

creating an
innovative
estonia

innovation studies

Maa kaugseire ja satelliit- navigatsioon – rakendused, kasutusvõimalused ning mõju Eestis

22 | 2013



Eesti tuleviku heaks




Euroopa Liidu
struktuuritoetus



Maa kaugseire ja satelliit- navigatsioon – rakendused, kasutusvõimalused ning mõju Eestis

Invent Baltics OÜ & Regio AS



Tellinud ja korraldanud Ettevõtluse Arendamise Sihtasutus
Läbi viinud Invent Baltics OÜ ja Regio AS
Rahastanud Ettevõtluse Arendamise Sihtasutus Euroopa Liidu Struktuurifondide vahenditest
Disaini autor Kolm Karu
Küljendanud Katrin Leismann

Tallinn, 2013

© Eesti Vabariigi Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium ning Ettevõtluse Arendamise Sihtasutus, 2013

Käesolevat uuringut refereerides on kohustuslik viidata uuringu korraldajale

Täiendav teave on kättesaadav Internetis (<http://www.mkm.ee>)

ISBN 978-9949-9163-6-8 (pdf)

ISSN 1406-7692

Autorid:

Invent Baltics OÜ (IB) on Eesti kapitalil põhinev konsultatsiooniettevõtte, mille missiooniks on aidata klientidel arendada uusi ideid turukõlbliku toote või teenuseni, leida selleks sobivad koostööpartnerid ning pakkuda tuge arendatud toote või teenuse kommertsialiseerimisel ning uutele turgudele sisenemisel. IB konsultantidel on laialdased teadmised ettevõtluse tugi- ja toetuskeemidest, teadustulemuste kommertsialiseerimisest, tehnoloogiasiidest ja intellektuaalse omandi kaitsest. Ettevõtte on üheks Eesti-poolseks partneriks Euroopa suurimas tehnoloogiasiidre võrgustikus Enterprise Europe Network (EEN) ning täidab koostöös Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumiga riikliku kontaktpunkti funktsiooni Euroopa Liidu Konkurentsi ja Innovatsiooni programmi (CIP) Info- ja Kommunikatsiooni-tehnoloogia valdkonnas. Olles 7 tegutsemisaasta jooksul töötanud klientidega enam kui 20 Euroopa riigist, on IB-st kujunenud Läänemere regiooni üks juhtivaid spetsialiste teadus- ja arendustegevuse finantseerimisega seotud Euroopa Liidu programmide valdkonnas.

Alates 2008. aastast on IB olnud aktiivselt tegev kosmosevaldkonna arendamisega Eestis ja teistes Balti riikides. Ettevõtte on olnud mitme Eesti-sisese koostöö- ja teadlikkust tõstva projekti eestvedajaks ja täitjaks, viinud läbi kosmetehnoloogiate lõppkasutajate ja pakujate kaardistamise Eestis, olnud rahvusvaheliste kosmoseemaliste teadusprojektide koordinaatoriks, nõustanud Läti kosmosestrateegia väljatöötamist ning teostanud mitmeid väiksemaid kosmosevaldkonnaga seotud analüüsiprojekte, mille tulemusel on ettevõttele tekkinud Eestis ainulaadne valdkondlik kompetents.

Regio AS on Eesti kapitalil põhinev 90 töötajaga ettevõtte, mille eripära ja tugevus seisneb geograafiliste- ja infotehnoloogiasüsteemide oskuslikus kombineerimises. Regio peamiseks tegevusaladeks on tarkvaraarendus (60%), ruumiandmete töötlemine ja nende põhjal klientide projektide teostamine (30%) ning satelliitseire lahenduste väljatöötamine (10%). Ettevõtte kompetentside unikaalsust Eesti turul väljendab näiteks asjaolu, et tegemist on ainsa Eesti firmaga, mis on arendanud välja mobiiloperaatoritele suunatud keskkihitarkvara, lõppkasutajatele vajalike teenuste ja kaartide täislahenduse.

Regio 2012. aasta käive oli 4,7 miljonit eurot, millest enam kui 60% moodustas eksport – ligi 20 eksporditurust olulisemad on Mehhiko, Argentiina, Pakistan ja Ukraina. Peamiseks eksporttooteks on mobiiloperaatoritele mõeldud mobiilse positsioneerimise tarkvara, mis on tänu koostööpartneritele (sh Ericssonile) kättesaadav rohkem kui 320 miljonile mobiilikasutajale üle maailma.

Alates 2010. aastast on Regio üheks prioriteetseks tegevussuunaks satelliitseire ja satelliidiandmetel baseeruvate lahenduste arendamine. Ettevõtte on DigitalGlobe ja Rapideye satelliidipiltide edasimüüja ning Euroopa Kosmoseagentuuri teadus- ja arendusprojektide üks suuremaid partnereid Baltikumis. Viimaste aastate jooksul on Regio viinud ellu üle kümne kosmotehnoloogia-alase uurimisprojekti, sh töötanud välja mitmed praktiliselt rakendatavad lahendused, nt üle-eestilised maakasutuse ja biomassi kaardid ning satelliidiandmetel baseeruva üleujutuste teavitussüsteemi. Ettevõtte üheks peamiseks eesmärgiks satelliitseire valdkonnas on arendada välja algoritmid, mis võimaldaks hakata pakkuma kõrge lisandväärtusega teenuseid erinevateks infrastruktuuri, keskkonna, metsanduse ja põllumajandusega seotud rakendusteks.

Eessõna

Kosmosetehnoloogia maapealsete rakenduste kolm peamist valdkonda on satelliitnavigatsioon, -kommunikatsioon ja -kaugseire. Eesti kosmosevaldkonna strateegia 2011–2013 rakenduskava kohaselt keskendub Eesti kaugseirele ja satelliitnavigatsioonile.

Euroopa Komisjoni ja Euroopa Kosmoseagentuuri elluviidava Euroopa kosmosepoliitika kaks kõige olulisemat elementi on programmid Copernicus ja Galileo (koos EGNOS-ega), mis on suunatud Euroopa Liidu võimekuse ning sõltumatuse suurendamisele vastavalt satelliitkaugseires ja -navigatsioonis.

Maa kaugseire programm Copernicus on maailmas ainulaadne. Selle erilisus Euroopa Liidu liikmesriikide jaoks tuleneb asjaolust, et kui satelliitnavigatsiooni programm Galileo on osaliselt funktsionaalselt asendatav GPS-i või GLONASS-iga, siis tsiviilotstarbelisel Copernicus programmil sellist funktsionaalset asendust praegu ei ole. Copernicus programmi rakendamine annab seega Euroopale strateegiliste teenuste ja taristu sõltumatuse Maa kaugseires.

Euroopa Liidu kosmoseprogrammid on vajalikud avaliku sektori institutsionaalsete vajaduste rahuldamiseks, kuid ergutavad märkimisväärselt ka majandust ja tööhõivet erinevates tööstusharudes. Näiteks Copernicus programm annab tuge kosmosetehnoloogia maapealsete rakenduste loomiseks, pakkudes lisaks spetsiifilistele tehnoloogiast tulenevatele eelistele ka tasuta ning avatud juurdepääsu teenuste arendamiseks vajalikele andmetele. See tähendab kosmosetehnoloogia maapealsete rakenduste praegustele ja tulevastele pakkujatele olulist kokkuhoidu andmete hankimisel.

