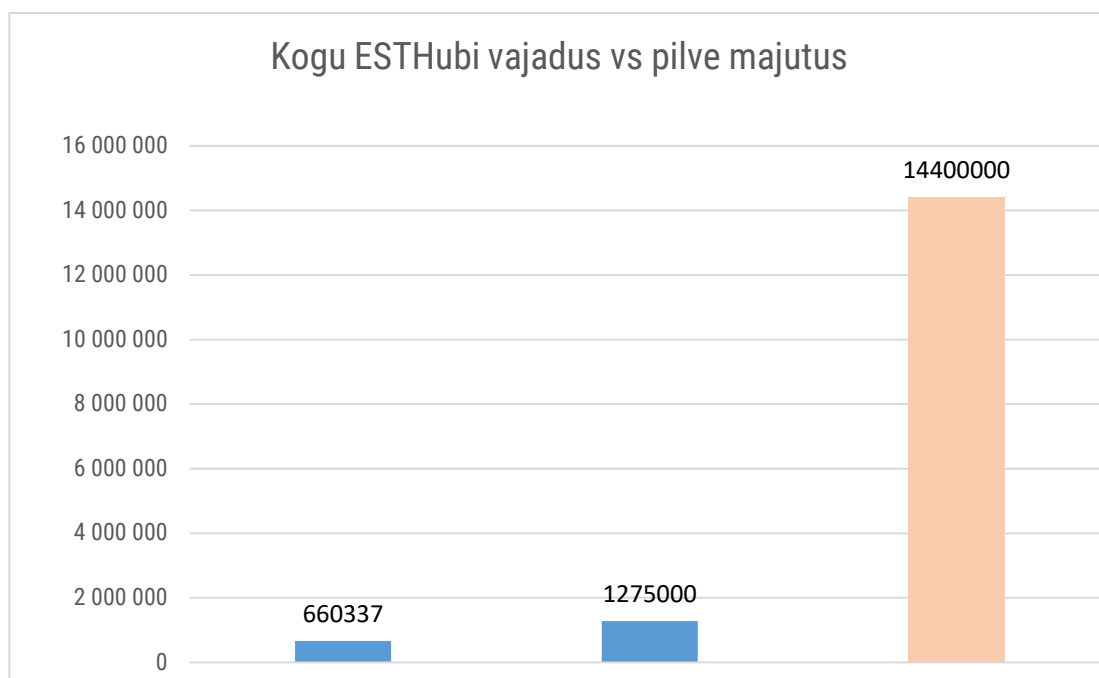
Illustreerivaks näiteks võib tuua metsaga maatehingute teavitusteenuse. Katastri metsakõlvikuna on määratletud ETAK-is kaardistatud metsakõlvik ja seepärast kaasatakse analüüsi ainult sellele alale jäävad satelliidiandmed. Neil aladel raiutud mets on satelliidifotodel selgelt tuvastatav ja piiritletav. Saadud piire võrreldakse metsaregistri metsaeraldiste piiridega, et saada kinnitus leitud andmete õigsusest ja eraldada lahknevused. Alad, kus satelliidifotolt ja metsaregistrist saadud andmed on kooskõlas, lähevad võrdlusesse katastriüksusega ja info jõuab kinnisvaratehingutega tegeleva spetsialisti töölauale juba katastriüksuse kohta piiritletuna. Spetsialist, kes tegeleb KÜ tehingutega sisestab vaid tehingu kuupäev ja ta saab teada, kas mets oli teda huvitaval hetkel raiutud või mitte. Sellistel meetodil jääb alati ka inimtööjõu osakaal oluliseks ca 10 % juhtumitest, aga ressursi kokkuhoid on muljetavaldav. Maa hindamise läbiviimiseks on vaja taolisi tehinguid läbi vaadata tuhandetes. Välja töötatud skripti on võimalik taaskasutada nii mõne teise maastikuelemendiga kui piiriga. Näiteks kohaliku omavalitsuse piiri kasutades saab leida summaarse lageraielankide tekke määratletud ajaperioodil.

Samalaadselt saab lahendada ka teatud ruumikujudega nähtuste ja objektide tuvastamise ja kaardistamise. Näiteks pidevalt rajatavate päikeseparkide asukohtade operatiivne kaardistamine võimaldab ajakohase ülevaate tekkimist taastuenergia tarbimispotentsiaalst.

Nii nagu ortofotodki on ka satelliidiandmed aluseks tehisintellekti mudelite väljatöötamisele, mis on Maa-ameti kui geoinformaatika kompetentsikeskuse üks jooksvatest ülesannetest. Satelliidiandmete puhul on selleks oluline, et tehisintellekti koolituseks vajalikud andmed on pikkade aegridadena.

Sama oluline kui muutuste tuvastamine on ka töötlustulemuse avaandmetena kättesaadavaks tegemine. Satelliidiandmed on küll avaandmed, aga siseriiklikult on olulisemad töötlemisel saadud tooted ja teenused, sest need huvitavad laia avalikkust.