Järgnev uuring käsitleb põhjalikult Euroopa Liidu kosmoseprogramme Copernicus, Galileo ja EGNOS ning annab ülevaate nende programmide elluviimisest tulenevatest uutest võimalustest Eesti ettevõtetele, riigiasutustele ja kodanikele. Mitmetes Euroopa riikides, näiteks Saksamaal, Prantsusmaal, Rootsis ja Taanis, kasutatakse satelliidiandmeid laialdaselt nii riigi- kui ka erasektoris. Eestigi peab leidma oma tee Euroopa Liidu kosmoseprogrammidega seotud teenuste ja ettevõtluse arendamiseks.

Eesti kõrge tase ja pikk traditsioon kosmoseteaduses astrofüüsika, kosmoloogia, optilise kaugseire, atmosfäärifüüsika, materjaliteaduse ja tehnoloogia valdkonnas sisendab usku, et suudame Euroopa Liidu kosmoseprogrammid rakendada Eesti inimeste heaolu ja ettevõtluse teenistusse!

Ahti Kuningas
Majandus- ja Kommunikatsiooniministeriumi
majandusarengu asekancler

Sisukord

Eessõna	4
Sissejuhatus	9
Lühiülevaade	10
1 Maa kaugseire programm Copernicus	15
1.1 Copernicus programm 2014–2020	15
1.1.1 Copernicus programmi eelarve 2014–2020	17
1.1.2 Copernicus programmi kosmosekomponent	17
1.1.3 Copernicus programmi andme- ja teabepoliitika	19
1.1.4 Copernicus teenused	20
1.1.5 Copernicus programmi majanduslik mõju Euroopas	22
Copernicus programmi tasuvusanalüüs – Booz & Company uuring (2011)	23
Copernicus programmi majandusliku mõju hinnang – SpaceTec uuring (2012)	24
1.2 Copernicus põhiteenused	27
1.2.1 Copernicus hädaolukordade haldamise teenus	27
Copernicus hädaolukordade haldamise teenuse üldine ülevaade	27
Copernicus hädaolukordade haldamise teenus Eestis	29
1.2.2 Copernicus maaseire põhiteenus	31
1.2.3 Copernicus põhiteenuste rakendamine Eestis	33
1.3 Copernicus lisaväärtusteenused merereostuse tuvastamise teenuse näitel	34
1.3.1 CleanSeaNet teenuse üldine ülevaade	34
1.3.2 CleanSeaNet teenuse majanduslik mõju EL tasandil	35
1.3.3 CleanSeaNet teenuse rakendamine Eestis	37
1.3.4 Satelliitkaugseire rakendamise mõju merereostusega seotud kulude vähenemisele Eestis	39
1.3.5 Copernicus programmi mõju merereostuse ennetusele ja tõrjele Eestis	41
1.3.6 Copernicus lisaväärtusteenuste rakendamine Eestis	41
1.4 Kokkuvõte	43
2 Satelliitnavigatsiooni programmid Galileo ja Egnos	45
2.1 Ülevaade programmide Galileo ja EGNOS teenuste kättesaadavuse staatusest ja potentsiaalsetest rakendusvaldkondadest	45
2.1.1 Programmi Galileo teenuste kättesaadavuse staatus ja potentsiaalsed rakendusvaldkonnad	45
Osutatavad teenused ja nende kättesaadavuse staatus	45
Galileo rakendusvaldkonnad	47
2.1.2 Programmi EGNOS teenuste kättesaadavuse staatus ja potentsiaalsed rakendusvaldkonnad	50
Osutatavad teenused ja nende kättesaadavuse staatus	50
EGNOS-e rakendusvaldkonnad	50
2.2 Programmide Galileo ja EGNOS Eestis rakendamise võimalused	52
2.2.1 Galileo Eestis rakendamise võimalused	52
Galileo teenuste potentsiaalsed sihtgrupid ja rakendamise võimalused Eestis	52
Koostöömudel Galileo rakendamiseks Eestis	53
2.2.2 EGNOS-e Eestis rakendamise võimalused	54
EGNOS-e teenuste potentsiaalsed sihtgrupid ja rakendamise võimalused Eestis	54
EGNOS-e teenuste kättesaadavus ja signaali kvaliteet Eestis	56
Koostöömudel EGNOS rakendamiseks Eestis	56
2.3 Programmide Galileo ja EGNOS rakendamise majanduslik mõju	57
2.3.1 Senised hinnangud Galileo ja EGNOS-e üldise majandusliku mõju suurusele	57
2.3.2 Euroopa Komisjoni poolsed meetmed programmide kasutuselevõtu ja mõju suurendamiseks	59
2.3.3 Galileo rakendamisega seotud potentsiaalne majanduslik mõju Eestile	61
2.3.4 EGNOS-e rakendamisega seotud potentsiaalne majanduslik mõju Eestile	63
Varasemad uuringud EGNOS ohutusteenuse mõjude kohta	63
Hinnang EGNOS-e majanduslikule mõjule Eestis	64
2.4 Kokkuvõte	64
3 Eesti üleriiklik satelliidipiltide andmekogu	66
3.1 Üleriikliku satelliidipiltide andmekogu kontseptsioon	66
3.1.1 Vajadus üleriikliku satelliidipiltide andmekogu järele	66
3.1.2 Üleriikliku satelliidipiltide andmekogu toimimine SACCESS näitel	68
3.1.3 Ülevaade üleriikliku satelliidiantmete andmekogu võimalikest teenustest	70

3.1.4	Satelliidiandmete ühiskasutuse tehnilised ja juriidilised tingimused	70
3.2	Eesti üleriikliku satelliidipiltide andmekogu majanduslik mõju	72
3.2.1	Üleriiklikust satelliidiandmete andmekogust kasu saavad huvigrupid	73
3.2.2	Eesti üleriikliku satelliidipiltide andmekogu võimalik ülesehitus ja arenduskulud	75
3.3	Kokkuvõte	78
4	Satelliitkaugseirel põhinev jääseire	80
4.1	Satelliitkaugseirel põhineva jääseire rakendamise võimalused	80
4.1.1	Jäämurdmise ja -seire korraldus Eestis	80
	Jäämurdetööde korraldus Eestis	80
	Operatiivseks jääseireks kasutatavad tehnilised lahendused	82
4.1.2	Satelliitkaugseire rakendamine jääseireks Soomes ja Rootsis	83
4.1.3	Satelliitkaugseire rakendamise võimalused Eestis	85
4.2	Satelliitkaugseirel põhineva jääseire rakendamise majanduslik mõju	87
4.2.1	Jääseirest saadavad kasud ja jääseire majandusliku tasuvuse varasemad uuringud	87
4.2.2	Hinnangud satelliitkaugseirel põhineva jääseire rakendamise majanduslikule mõjule Eestis	89
4.3	Kokkuvõte	93
5	Kosmosetehnoloogiate rakendused täppisviljeluses	95
5.1	Kosmosetehnoloogiate rakendamise tehnilised võimalused ja majanduslik mõju	95
5.1.1	Satelliitpositsioneerimise rakendamise tehnilised võimalused	95
5.1.2	Satelliitkaugseire rakendamise tehnilised võimalused	97
5.1.3	Satelliitpositsioneerimise tehnoloogiate levik Euroopa põllumajandussektoris	98
5.1.4	Täppisviljeluse kasud: Euroopa kogemus	101
	Satelliitnavigatsiooni (EGNOS) kasutuselevõtu mõju majandusnäitajatele	101
	Satelliitkaugseire rakendamise mõju majandusnäitajatele põllumajandussektoris	102
5.2	Kosmosetehnoloogiate rakendused eesti põllumajanduses	103
5.2.1	Täppisviljeluse väärtusahela osalised Eestis	103
	Põllumajandustootjatest lõppkasutajad	103
	Põllumajandusmasinate ja täppisviljeluse seadmete edasimüüjad	104
	DGPS parandussignaali pakkujad	105
	Täppisviljelusega seotud nõustamisteenuste pakkujad	106
5.2.2	Satelliitpositsioneerimise tehnoloogiate levik ja majanduslik mõju Eesti põllumajanduses	107
5.2.3	Satelliitkaugseire tehnoloogiad Eestis	111
5.3	Kokkuvõte	113
LISA 1	Akronüümid	115
LISA 2	Intervjueeritute nimekiri	119