ESTHub-i taristu soetati 2018 aastal ja esimese põlvkonna taristu elukaar saab läbi 2023 aastal. Tuginedes teiste riikide ja ettevõtete kogemusele on ainsaks finantsiliselt mõistlikuks lahenduseks sarnase füüsilise taristu loomine. Oleme kaalunud ka riigipilve majutust, kuid ESTHub-i vajadusi arvestades ei ole see realistlik alternatiiv. Praeguse riistvaraga analoogse jõudluse majutamine riigipilves läheks maksmas 90000-100000+KM ühes kalendrikuus. Taristu arendamise kulud ja füüsilise serveripargiga võrreldava riigipilvelahenduse maksumus 2021 aasta hindades on toodud joonisel 28. Selles võrdluses on praeguse taristu täielik uuendamine majanduslik otstarbekas. Kalkulatsioon ei arvesta arengukavas välja toodud kasvu vajadust.



Joonis 28. ESTHub-i esmase rajamise ja eelseisva taristu uuendamise projekti vahendite vajadus võrreldes riigipilve kuluga samade andmemahutude juures. Aastate 2018-2021 vajadus on toodud koos vahenditega, mida hetkel (oktoober 2021) taotletakse taristule.

Kiireloomuline vajadus on leida vahendid praeguse IT taristu laiendamiseks juba käesoleval aastal, et igapäevaselt lisanduvad satelliidiandmed oleks võimalik majutada ja selliselt tagada 10 aasta satelliidiandmete arhiiv. ESTHub-i taristule on vaja tagada iga-aastaselt rahaliste vahendite olemasolu satelliidiandmete ja -teenuste majutuspindade ja sellega kaasneva taristu kasv. Selle võib tagada projektipõhiselt, mis tähendab, et 2022. aastal tuleb viia läbi ärianalüüs, selleks taotleda vahendid ning ärianalüüsile toetudes ehitada 2023 aasta lõpuks taas projektivahenditest üles ajakohane taristu.

5.2. ESTHub-i tulevikuvajadused

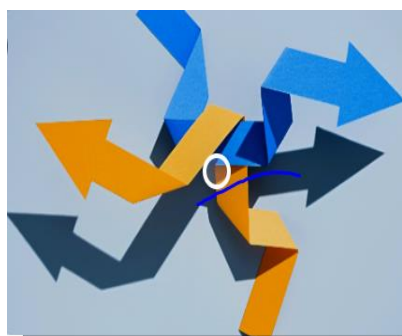
Esitatud ESTHubi arengukava eesmärkide saavutamiseks tuleb viia ellu järgnevad **tegevused aastatel 2022-2028:**

Tegevus 1

Viia teadmine ESTHub-i kasutusvõimalustest ja kaugseire potentsiaalset otsustusringkondadeni ja tagada rahastus.

Hetkeolukord (AsIs)	Eesmärk (ToBe)
Ootus ülevalt alla koordineerivale arengule. - MKM ESTHubi riiklik koordineerija;	Areng alt üles, vajadus- ja teadmispõhiselt

- KeM eelarve tagaja; - Kosmosenõukogul üldsuuniste andja; - Teadus- ja arendusasutused (TA asutused) kaasatud 2 korda aastas; - Ettevõtted kaasatud vajaduspõhiselt.	- Riigi strateegiasse jõuavad kaugseire valdkonnas Nõukogu poolt heakskiidu saanud kaugseire lahendused; - Nõukogu, kuhu on kaasatud TA asutused, riigiasutused ja eraettevõtted määravad kasutajavajaduste põhised ESTHubi suunad ja formuleerib soovitusel arengu; - Kosmosenõukogu arutab nõukogu ettepanekuid; - Tegevus koordineeritud ja rahastus tagatud .
--	--



Otsustusringkondade parem teadlikkus ja riigisisene koordineerimine ennetaks kaugseire valdkonna killustumise Eestis.

Väga oluline roll on Kosmose nõukogul üldsuuniste heaks kiitmisel kui ka MKM-il ESTHubi riikliku koordineerijana. Seda rolli toetama tuleb luua kaugseiret toetav nõuandev kogu, mille kokkukutsumist korraldab ESTHubi omanik Maa-amet.

Nõukogu, milles on esindatud nii teadus- ja arendusasutused kui ka eraettevõtted, üheks funktsiooniks on nii sisuliselt kui vormiliselt (aga ka eelarveliselt) olla ESTHubi nõuandev koda.

ESTHub-i rajamise 2015. a. eelanalüüsis (vt ka Lisa 3) toodi keskusesse majutamise puudusena välja ainusõltuvus Keskkonnaministeeriumi eelarvest. RITA-analüüsis (Lisa 4) toodi välja vajadus koostada jätkusuutlik plaan kaugseire teenuste loomiseks ja planeerida kava elluviimiseks vastav rahastus. Keskkonnaministeerium peab saama piisava eelarve, et tagada keskuse stabiilne rahastamine. ESTHub-i rahalised vajadused aastateks 2022-2028 on toodud Tabelis 8.

Mõõdik	Hetke-olukord	Tulemus	Meetrika selgitus
Nõukogu on loodud	ei	jah	Nõukogu loomine niipea kui võimalik on ESTHubi arengu
riiklikesse strateegiatesse jõudnud kaugseire alaste lahenduste arv	0	3	Riiklikesse strateegiatess/tegevuskavadesse jõudnud kaugseire lahenduste arv ühes aastas.

riiklik rahastuse osakaal	0	100	Arvestatakse aastate kaupa protsendina kolmes kategoorias. Sulgudes on toodud hetkeolukord Investeering 112 000 (tagamata-projektipõhine) Majandamise kulud 127 000 (40 000) Tööjõu kulud 300 000 (98 000)
	31	100	
	33	100	

Tegevus 2

Mehitada keskuse toimimiseks vajalik ESTHub-i meeskond

Hetkeolukord (Asls)	Eesmärk (ToBe)
- Maa-amet 2 kohta, kellest üks ESTHubi koordineerija ja teine töökoht jaotatud erinevate spetsialistide vahel, et katta erinevaid ESTHub-i vajadusi - KEMIT 0,75 töökohta, 0,5 kohta tegeleb ESTHubi administreerimisega ja 0,25 kohta jaotatud erinevate spetsialistide vahel, et katta erinevaid vajadusi.	<u>MA - ESTHub-i koordineerija:</u> Kaugseire valdkonna koordineerimine, rahvusvaheline koostöö teiste HUB-idega, kaugseire kogukonna looja, äriteenuste portfelli haldamine ja laiendamine, kasutajate vajaduste kaardistamine. <u>MA - Süsteemi administraator (äriteenused)</u> ESTHub-i äriteenuste tugi, kasutajate haldus, suhtlemine tehniliste partneritega, äriarenduste teostamine. <u>MA - Kaugseire andmeanalüüs (äriteenused)</u> Äriteenuste analüüsiks vajalik andmeteadus ja teenuste disainimine, andmete haldamine, äriarenduste juhtimine. <u>MA - Kaugseire ärianalüütik (koolitused)</u> Äriteenuste koolitused, kaugseire valdkonna ja ESTHub-i populariseerimine, kasutajafoorumi haldamine, äriarenduste teostamine, kvaliteedikontroll. KEMIT - üks taristu ja projektide kogemusega meeskonnaliige, et tagada infosüsteemi administreerimise ja tehnilise toe võimekuse kasv lisanduvate teenuste/klientide haldamiseks.

Personali praegune väikesearvulisus nii MA-s kui KEMIT-is on arengupiduriks. ESTHubil peab endal olema praktiline kompetents küsimustes, milles kasutajad meilt abi ootavad. Ainult nii on võimalik kasutajasõbralikkust tõsta ja selle läbi tagada teenuste portfelli kasv ning kaasnev tehniline ja andmeteaduse tugi.



Oluline on Maa-ametis eraldiseisva 4-töökohalise ESTHub-i struktuuriüksuse loomine. Tugitegevuste osas (jurist, turundus) on plaanitud toetuda asutusesisesele kompetentsile vajaduspõhiselt ja osakoormusega, nii nagu senini.

Möödik	Hetke- olukord	Tulemus	Meetrika selgitus
Lisatöökohad loodud	ei	jah	2022. aasta eesmärk on luua 4 uut töökohta – üks KEMITisse ja 3 Maa-ametisse
Andmete kättesaadavuse parendamiseks arendatud äriteenuste arv	1	3	Ühes aastas arendatud teenuste arv
Lõppkasutaja jaoks arendatud teenuste arv	1	3	Ühes aastas arendatud teenuste arv
ESTHub-i andmelao kasutajate arv	320	1000	Andmelao kasutajate arv 2028. aastaks
Satilao klikkide arv päevas	10 0000	1 000 000	Praegu külastab satiladu päevas 100 inimest ja summaarne klikkide arv on 10 000, 2028. aastaks on eesmärk see 100-kordistada.
TA ja I koostöö Balti ja Läänemere piirkonna asutustega/ettevõtetega	0	10	Aastaks 2028.

Tegevus 3

Tagada kasutusmugavus ja arendada kõiki ESTHub-i keskkondi kasutajasõbralikumaks

Hetkeolukord (AsIs)	Eesmärk (ToBe)
ESTHub andmeladu – kasutajate poolt hinnatud keerukaks ja soovitud kõrvale alternatiivseid võimalusi.	Andmeportaali kasutamiseks on olemas alternatiivsed lahendused, mis parandab oluliselt kasutajamugavust.
Arvutuskeskkond – arendaja vendor lock, Ruumiandmeteenustele puudub ligipääs otse arvutuskeskkonnas.	Arvutuskeskkond on vendor lockist vabanenud, Lepingulistel klientide jaoks on oluliseks uuenduseks võimalus kasutada asjakohaseid ruumiandmeteenuseid.