Joonised

Joonis 1.1	Copernicus (GMES) süsteemi komponendid ja teenused	16
Joonis 1.2	Copernicus lisaväärtusteenuste kontseptsioon	20
Joonis 1.3	SpaceTec uuringus hinnatud majandussektorid ja potentsiaalse mõju hinnangud	25
Joonis 1.4	Maa kaugseire maapealsete teenuste potentsiaalse koguturu väärtuse arvutamise meetoodika	26
Joonis 1.5	Copernicus programmiga seotud lisaväärtusteenuste turupotentsiaal	26
Joonis 1.6	Copernicus programmi mõju tööhõivele	27
Joonis 1.7	EMS komponendid	27
Joonis 1.8	EMS jõudlusparameetrid	28
Joonis 1.9	Läänemere rannikuala üleujutuste hoiatussüsteemi prototüübi arhitektuur	30
Joonis 1.10	Lõppkasutajate ja teenustega seotud nõuete väljaselgitamise protseduur	33
Joonis 1.11	CleanSeaNet peaaegu reaalajas teenusena	35
Joonis 1.12	Merekeskkonna seirele suunatud Copernicus põhi- ja lisaväärtusteenuste väärtusahel	42
Joonis 2.1	Orbiidile saadetud satelliitide arv	48
Joonis 2.2	Galileo rakendusvaldkondade prioritseerimine Euroopa Komisjoni poolt	48
Joonis 2.3	Gloaalne satelliitnavigatsiooniteenuste turg segmentide lõikes perioodil 2010–2020	49
Joonis 2.4	EGNOS EDAS teenus	50
Joonis 2.5	Hinnangud EGNOS-e konkurentsivõimele valdkondade lõikes	51
Joonis 2.6	Galileo PRS teenuse osutamise ahel	53
Joonis 2.7	Turu jälgimise ja ennustamise protsess	58
Joonis 2.8	Turu jälgimise ja ennustamise meetoodika abil arvatud mõjuhinnang	58
Joonis 2.9	GNSS vastuvõtjate ühilduvus erinevate süsteemidega (% vastuvõtjate mudelitest)	59
Joonis 3.1	Satelliidiandmete hankimise „traditsiooniline“ mudel	69
Joonis 3.2	Riikliku andmebaasi roll satelliidiandmete väärtusahelas SACCESS näitel	69
Joonis 3.3	Vaba andmekasutuse poliitika mõju Landsat andmete kasutusaktiivsusele	71
Joonis 4.1	Jäämurdmistööde üldine korraldus Eestis	81
Joonis 4.2	IBNet süsteemi ülesehitus	85
Joonis 4.3	Satelliitkaugseirel baseeruva jääseire toimimise võimalik mudel Eesti jaoks	87
Joonis 4.4	Jääpiiri kaugus sadamatest talve erinevate liikide korral, meremiilides	90
Joonis 4.5	Laevaliiklus sadamate kaudu, I kvartal (vedellastilaevad, puitlastilaevad, konteinerilaevad, segalastilaevad)	92
Joonis 5.1	GNSS seadmete tarned põllumajandussektorile	99
Joonis 5.2	Põllumajanduses paigaldatud GNSS seadmete tarned seadmetüübi järgi ja üldine globaalne levik (%) ning paranditüüpide turuosad Euroopas (2010)	99
Joonis 5.3	GNSS seadmetega varustatud ja mittevarustatud traktorite arv Euroopas	100
Joonis 5.4	EGNOS-e rahalised kasud täppisviljeluses 2010–2030	102
Joonis 5.5	Traktorite müük Eestis võimsusklasside viisi, 2007–2012	108
Joonis 5.6	Kombainide müük Eestis 2008–2012 võimsusklasside viisi	109

Tabelid

Tabel 1.1	Copernicus kosmosekomponent, sh tugimissioonid	18
Tabel 1.2	Sentinel-1 ja Sentinel-2 tehniline kirjeldus	19
Tabel 1.3	Copernicus teenuste arendamisele suunatud teadus-arendusprojektide ja täisteenuste põhimõttelised erinevused	21
Tabel 1.4	Copernicus põhiteenuste võimalik rakendamine	22
Tabel 1.5	Booz & Co (2011) uuringu stsenaariumite ülevaade	23
Tabel 1.6	Copernicus programmi tasuvusanalüüsi peamised võtmevaldkonnad	23
Tabel 1.7	Booz & Company (2011) tasuvusanalüüsi kokkuvõte	24
Tabel 1.8	Metoodika ja andmed prognoosi koostamiseks viies pilootsegmentis	25
Tabel 1.9	Copernicuse maismaaseireteenuste tarnitud ala seisuga 31. märts 2013	32
Tabel 1.10	Esimese põlvkonna CleanSeaNet eelarve 2007–2009	36
Tabel 1.11	Mereseire õhust – HELCOM lepinguriikide andmed (2010)	37
Tabel 1.12	Ülevaade merereostuse kulude simulatsioonidest BalticMaster II projektis	40
Tabel 1.13	Eesti alasid katvate esimese põlvkonna CleanSeaNet satelliidipiltide statistika	40
Tabel 1.14	Copernicus programmiga seotud andmetoodete ja teenuste kasutuselevõttu soodustavad ja pärssivad tegurid Eestis	42
Tabel 2.1	Programmide Galileo ja EGNOS võrdlus	45
Tabel 2.2	Ülevaade Galileo teenustest	46
Tabel 2.3	Galileo infrastruktuuri valmimise ajakava	47
Tabel 2.4	Galileo potentsiaalsed eelised teenuste lõikes	49
Tabel 2.5	EGNOS-e võimalikud rakendusvaldkonnad	51
Tabel 2.6	Galileo teenuste võimalikud sihtgrupid Eestis	52
Tabel 2.7	EGNOS-e teenuste võimalikud sihtgrupid Eestis	54
Tabel 2.8	Eesti lennujaamades kasutatavad maandumissüsteemid	55
Tabel 2.9	Galileo ja EGNOS-e programmide mõjuanalüüside ülevaade	57
Tabel 2.10	Turu jälgimise ja ennustamise metodoloogia poolt arvestatavad kasud	57
Tabel 2.11	Hinnangud Galileo väljaehitamiseks tarvilikele kuludele	59
Tabel 2.12	„Globaalse satelliitnavigatsioonisüsteemi rakendusi käsitleva tegevuskava 2010–2013“ meetmed	60
Tabel 2.13	Perioodiks 2014–2018 kavandatud meetmete esialgne versioon	61
Tabel 2.14	Ühendkuningriigis läbi viidud PRS teenuse tasuvusanalüüsi stsenaariumid	62
Tabel 3.1	Landsat 8 tehniline kirjeldus	67
Tabel 3.2	Satelliidipiltide andmekogu võrdlus Maa-ameti ortofoto baasiga	72
Tabel 3.3	Satelliidipiltide potentsiaalsed kasutusjuhud Eesti näitel	73
Tabel 3.4	Kasud üleriikliku satelliidipiltide andmekogu käivitamisest	74
Tabel 3.5	SACCESS süsteemi tugevused ja puudused	75
Tabel 3.6	RapidEye ja Radarsat-2 tehniline kirjeldus	76
Tabel 3.7	Üleriikliku satelliidipiltide andmekogu käivitamise hinnanguline maksumus ja iga-aastase hoolduse hinnangulised kulud	78
Tabel 4.1	Jääinformatsiooni kasutamisest tulenevate kasude liigid valdkondade lõikes	87
Tabel 4.2	Navigatsiooni ja meretranspordi segmentidele avalduvad otsesed ja kaudsed mõjud	88
Tabel 4.3	Jäämurdmisele kulunud kütusekulu (VTA andmed)	90
Tabel 4.4	Satelliitkaugseirel põhineva jääseire rakendamisest tulenev potentsiaalne kütusesääst erinevate stsenaariumide korral	91
Tabel 4.5	Eesti jäämurdjate poolt teenindatud laevad (VTA andmed)	92
Tabel 4.6	Satelliitkaugseirel põhineva jääseire rakendamisest tulenev potentsiaalne kasu kaubalaevadele erinevate stsenaariumide korral	92
Tabel 4.7	Hinnang operatiivse jääseire rakendamiseks vajalike investeeringute ulatusele	93
Tabel 5.1	(D)GPS parandite täpsused	96
Tabel 5.2	Põllumajandussektoris kasutatavate satelliitpositsioneerimise tehnoloogiate orienteeruvad maksumused	96
Tabel 5.3	Erinevate seireviiside võrdlus	98
Tabel 5.4	EGNOS-e kasutusala	101
Tabel 5.5	Põllumajanduslike majapidamiste jagunemine põllumajandusmaa suurusklasside järgi Eestis	104
Tabel 5.6	Uute traktorite müük Eestis 2012. aastal markide ja võimsusklasside kaupa	107
Tabel 5.7	Uute kombainide müük Eestis 2012. aastal markide ja võimsusklasside kaupa	109