Satiladu – huvilisele hea ideede katsetamise taimelava, võimaldab lihtsalt visuaalset andmetöötlust.	Satiladu võimaldab tavakasutajal lihtsalt ja intuiitiivselt tutvuda oluliste valmis toodetud lõppkasutaja teenustega ja samas võimaldab andmekorjet kasutajatelt. Vajaduspõhiselt tehakse kättesaadavaks kasutajatele olulisemate rasterandmete analüüsi tulemused vektorkujul, et lihtsustada andmete taaskasutust.
Andmeportfell:– andmelaos Sentinel1, 2, 3 satilaos Sentinel2	Andmeportfell: andmeladu ja satiladu Sentinel 1,2,3, 5, 6; Landsat 8,9

Kõigi ESTHub-i teenuste kasutamine on paindlik –valitud tarkvaralahendusele on leitud parim võimalik ja kasutajasõbralik lahendus. Tagatud on nii tehniline kui rakenduse siseriiklik tugi ja kättesaadavad on paremad juhendmaterjalid. Kõigi uute ESTHub-i äriteenuste puhul peavad lahendused olema kasutajasõbraliku funktsionaalsusega ja esteetilise graafilise disainiga. Erasektorile mõeldud teenuste arendamine on eriti oluline ja see ei tohi jääda riigi vajaduste varju, et tagada loodetud majanduslik tulu.

Möödik	Hetke-olukord	Tulemus	Meetrika selgitus
ESTHub-i arvutuskeskuse kasutajate arv tõuseb aastas %, tk	0	3%	Arvutuskeskuse kasutamine toimub lepingu alusel Null tasemeks loetakse iga aasta lõpul olnud kasutajate arv (31.12.2021 – xxx)
Olulisemad kasutajalood	ei	jah	Kasutajalood süstematiseeritakse ja avalikustatakse koos teiste ruumiandmetega veebilehel
Kasutajate tagasiside hinne	(-)	75%	Iga-aastane küsitluse positiivse tagasiside osakaal.
avalikust sektorist leitud uute kasutajalugude arv,	0	3	Iga-aastane uute kasutajalugude arv, millega avalik sektor võtab kasutusele ESTHubi
erasektorist kogunenud kasutajalugude arv,	0	3	Iga-aastane uute kasutuslugude arv, millega ESTHub'i andmed või teenused sobituvad ühe elemendina mõnesse töötlusahelasse, millele toetub mingi erasektori poolt pakutav teenus.

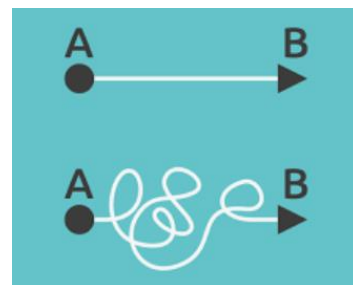
Tegevus 4

Koolitada ja tutvustada ESTHub-i, tekitada võimalus kasutajatel omavahel suhelda.

Hetkeolukord (AsIs)	Eesmärk (ToBe)
Tagatud tugi olemasolevate klientide igapäevastele pöördumistele Tooleping tarkvaratootjaga, kes on süsteemi tutvustamiseks spetsialisti taseme koolitusi läbi viinud. (koolituse hind ca 10 000EUR) Maa-amet on tutvustanud ESTHubi ja Satiladu seminaridel, vebinaridel, infopäevadel.	Klientide tugi on kiirem, sest lisandunud tööjõuga on KEMITil võimekus pakkuda ka küsimustes, mis varem vajasid tarkvara tootja sekkumist. Tarkvara tootja koolitused, on tavapäraselt toolepingu osa ja mõeldud ainult spetsialistidele, kes loovad avaliku või erasektori jaoks Calvalus süsteemile toetuvaid rakendusi. Ülejäänud koolitused viib läbi ESTHub-i meeskond. ESTHub viib läbi aastas 2 korda tutvustusüritust kasutajafoorumina ja leiab võimalusi tutvustada keskust erinevatel infoüritustel. Koolitused on ette valmistatud erinevatele tasemetele: alates esmastest tutvustused koolidele kuni tegelikke lahendusi loovatele tippspetsialistidele.

ESTHub-i koolitused on regulaarsed, sest keskuse mehitamine on toonud kaasa võimekuse ise koolitusi ette valmistada ja läbi viia. Keskuse töötajad on ka ise juurde õppinud, näiteks läbi töötluskeskkonda automaatsete teenuste loomise. Loodud on kasutajate kogukonna platvorm ja selle kaudu saab igaüks kiirelt oma küsimustele vastuse.

Jätkata kasutajafoorumiga ja tuua juba toimivasse võrgustikku juurde näiteks ka haridusasutusi, et muuta kaugseire andmed tavapäraseks juba koolides. Erasektorit tuua ESTHub-i juurde näiteks läbi häkatonide. Kaugseire valdkonna koostöö arendus- ja teadusasutustega teha regulaarseks koostöölepingutega.



Mõõdik	Hetkeolukord	Tulemus	Meetrika selgitus
Kaugseire kogukonna platvorm	ei	jah	Kogukonna platvorm on loodud ja suhtus koordineeritud.

Kasutajakoolituste arv aastas.	1	4	Aastas läbiviidud erinevatele kasutajagruppide koolituste arv
Iga-aastane kasutajafoorum	2	2	Teadus- ja valitsusasutuste koostöö elavdamiseks läbiviidud kasutajafoorum avalikkusele 2 korda aastas (1x eesti keeles 1x inglise keeles)
Avalikest e-teenustest teadlike elanike osakaal 16–74-aastaste elanike hulgas	100	10000	ESTHub-i teenuste kaudu saab iga elanik kiiret teavet oma lähiümbruse keskkonnaseisundist igapäevaselt ESTHub-i teenuseid kasutavate elanike arv

Tegevus 5

Rohepöördele kaasaaitamine

Hetkeolukord (AsIs)	Eesmärk (ToBe)
Loodud on esimesed Green IT-le vastavad teenused, et vähendada vajadust mahukate satelliidiandmete lokaalseks hoiustamiseks	Green IT teenuste kasutamine kasvab jõudsalt ja uued lahendused baseeruvad just sellistel teenustel. Praegu mahukaid allalaadimisi vajavad rakendused võtavad suuna töövoo muutmisele. Perioodi lõpuks on enamus neist muudatuse juurutanud. Rohepöörde mitme valdkonna (keskkond ja ookeanid, põllumajandus) jaoks olulised satelliidiandmed on kaasatud avaliku sektori ning ettevõtluse andmetöötlusahelatesse. Satelliidiandmed aitavad kaasa nii säästliku elukeskkonna säilimisele ja eluviisi omaksvõtmisele ning aitab otsustusringkondadel jõuda süsinikuneutraalsuseni 2050-ks aastaks. Satelliidiandmed aitavad kliimamuutuste vastu kasutatavate meetmete ja strateegiate tõhusust. Keskkonnamuutujate hindajad kasutavad ESTHub-i teenuseid alusandmetena. EAS poolt kaardistatud kaugseire ettevõtete teavitustegevused (otsepostitus).

--	--

ESTHub toetab ettevõtlust rohepöörde läbiviimisel pakkudes ESTHubi green-IT-l põhinevaid teenuseid, ehk teenuseid mis tagavad minimaalse vajaliku andmemahtude liikluse.

Möödik	Hetke- olukord	Tulemus	Meetrika selgitus
ESTHubi abil töötavate rakenduste arv, mis aitavad rohepöördele kaasa	1	10	Tulemus 2028 aastaks
Uue põlvkonna teenustele üle läinud kasutajate osakaal (aastas)	0	10	Praegu allalaadimisele toetuvad kasutajad leiavad lahenduse andmete teenustepõhiseks kasutuseks.
Väike- ja keskmiste ettevõtete (VKE) osakaal, kes kasutavad ESTHub-i teenuseid.	0	80	VKE-d, kel on puutumus kaugseirega on kaardistatud ja toodud ESTHub-i kasutama Tulemus 2028 aastaks
Rohestrateegias kaugseire lahenduste arv	0	5	Rohestrateegia elluviimisele kaasa aitavate kaugseire lahenduste arv Tulemus 2028 aastaks.

Tegevus 6

ESTHub innovatsiooni looja – järgmine ükssarvik on kaugseiraja

Hetkeolukord (AsIs)	Eesmärk (ToBe)
ESTHub on loonud uudsed teenused	ESTHub on koduks prototüüpidele, mis aitavad probleeme lahendada innovatiivselt. Pikaajalise satelliidiandmete arhiivi loomine ja säilitamine, et tagada andmete aegread. Võrdlusandmestikud (ruumiandmed) on olemas ja kättesaadavad. Eelpool nimetatud pikaajaliste ja võrdlusandmete olemasolu avaandmetena