Sissejuhatus

Euroopa Liidu Kosmosepoliitika, mida seni on realiseeritud teaduse ja innovatsiooni raamprogrammide kaudu, on saanud viimastel aastatel väga konkreetse väljundi kahe mahuka programmi (Galileo ja Copernicus) käivitamise ning nende elluviimist garanteerivate rahastamisotsuste näol. Sellest tuleneb ka Eestile võimalus (ja kohustus) saada neist programmidest maksimaalne kasu nii avalikule sektorile, ettevõttele kui ka ühiskonnale tervikuna.

Kosmoseteaduses pikkade traditsioonidega riigina saavutas Eesti 2010. aastal Euroopa Kosmoseagentuuri (ESA) koostööriigi staatus. Koostöö ESA-ga tõi välja vajaduse spetsiaalse kosmosevaldkonna strateegia järele, mis püstitaks kosmosega seotud strateegilistes poliitikavaldkondades arengueesmärgid ja kavandaks kooskõlastatud tegevused nende saavutamiseks. Seda arvestades valmistati ette Eesti kosmosevaldkonna strateegia 2011–2013, mille Vabariigi Valitsus 2011. aasta detsembris heaks kiitis. Strateegias püstitatud eesmärkide saavutamiseks koostati Eesti kosmosevaldkonna strateegia 2011–2013 rakenduskava, mis nägi ette konkreetseid meetmeid rakendamiseks avalikus sektoris, ettevõtluses, teaduses ja hariduses.

Eestil avaneb võimalus saavutada ESA täisliikme staatus 2015. aastal. Seetõttu on lähiaastad Eesti kosmosevaldkonna jaoks kriitilise tähtsusega, kuna just sel perioodil tuleb saavutada ESA-ga liitumiseks vajalik küpsustase ning alustada liitumisläbirääkimisi. Samuti jõuavad ühtse Euroopa kosmosepoliitika raames käivitatud programmid Galileo, EGNOS ja Copernicus aastail 2014–2020 järgmisesse arengufaasi, pakkudes Euroopa Liidu kosmosevaldkonna lisaväärtussektorile võimalusi kvalitatiivselt uuel tasemel teenuste loomiseks.

Globaalsete ja üle-euroopaliste arengute taustal näeb Eesti kosmosestrateegia rakenduskava 2011–2013 ette palju tegevusi, mille eesmärk on konkreetsete projektide käivitamine Eestis ja koostöö rahvusvaheliste organisatsioonidega. Majanduslikult põhjendatud projektide käivitamiseks on aga eelnevalt tarvis viia läbi teostatavus- ja tasuvusuuringud.

Ettevõtluse Arendamise Sihtasutuse (EAS) tellimisel viisid Invent Baltics OÜ ja Regio AS 2013. aasta veebruarist augustini läbi uuringu „Teostatavusuuring Eesti kosmosestrateegia elluviimiseks“, mille eesmärk oli:

- anda majanduslik-statistiline ning tehniline ülevaade erinevate kosmoserakenduste mahust, hetkeolukorrast ning tendidest Eestis käesoleval ajal ja lähitulevikus;
- anda ülevaade EL-i programmide Galileo, EGNOS ja Copernicus rakendamise võimalustest Eestis ning hinnata nimetatud programmide poolt Eestile avalduvate majanduslike mõjude suurust;
- hinnata Eesti kosmosevaldkonna strateegia 2011–2013 rakenduskava raames elluviidavate tegevuste poolt Eesti majandusele avaldatavate mõjude suurust.

Uuring koosnes viiest osast, mille lühikokkuvõtteid on esitatud käesolevas raportis. Kaks esimest osa keskenduvad Eesti kosmosestrateegia rakenduskavas esitatud kriitilise tähtsusega üle-euroopalistele initsiatiividele – Maa kaugseire programmile Copernicus ning satelliitnavigatsiooni programmidele Galileo ja EGNOS, andes põhjaliku ülevaate programmide ülesehitusest, toimimise loogikast, seotud lisaväärtusteenustest ning rakendamise võimalustest Eestis. Järgnevad kolm alapeatükki keskenduvad nimetatud kosmoseprogrammide konkreetsetele, Eesti kosmosestrateegia rakenduskavas 2011–2013 nimetatud rakendusvõimalustele – satelliidipiltide riikliku andmebaasi loomine, jääseire ja täppispõllumajandus, kirjeldades rakenduste juurutamiseks vajalikke koostöömudeleid ning hinnates kosmoserakenduste majanduslikke mõjusid Eesti riigile ja ettevõtlussektorile. Kõikide alapeatükkide lõpus on esitatud soovitud kosmosepoliitika meetmed, mis tagaksid Euroopa Liidu kosmoseprogrammide kuluefektiivse rakendamise Eestis.

Uurimisülesannete täitmiseks viidi läbi 48 pikemat intervjuud nii Eestis kui välisriikides (avaliku sektori asutuste esindajate, Euroopa Komisjoni ja agentuuride ametnikega ning ekspertidega era- ja akadeemilisest sektorist), osaleti mitmel kõrgetasemelisel kosmosevaldkonna foorumil (nt *European Association of Remote Sensing Companies General Assembly*, *Workshop on the applications of EU satellite navigation programmes*) ning koguti andmeid teisestest allikatest (sh EL-i institutsioonide ja ESA ametlikud väljaanded ja dokumendid, Eesti valitsusasutuste ametlikud dokumendid, ettekanded mitmesugustel konverentsidel, Euroopa Komisjoni tellitud tasuvusanalüüsid ja teostatavusuuringud, Eesti kosmosevaldkonna uuringud, asutuste ja ettevõtete internetileheküljed, statistikaraportid, ettevõtete aruanded, teaduskirjanduse andmebaasid).