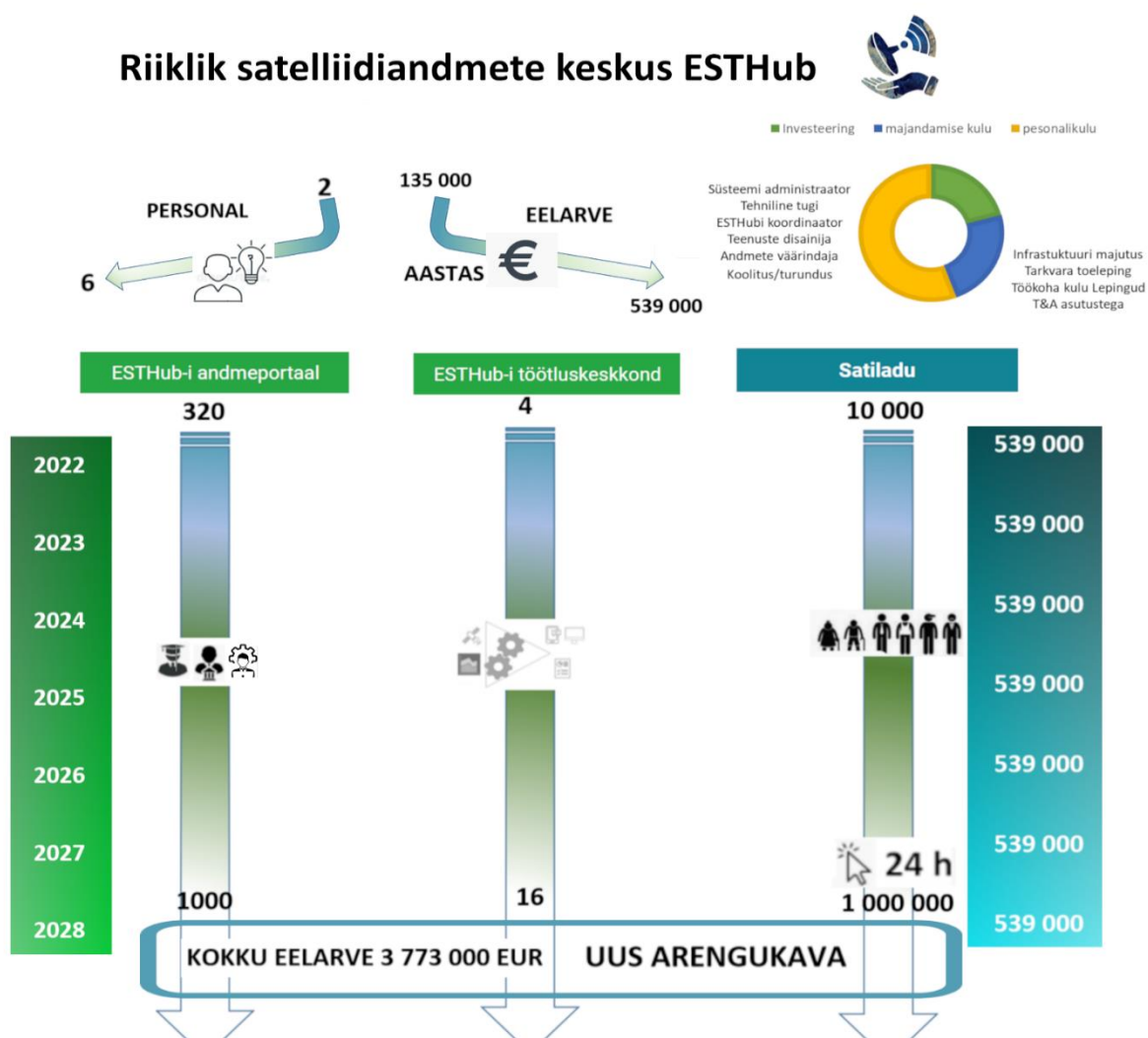
	loob just Eestis pinnase, kus saab toimuda andmeteaduse innovatsioon ESTHubi andmetele üles ehitatud tehisintellekt aitab toota andmeid (N:Eesti topograafia andmekogu)
--	---

Möödik	Hetke- olukord	Tulemus	Meetrika selgitus
Uuele põlvkonna teenustele kasutusele võtnud kasutajate osakaal	10	60	Nii praegused kui lisanduvad kasutajad, kes kasutavad ESTHub-i teenustepõhiseid lahendusi. Tulemus 2028 aastaks
Teadus-, arendusasutuste ja eraettevõtete osakaal, kes prototüübivad ESTHubis	0	40	Asutused ja ettevõtted, kes loovad oma prototüübi ESTHubis. Tulemus 2028 aastaks
ESTHubi teenusteid kasutavate ettevõtete arv	0	16	kaugseire andmeid tarbivate Eesti ettevõtete loodavad uued teenused baseeruvad ESTHubi andmeladudel ja teenustel ESTHubi teenuseid kasutavate Eesti ettevõtete arv
Toimivate sündmusteenuste arv	2	8	kaugseire andmeid kasutavad uued sündmusteenused baseeruvad ESTHubi andmeladudel ja teenustel nt PRIA rohumaad, KAUR jääkaart
Eesti avalikus sektoris kasutuselevõetud tehisintellekti rakenduste arv	4	16	ESTHub-i pika ajalooga andmelaod (Satiladu, DHuS) on aktiivselt kasutusel kaugseire andmetel põhinevate tehisintellekti rakenduste prototüüpimisel ja juurutamisel nt PRIA rohumaad, KAUR jääkaart Üleujutused Metsaseire
Klientide keskmine ajakulu e-teenuse kasutamisel (sekundites)	500 (klassikalised)	0,5 (tuleviku-teenused)	ESTHub-i teenuste kaudu saab iga elanik kiiret teavet oma lähiümbruse keskkonnaseisundist. Tulemus saavutatakse praeguste klassikaliste allalaadimisteenuste väljavahetamisel tulevikuteenuste vastu.tüüpiline ajakulu maa-ala