Raport on koondanud kasuliku infomaterjali ettevõtjatele, poliitikakujundajatele, avaliku sektori ametnikele ja valdkonna teadlastele, aga ka kõigile kosmosetehnoloogiate maapealsete rakenduste kasutajatele, sest nende rakendusteta ei saa tõhusalt toimivat ühiskonda enam ette kujutada.

Lühiülevaade

Maa kaugseire programm Copernicus

Copernicus on EL-i Maa kaugseire programm, mis koosneb kolmest komponendist: 1) olemasolev ja kavandatav Euroopa kosmosetaristu; 2) kohapealsed sensorid; 3) Kuude põhivaldkonda jagunevad teenused: atmosfääriseire, kliimamuutuste ja -mõjurite seire kliimamuutuste leevendamise ja kohanemispoliitika kujundamiseks, maismaaseire, hädaolukordade juhtimine, merekeskkonna seire ja julgeolek. Copernicuse kosmosekomponent hõlmab kahte tüüpi satelliidimissioone: 1) spetsiaalsed viis Sentinel missiooni; 2) ESA enda, liikmesriikide, EUMETSAT-i, rahvusvahelised ja kommertsmissioonid, mida nimetatakse ka Copernicuse tugimissioonideks. Euroopa Komisjon rahastab Copernicus programmi 2014.–2020. aastani 3,786 miljardi euro ulatuses, mis on suures osas suunatud kosmosekomponendi väljaarendamisele.

Copernicus programmi teenustest rääkides eristatakse **põhiteenuseid ja lisaväärtusteenuseid**. Copernicus põhiteenused pakuvad standardiseeritud ja mitmeks otstarbeks sobivaid töödeldud andmetooteid ja -teavet, mis on kasutatavad erinevates EL-i poliitikatega haakuvates rakendusvaldkondades. Kokku kuuest Copernicus põhiteenusest on 2012. aastal käivitunud kaks: hädaolukordade juhtimise teenus ja maismaaseire teenus. Need täistoimivad teenused on Eestis aktiivseks kasutamiseks kas liiga madala resolutsiooniga (maismaaseire teenus) või ei ole peamised kasutusjuhud vastavuses Eesti tegelike vajadustega sisejulgeoleku tagamiseks ja riiklikele hädaolukordadele reageerimisel (hädaolukordade juhtimise teenus). Copernicuse põhiteenuseid arendatakse edasi ning peatselt täistoimiv merekeskkonna seire põhiteenus peaks andma olulist sisendinformatsiooni Eestis juba arendatud ja ka tulevikus arendatavatele merega seotud lisaväärtusteenustele.

Kohalike, piiriüleste või regionaalsete teabevajaduste rahuldamisele suunatud Copernicuse põhiteenustega seotud **lisaväärtusteenustest** on Eestis riigisektoris pidevasse kasutusse jõudnud vaid Euroopas arendatud ning rannikuriikides juurutatud CleanSeaNet teenus. Kohalike ja regionaalsete vajaduste rahuldamisele suunatud Maa kaugseire lisaväärtusteenuseid on Eestis arendanud nii akadeemiline kui ka erasektor, rahastades arendustöid projektipõhiselt erinevatest EL-i või ESA piiriülest koostööd ning teadus- ja arendustegevust toetavatest programmidest. Arendatud teenuste praktilist kasutust on pärssinud riigisektori madal huvi ja teenuste pidevaks kasutamiseks vajalike satelliidipiltide kõrge hind.

Lisaväärtusteenuste arendamisel loob uusi võimalusi **Copernicuse andme- ja teabepoliitika** rakendamine. Copernicus programmi kosmosekomponendi toodetavad toorandmed tehakse tasuta kättesaadavaks EL-i kodanikele, valitsusasutustele ja ettevõtetele, kuid andmete allalaadimine andmekeskustest ning andmete edasine töötlemine teenuste pakkumiseks tuleb korraldada huvitatud osapooltel endil. Sentinel maajaamadega liidestamine, andmete esmane töötlus ja arhiveerimine on kulukas, kuid turuosaliste ühistegevuse tulemusena oleks saavutatav märkimisväärne andmetöötlemise kuluvate ressursside kokkuhoid, seda ainuüksi satelliidiantmetete Eestis kasutatavasse L-EST projektsiooni teisendamisel. Eesti riik saaks ergutada ühistegevust üleriikliku satelliidipiltide andmekogu loomise ja arendamise kaudu.

Copernicus lisaväärtusteenuste arendamiseks või juba EL-i erinevatest programmidest rahastatud lisaväärtusteenuste prototüüpide edasiarendamiseks on Eestis vaja **kaalutletud rahastamisstrateegiat**, kuid ka paremat organisatsioonilist valmisolekut teenuste juurutamiseks, mis omakorda eeldab **teadlikkuse tõstmist riigisektoris**. Seotud osapoolte paljususe tõttu on vaja koostada **Eesti kosmosepoliitika 2014–2020** ja töötada välja selle rakenduskava, mis tagaks koordineeritud ning kuluefektiivse tegevuse Copernicuse teenuste arendamisel ja juurutamisel.

Eesti kosmosepoliitika 2014–2020 koostamise keskne ülesanne on luua eeldused Eesti eduka teadusvaldkonna tulemuste rakendamiseks ning kodumaise ettevõtluse arenguks.

Samuti on Eesti kosmosepoliitika eesmärgiks anda suunised esindajate määramiseks Copernicus otsustuskoogudesse, et tagada Copernicuse põhi- ja lisaväärtusteenuste arendamisega seotud teabe jõudmine huvitatud osapoolteni Eestis.

Eesti kosmosepoliitika väljatöötamise kaasatakse eksperte Keskkonnaministeeriumist ja selle allasutustest (Maa-amet, Keskkonnainspeksioon), Põllumajandusministeeriumist ja PRIA-st, Haridus- ja Teadusministeeriumi haldusalast (sh Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituut, Tartu Observatoorium, Tallinna Tehnikaülikooli Meresüsteemide Instituut), Eesti Kosmosebüroost ja selle koordineeritavast Kaugseire nõukojast.

Satelliitnavigatsiooni programmid Galileo ja Egnos

Galileo on Euroopa Liidu arendatav satelliitnavigatsioonisüsteem, kuhu kuuluvate satelliitide poolt väljasaadetavad signaalid võimaldavad vastavat kiipi sisaldaval vastuvõtjal välja arvutada oma asukoha (kavandatult täpsusega 4 m), kiiruse ja suuna. Süsteemi esialgne operatiivsus kavatakse saavutada aastaks 2015, mil orbiidil peaks olema 18 satelliiti (hetkel 4), ning täistoimivus aastaks 2020, mil orbiidil peaksid olema kõik kavandatud satelliidid (30). Programmi plaanipäraseks elluviimiseks vajalikud finantsvahendid summas 6,3 miljardit eurot on eraldatud EL-i järgmisest mitme-aastasest finantsraamistikust (2014–2020).

Galileo teenusteportfelli kuulub **5 teenust**: avatud teenus, kommertsteenuse, avalik reguleeritud teenus (PRS), otsingu- ja päästeteenus ning terviklikkuse jälgimise teenus. Kõige olulisemad rakendusvaldkonnad on Euroopa Komisjoni hinnangul isiklike käsiseadmete ja mobiiltelefonidega seotud rakendused, maanteetranspordi, lennunduse, merenduse ja kalanduse, täppisviljeluse ja keskkonnakaitse ning tsiviilkaitse ja jälgimise teenused. Peamised võimalused Galileo programmi rakendamiseks Eestis on seotud autoriseeritud kasutajatele suunatud kõrgendatud töökindlusega PRS teenusega, mille potentsiaalsed kasutajad Eestis on Päästeamet ning Politsei- ja Piirivalveamet.

Iga liikmesriik, kes soovib PRS teenust kasutada, peab määrama teenuse autoriseeritud kasutajad ja kompetentse PRS võimuorgani (*Competent PRS Authority*), kelle ülesanne on jagada ligipääsuõigusi ning valida PRS vastuvõtuseadmete tootjad. Samas pole taoliste funktsioonidega võimuorgani loomine kohustuslik, kuna soovi korral võib teenuse osutamise teistest riikidest sisse osta. Seega peaks PRS teenusest tulenevate võimaluste ärakasutamiseks Eesti igal juhul **määrama PRS kontaktpunkti** (vastavalt Euroopa Parlamendi otsusele hiljemalt 6. novembril 2013. a) ning teostama esimeste PRS pilootprojektide järel **täiendava analüüsi kompetentse PRS võimuorgani ja PRS infrastruktuuri loomise tasuvuse kohta**, kui on selgunud lõppkasutajatelt nõutavate investeeringute suurused jne.

EGNOS on Euroopa satelliidipõhine tugisüsteem, mis parandab positsioneerimise täpsust satelliitnavigatsioonisüsteemide (Galileo, GPS) kattealas (täpsusega kuni 1 m). EGNOS on täistoimiv, pakkudes hetkel kolme navigatsiooni- ja asukohamääramise teenust: avatud teenus, ohutusteenus ja kommertsteenuse.

Euroopa senine kogemus näitab, et võrreldes teiste tehnoloogiatega on EGNOS-e konkurentsivõime kõige suurem lennunduses, täppis põllumajanduses ja transpordisektoris. Lennundus on ainus valdkond, millele on välja arendatud ja rakendatud EGNOS ohutusteenuse nõuded ning sertifitseerimise ja autoriseerimise protseduurid. Täppis põllumajanduses ja transpordis kasutatakse EGNOS avatud teenust. Ka Eestis saab EGNOS-e teenuste peamiste sihtgruppidega välja tuua just põllumajandustootjad ja lennundussektori.

Esialgne hinnang EGNOS ohutusteenuse rakendamise otstarbekusele ja tasuvusele Eesti **lennunduses** on antud projekti SHERPA raames. Projekti käigus läbiviidud tasuvusanalüüsis jõuti tulemuseni, et EGNOS ohutusteenuse rakendamisel oleks seotud investeeringute sisemine tulumäär (IRR) madal, mistõttu EGNOS ohutusteenuse juurutamine hetkel Eestis märkimisväärset otsest majanduslikku mõju ei omaks, kuid teenuse juurutamisel paraneks oluliselt turvalisus. EGNOS ohutusteenuse juurutamise erinevaid aspekte käsitlev Eesti rahvuslik PBN (*Performance-based Navigation*) rakendusplaan valmib eeldatavalt 2013. aasta lõpuks.

Sarnaselt muu EL-iga on EGNOS ka Eesti **põllumajandussektoris** enim kasutatud satelliitnavigatsiooni platvorm. EGNOS-e avatud teenuse põllumajandussektoris rakendamise majanduslik mõju võib Eestis kulude kokkuhoiuna ulatuda 0,8 miljoni euroni aastas.

EGNOS-ega seotud võimaluste täielikumaks kasutamiseks peaks Eesti **toetama kõiki initsiatiive, mis on suunatud EGNOS signaali kättesaadavuse parendamisele Ida-Euroopas**, kuna EGNOS-e signaali mõõtmised Eesti territooriumil on näidanud, et nt Tartu lennujaam Eesti idapoolseima lennuväljana asub EGNOS-e signaali piisavuse piiril.

Eesti üleriiklik satelliidipiltide andmekogu

Satelliidiandmete hankimiseks kasutatakse Eestis peamiselt **kolme erinevat võimalust**:

- Euroopa Komisjoni ja EL-i agentuuride finantseeritud satelliidiandmete kasutamine (nt PRIA poolt või CleanSeaNet teenuse raames);
- vabakasutusse antud andmekogude kasutamine tööprotsessis või uurimistöös;
- satelliidiandmete ostmise turutingimustel.

Eestis seni levinud andmete soetamise viisid ei võimalda satelliidiandmete riskasutamist, sest satelliidiandmete hankija saab vaid ainukasutaja („*single use*“) kasutusõiguse, mis tähendab, et (arhiiv)andmete kasutamiseks kolmandate osapoolte poolt tuleb satelliidiandmete tarnijaga sõlmida uus kokkulepe. Käesoleva uuringu raames läbi viidud potentsiaalsete lõppkasutajate analüüs näitas, et erinevates majandusharudes esineb võrdlemisi palju sarnaseid kasutusjuhte. Näiteks looks kõrglahutusega multispektraalsete satelliidipiltide riskasutamine lõppkasutajatele eri sektorites (infrastruktuuri haldajad, metsandus) olulist lisaväärtust, kuid see kasutuspotentsiaal on siamaani jäänud erinevatel põhjustel avamata.

Majanduslikult otstarbekas oleks algandmete soetamine litsentsitingimustega, mis võimaldaks andmete riskasutamist nii riigi- kui ka erasektoris. Rootsi kogemuse põhjal võib väita, et kui sama andmekogu kasutab kolm lõppkasutajat, siis oleks kõigi lõppkasutajate omavahelise koostöö korral satelliidiandmete mitme kasutaja („*multi use*“) litsentsi soetamisel kulukokkuvõtteid kõigile lõppkasutajatele 1/3 võrreldes ainukasutaja litsentsi maksumusega, sest mitme kasutaja litsents on üldjuhul vaid kaks korda kallim kui ainukasutaja litsents.

Rootsi SACCESS satelliidiandmekogu kogemuse alusel võib öelda, et satelliidiandmete kasutamise hoogustamise kõige efektiivsemaks mooduseks on **keskse üleriikliku satelliidipiltide andmekogu loomine**, mis võimaldaks läbi veebiportaali pakkuda erinevaid satelliidiandmeid tasuta kasutamiseks nii riigi- kui ka eraettevõtetele. SACCESS andmekogu eeskujul tuleks luua Eesti üleriiklik satelliidipiltide andmekogu, millel oleks kaks peamist ülesannet – aidata kaasa andmete riskasutamise potentsiaali avamisele ning teha Eesti lõppkasutajatele kuluefektiivselt kättesaadavaks Copernicus andme- ja teabepoliitika tulemusena vabakasutusse antavad satelliidiandmed.

Andmekoguga seotud teenused (näiteks andmeformaaside ühtlustamine, satelliidipiltide mosaiikimine, töödeldud andmete publitseerimine) võimaldavad märkimisväärselt vähendada erinevate turuosaliste kogukulusid andmete liikumise ja andmetöötluse korraldamisele, hõlbustades lisaväärtusteenuste arendamist, lühendades arendustsükli ja maandades seotud äririske. Üleriikliku satelliidipiltide andmekogu loomisega antakse laiemale huviliste ringile võimalus lisaväärtusteenuste arendamiseks. Eesti üleriiklik satelliidipiltide andmekogu oleks vastavuses Euroopa Komisjoni lõppkasutajate kaasamisele suunatud poliitikatega.