			ühiku kohta kaugseireandmete saamiseks sekundites
--	--	--	---

ESTHub-i kolme peamise keskkonna puhul soovime me 2028. aastaks jõuda mõõdikutega toodud tasemele (Joonis 29⁵):

- ESTHub-i andmelao kasutajate arv tõuseb praeguselt 320 kasutajalt 1000.
- ESTHub-i töötluskeskkond on kasutusel praeguse 4 keeruka teenuse asemel 16 täis või poolautomaatsel teenusel.
- Satiladu saab päevas praeguse 10 000 asemel 1 000 000 klikki.



Joonis 29. ESTHub-i peamised eesmärgid ja ressursivajadus aastatel 2022-2028.

ESTHub-i rahalised vajadused aastateks 2022-2028 on toodud Tabelis 8.

Tabel 8. ESTHub-i keskuse ühe aasta kulu perioodil 2022-2028.

Investeering		Asutus	kulu ühes aastas
ESTHubi Taristu investeering		KEMIT	112000
vahendid kokku:			112000
Majandamise kulu			
Infrastruktuuri majutus		KEMIT	12000
Tarkvara toeleping		KEMIT	40000
Töökoha kulu		MA/KEMIT	30000
Lepingud T&A asutustega 1000 h aastas		MA	45000
eelarve vahendid kokku:			127000
Tööjõu kulu	koormus		
Süsteemi administraator (infrastruktuur)	1	KEMIT	60000
Tehniline tugi asutustele	0,5	KEMIT	30000
Süsteemi administraator (rakendus)	1	MA	60000
ESTHubi koordinaator	1	MA	60000
Teenuste disainija/ärianalüütik	1	MA	45000
Andmete väärindaja/ärianalüütik	1	MA	45000
Eelarve vahendid kokku:			300000
Aastane kulu kokku			539000

Ühes aastas on ESTHub-i üleval pidamiseks vaja 2022. aastal 539 000 eurot, millest

investeeringu on 112000 EUR

personalikuludeks 300 000 EUR aastas

majandamiskuludeks 127 000 EUR aastas

Arengukavas käsitletud perioodi 2022-2028 kogukulud on inflatsiooni arvestamata ca 4 miljonit eurot, mis siiski võrdluses riigipilve majutamisega on vaid 1/5 selle kuludest (vt joonis 31).

Kokkuvõte

Euroopa Liit on ellu kutsunud kosmoseprogrammi ja teinud selle kaudu Copernicus kaugseire programmi satelliidiandmed avaandmetena kasutatavaks, lootes selle tulemusel lahendada nii riigisiseseid kui riigipiiride üleseid ülesandeid:

- tõhusamalt hallata loodusressursse (maade kasutamine, metsade raie, puude kahjustused, jääolud, põlengud jms);
- prognoosida ja ohjata keskkonnakataastroofe;
- pakkuda mugavamaid avalikke teenuseid;
- ettevõtetele ja riigiametitele oma ressursse nutikamalt rakendada.

Iga riik, kuhu on rajatud satelliidiandmete keskus saab panustada ja luua lahendusi, mis aitavad lahendada probleeme oma asukohamaal. Kuna kohalike HUB-ide puhul on eesmärk, mitte üksteist dubleerida vaid teha koostööd, siis leides nutika lahenduse andmete kasutuseks Eestis aidatakse kogu Euroopat ja võimalik, et ka kogu maailma.

Eestile avanes võimalus kaasa rääkida kosmosevaldkonnas 2015 aastal, mil liitusime Euroopa Kosmoseagentuuriga. Üheks kosmosevaldkonna oluliseks osaks on kaugseire. MA-Riiklikule satelliidiandmete keskusele ESTHub-ile on antud riigi poolt vastutusrikas ülesanne olla kaugseire kogukonna hoidja Eestis.

Eestis toetab kaugseireandmestik nii Eesti2035 eesmärke ja valdkondlike arengukavasid ning teadus-ja arendusasutuste tegevussuundi. Selle tähtsust on kinnitatud valitsuse 2019-2024 tegevusprogrammiga, millega viiakse ellu poliitilisi prioriteete.

Kaugseire satelliidiandmete keskuse visioon -

ESTHub panustab innovatsiooni ja toob satelliidiandmed igapähele koju kätte.