Kuna Copernicus programmi kosmosekomponendi (st esialgu Sentinel-1 satelliidi) toodetavad toorandmed tehakse praeguse ajakava kohaselt EL-i liikmesriikidele tasuta kättesaadavaks 2014. a teisel poolaastal, oleks üleriikliku satelliidipiltide andmekogu käivitamine Copernicus programmi rakendamiseks vajalik juba 2014.–2015. aastatel. Eestis on protsessi vaja kaasata võtmeministeeriumitena Keskkonnaministeerium (Maa-amet), Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, Siseministeerium ja Põllumajandusministeerium, et riiklikul tasandil kokku leppida huvid üleriikliku satelliidi andmekogu loomiseks.

Üleriikliku satelliidipiltide andmekogu loomine stimuleeriks mitmete olulise majandusliku mõjuga teenuste arendamist – nt tehisvaradari andmetel põhinev jääseire teenus jäämurdjatele, üleujutuste operatiivteavituse teenus rannikualadel või mitmesugused rakendused metsanduses. Teostatavus- ja tasuvusanalüüs näitab, et sedalaadi Maa kaugseire teenuste juurutamisel saavutaksid turuosalisel transpordi, tööstuse ning keskkonna valdkonnas kulude kokkuvõtte suuruse järgi 1 miljon eurot aastas.

Satelliitkaugseirel põhineva jääseire rakendamise võimalused

Maailmas on vaid 19 riiki, millel on riiklikud jääteenistused. Neist ühed eesrindlikumad ning jäämurdmise masstaapide ja jääolude poolest Eestiga võrreldavad riigid on Soome ja Rootsi, kus jäämurdmise süsteemide keskne komponent on alates 1996. aastast kasutatav IBNet tarkvara. See pakub jäämurdjate kaptenitele operatiivset infot jää seisundi kohta, kasutades selleks sisendina satelliidipilte (Radarsat-2, võimalusel ka Sentinel-1), ilma- ja jääprognoose, samuti infot laevaliikluse kohta reaajajas.

Kuigi Veeteede Amet on omandanud IBNet tarkvara litsentsid ka Eestis kasutamiseks, ei ole jäämurdjate kaptenitel ligipääsu pidevalt uuenevatele satelliidiandmetele, mistõttu jäämurdjate kaptenid IBNet tarkvara operatiivsete otsuste tegemiseks kasutada ei saa. Seetõttu teevad Eesti jäämurdjate kaptenid oma otsused endiselt varasema kogemuse, visuaalse vaatluse ning mitte-operatiivse jääinfo (Tartu Observatooriumi ilmakaart, Soome ja Rootsi jääkaardid) põhjal. Selle tulemusena **jääb aga realiseerimata potentsiaalne kulude kokkuvõtte**. Rootsi Mereadministratsiooni jäämurdeteenistuse uuringute järgi aitab satelliitkaugseire kasutamine jääseireks vähendada kütusekulu 10–15%, jäämurdja Tarmo kapteni hinnangul võib see ulatuda 30–40%-ni ning Copernicuse programmi erinevates dokumentides on potentsiaalse säästu suurusena välja toodud isegi kuni 50%.

Tulenevalt juba tehtud investeeringutest ning jätkuvast lõimumisest Soome ja Rootsi jäämurde-süsteemidega, seisneb peamine võimalus satelliitkaugseire rakendamiseks Eestis eelkõige IBNet süsteemi intensiivsemas kasutamises ja selle võimaluste täielikus rakendamises, milleks tuleks hankida IBNet tarkvarasse pidevalt uuenevad tehisavaradarite (Radarsat-2, Sentinel-1) pildid.

Skandinaavia riikide kogemuse ja esialgsete tasuvusarvutuste põhjal on **operatiivse jääseire arendamine lühikese tasuvusajaga investeering**. Arvestades operatiivse jääseire rakendamiseks vajalike investeeringute hinnangulist suurust Eestis (alginvesteering 170 000 eurot, millele lisandub iga-aastane kulu 30 000 kuni 60 000 eurot), oleks investeerimine majanduslikult kindlasti põhjendatud juba juhul, kui kõik Eesti talved oleksid pikaajalises plaanis „keskmised“ (möödukas talv Pärnu lahel, pehme talv Soome lahel) ning saavutatav kütusekulu vähenemine ulatuks 20%-ni (276 000 euron). Kuna aga Eestis esineb ka möödukaid (nt 2010./2011. a) ja külmasid talvesid (nt 2002./2003. a), mil jäämurdmise ressurss muutub eriti nõutuks ning kütusekulu tõuseb kordades, siis võib osutada, et nt 20% kütusesäästu korral tasub kogu investeering ennast kordades ära ka vaid ühe külma talve jooksul (nt 2002./2003. aasta talvega sarnasel talvel ulatuks 20% kütusesääst 2 160 000 euron ning juba 5% kütusesääst 540 000 euron). Lisaks näitab hinnang kaubalaevade poolt potentsiaalselt saavutatavale kulusäästule (möödukal talvel suurusjärgus 0,5–1,5 miljonit eurot), et operatiivse jääseire rakendamisest tulenevad kolmandatele osapooltele avalduvad kaudsed kasud võivad olla isegi suuremad kui otsesed kasud riigile jäämurdjate kütusekulu kokkuhoiuna.

Operatiivse jääseirega seotud potentsiaali võimalikult kiireks realiseerimiseks tuleks juba 2013.–2014. a jäämurdehoojaks luua ajutise lahendusena Landsat satelliidipiltide tarneahel, millega tagataks pilvevaba ilma korral jäämurdjate kaptenitele satelliidipilt IBNet tarkvaras. Tehisavaradari piltide (Radarsat-2 ja/või Sentinel) hankimiseks IBNet süsteemi on kaks võimalust – kas hankida need soomlastelt või luua Eestis kohalik satelliidiandmete töötlemise taristu. **Parima lahenduse leidmiseks tuleks võtta hinnapakumised mõlema variandi kohta ning hinnata satelliidiandmete riskkasutusest tulenevat potentsiaalset kasu** (maanteede lumeseire, siseveekogude jäätumine, jne). Kuigi piltide soetamine IBNet süsteemi koos Rootsi ja Soomega oleks teoreetiliselt võimalik, ei toetaks taoline lahendus Eesti riikliku satelliidipiltide andmebaasi loomist ja operatiivse kaugseireinfo laiemat jagamist (piirivalvele, kaitsevæele, looduskaitsetele jne). Samal põhjusel tuleks ka satelliidipiltide töötlus teha Eestis, mis oleks suure tõenäosusega rahaliseltki soodsam. Satelliitkaugseirel põhineva jääseire võimalikult kiireks ja efektiivseks rakendamiseks tuleks **koostada konkreetne tegevusplaan ning määrata selle teostamiseks kindlad finantseerimisallikad**.