Visiooni elluviimiseks on ESTHub tõestanud oma paindlikkust arengus ning võimaldanud arenguhüpet ja innovatsiooni tekkimist teadusasutustes ja satelliidiandmeid kasutavate ettevõtete poolt.

Alustatud on satelliidiandmete ja ruumiandmete kombineerimist, et ESTHub-i tooted ja teenused oleks veelgi lihtsamalt kasutatavad. Siinkohal on väga suureks abiks ESTHub-i asumine riigi ruumiandmete kompetentsikeskuses, sest just see sünergia võimaldas luua õhinapõhise tegevusena, ilma igasuguste rahaliste vahenditeta praeguseks kõige populaarsema ESTHub-i toote – Satiladu. Lõppkasutajale disainitud mugav teenus, mis tõepoolest toob nii värsked kui ka ajaloolised satelliidiandmed igapähele koju kätte.

Järgmise arengusammu astumiseks on vaja eelkõige riigisisese koostöö paranemist, mis hoiaks ära valdkonna killustumine. Vajalik on taaselustada Kaugseire Nõukogu, misjärel tuleks korraldada regulaarseid kokkusaamisi ESTHubi meeskonnaga. Kaugseire Nõukogu

üheks funktsiooniks võiks nii sisuliselt kui vormiliselt kujuneda ESTHubi nõuandev koda.

Praegu tekib riigisektoris projektipõhiselt väikesemaid ja suuremaid servereid, mis teevad seda tööd, mida ESTHub-i loomisega loodeti ära hoida. Teadus- ja arendusasutused ei ole ekspertkasutajatena ESTHub-i kasutusele võtnud ja mõnede uurimistööde tulemused ei arvesta praeguse taristu eripäradega ja seda põhjusega – ESTHub osustus olevat liiga keerukas. Sama oluline on ka rahvusvaheline koostöö ja panustamine erasektori paremale teenindamisele. Just need on tegevused, millele on majandusliku kasu potentsiaal kõige suurem.

ESTHub-i suundumus satelliidiandmete ja ruumiandmete kompetentsi koostöö ära kasutamiseks läbi andmete on praeguseks kõikide Euroopa HUB-ide peamine väljakutse. Alles satelliidiandmete rikastamine teiste ruumiandmete ja -teenustega annavad tegelikult kasutajatele vajaliku sisu. MA on Eesti suurim ruumiandmete tootja, haldaja, levitaja ning arhiveerija. Seega on ametis kompetents ka vastavasisuliste teenuste loomiseks ning kaugseireandmete väärindamiseks.

Kasutatud allikad

Castriotta A.G ja Volpi F, 2020 - Copernicus Sentinel Data Access Annual report, link
https://scihub.copernicus.eu/twiki/pub/SciHubWebPortal/AnnualReport2020/COPE-SERCO-RP-21-1141_-_Sentinel_Data_Access_Annual_Report_Y2020_final_v2.3.pdf

CGI, 2020, Eesti riikliku satelliidiandmekeskuse ESTHub analüüs, viide
https://datadoi.ee/bitstream/handle/33/307/Lisa_7_%20ESTHUB_%20ANALYYS.pdf?sequence=4&isAllowed=y

Terviktekst on toodud käesoleva kirjutise [Lisas 4](#).

Noorma jt, 2020 - RITA lõpparuanne - Kaugseire andmete kasutuselevõtt avalike teenuste väljatöötamisel ja arendamisel (koostajad: Anu Noorma, Liisi Jakobson, Mait Lang, Tiit Kutser, Tõnu Oja, Rivo Uiboupin, Kaupo Voormansik, Raido Puust, Piia Post, Kalev Sepp, Aive Liibusk), viide

https://datadoi.ee/bitstream/handle/33/310/RITA%20Kaugseire%20Lõpparuanne_avalik%20osa.pdf?sequence=7&isAllowed=y), vt ka <https://datadoi.ee/handle/33/310>

PWC, 2015 - PricewaterhouseCoopers Advisors *Asutuste ülese teenuse analüüs ja kontseptsioon* – Copernicuse satelliitandmete jaotuskeskus. Lõpparuanne.
https://www.mkm.ee/sites/default/files/lopparuanne_asutusteulese_teenuse_analysus_ja_kontseptsioon_1.5.pdf

Terviktekst on toodud käesoleva kirjutise [Lisas 3](#).

Reinart ja Vain, 2016 – Artikkel - Copernicus – Euroopa jälgib Maad, kogumikus Kaugseire Eestis 2016 (lk9), viide

[file:///sise.envir.ee/Kasutajad\\$/MA/47207262793/Downloads/kaugseire_eestis_2016_artiklikogumik_1.pdf](file:///sise.envir.ee/Kasutajad$/MA/47207262793/Downloads/kaugseire_eestis_2016_artiklikogumik_1.pdf)