Kosmosetehnoloogiate rakendused täppisviljeluses

Satelliitpositsioneerimine on esmane ja olulisim täppisviljeluse tehnoloogiatest. Euroopas on enim levinud tasuta EGNOS parandussignaali täpsusega 0,3–1 m, mida kasutab ligikaudu 2/3 satelliit-navigatsiooni tehnoloogiad rakendavatest põllumajandustootjatest EL-is. EGNOS signaali kasutamine võimaldab Euroopa põllumajandustootjatel hinnanguliselt kokku hoida kuni 7% tegevuskuludest tänu aja-, kütuse- ning masinakulude kokkuhoiule. Arenenumatesse satelliitpositsioneerimise tehnoloogiatesse (DGPS, RTK) investeerimine võimaldab põllumajandustootjal efektiivselt kasutusele võtta automaatroolisüsteemid, mis aitavad hoida masinat iseseisvalt ettenähtud töökäigul.

Ekspert hinnangute kohaselt on Eesti põllumajandustootjad soetanud viimase kümnendi jooksul kokku 500–600 GNSS vastuvõtjat. Sarnaselt ülejäänud EL-iga on ka Eestis enim soetatud EGNOS vastuvõtjaid, kuna need on suhteliselt odavad ja EGNOS signaal on lõpp-kasutajatele tasuta. EGNOS vastuvõtjate orienteeruv turuosa Eestis on 65–80% (müüdnud ühikute järgi). RTK signaali kasutab Eesti põllumajandussektoris hinnanguliselt ligi 20 majapidamist. Satelliitnavigatsiooni rakendamisest tuleneva kokkuhoiu täpsemaks kindlaksteigmiseks vajalikke kuluarvestussüsteeme Eesti põllumajandustootjad ei rakenda.

Arenenumatesse satelliitpositsioneerimise tehnoloogiatesse investeerimist pärsib Eestis tehnoloogiate kulukus nii ühekordse investeeringukulu (vastuvõtja maksumus, mis on RTK parandite puhul isegi 12 000 eurot kuni 16 000 eurot) kui ka pideva, iga-aastase eksploatatsioonikulu osas (litsentsitasu, mis on RTK parandite puhul kuni 2000 eurot põllumajandusmasina kohta aastas). Seetõttu **tuleb Eestis soodustada arenenumate süsteemide (DGPS/RTK) kasutuselevõttu**. Kuna teistes Euroopa riikides pakutakse RTK parandit üha enam avaliku teenusena, siis peaksid Maa-ameti, Keskkonnaministeeriumi, Põllumajandusministeeriumi ja ettevõtluse esindajad konsultatsioonide tulemusena leidma võimaluse anda Eesti põllumajandustootjatele soodustingimustel ligipääs riiklikule GNSS-RTK püsijaamade võrgustikule, mille arendab Maa-amet välja 2015. aastaks. Kavandatav 17–20 jaamast koosnev GNSS-RTK püsijaamade võrgustik suudab anda täpset RTK teenust (plaaniline ± 1 cm, kõrguslik ± 3 –4 cm). GNSS-RTK võrgustiku ettevalmistustööd on seni piirdunud tehnilise poolega ja ärimudeli osas puudub selge nägemus, sest poliitilisel tasandil pole toimunud vastavasisulisi arutelusid.

Põllutööde (väetamine, taimekaitse jms) läbiviimisel muutuva normiga võetakse tööde teostamisel arvesse maapinda iseloomustavate parameetrite muutusi ühe põllu piires. Muutuja normiga rakenduste edukas kasutuselevõtt võib Euroopa kogemusele tuginedes anda täiendavat netotulu hektarilt vahemikus 20–60 eurot aastas, kuid eeldab tõhusat koostööd teadus-arendusasutustega, kes analüüsivad mitmetest allikatest (mulla_proovid, saagikuskaardid, kaugseire) kogutavaid andmeid praktiliste soovitude pakkumiseks (töökaartide koostamiseks).

Eestis praegu müügil olev ja osaliselt ka juba tootjate kasutusse jõudnud põllumajandustehnika võimaldab põllutöömasinatel töö käigus muuta jooksvalt külvi-, väetus- ja pritsimisnormi. Ometi pole tootjale hetkel kättesaadav objektiivne info, miks ja millised peaksid olema normid põllu eri kasvukohtades. Seetõttu Eestis diferentseeritud väetamist kui peamist muutuja normiga rakendust üldiselt ei kasutata, ehkki Eesti Maaülikooli viimase paari aasta rakendusuuringud on näidanud, et diferentseeritud väetamine on Eestis perspektiivikas lähenemine põllumajandusettevõtete majandusliku efektiivsuse suurendamiseks. Eesti ametkonnad (Põllumajandusministeerium, Haridus- ja Teadusministeerium, Keskkonnaministeerium) peaksid lähiaastatel **jätkama kohalikele oludele suunatud täppisviljelusalaste rakendusuuringute rahastamist**, et selgitada välja Eesti oludes parimaid tulemusi andvad täppisviljeluse strateegiad. Põllumajandustehnika edasimüüjate hinnangul on üldine teadlikkus täppisviljeluse võimalustest Eestis madal, mistõttu on vaja koostöös Eesti riikliku nõuandesüsteemi ja põllumajandussektori ühendustega (ühistud, katusorganisatsioonid) **kavandada ja ellu viia meetmeid täppisviljelusalaste teadmiste levitamiseks sihtrühma seas**.

Kokkuvõtteks

Kosmosetehnoloogiate maapealsete rakenduste areng Euroopas on kiirenemas tänu mahukate ja globaalse mõjuga programmide Copernicus ja Galileo rahastamisotsustele EL-i poolt. Eestil on head eeldused saada kasu mõlema programmi rakendamisest. Seda tõendab pikaajaline ja tõhus teadustegevus Maa kaugseire valdkonnas, samas on Eesti ettevõtjad olnud väga edukad asukohapõhiseid teenuseid pakkuvate firmade loomisel ja arendamisel. See seab meile moraalse kohustuse võtta uued tekkivad võimalused kasutusele ning rakendada neid koguaeg ühiskonna huvides.

Samas toob käesolev uuring välja probleemid Copernicuse, Galileo ja EGNOS-e võimaluste kasutamisel Eestis, mis eeldab tarku valikuid ja mõnel juhul ka nõudlikku suhtlemist programmide juhtorganitega. Tegemist on tehniliselt keeruka ning erinevate institutsioonide koostööd eeldava ettevõtmisega. Seotud osapoolte paljususe tõttu on vaja määratleda eesmärgid, nende saavutamise teed Eesti Kosmosestrateegias 2014–2020 ja konkreetsed toimingud rakenduskavas. Kahtlemata on ülioluline riigi kui targa tellija roll. Nende tegevuste järel on võimalik saavutada uuringus kirjeldatud majanduslikud efektid.

1 | Maa kaugseire programm Copernicus

1.1 | Copernicus programm 2014–2020

Copernicus (kuni 11. detsembrini 2012. a ka GMES ehk *Global Monitoring for Environment and Security*)¹ on EL Maa kaugseire programm. GMES initsiatiivi ajalugu ulatub 1998. aastasse, mil kosmosevaldkonna arendamisega seotud Euroopa institutsioonid koostasid ühisdeklaratsiooni (nn Baveno manifest). See deklaratsioon kutsus ülesse pühendama ressursse kosmosetehnoloogiatel põhinevate keskkonnaseireteenuste arendamiseks, et rakendada ja edasi arendada Euroopa tugevat Maa kaugseire kompetentsi ja unikaalseid tehnoloogilisi lahendusi. EL tegi 2005. aastal strateegilise otsuse välja arendada Euroopa sõltumatu Maa kaugseire võimekus, et pakkuda keskkonnaseire- ning ka julgeolekuga seotud teenuseid. Selle otsuse mõjul võeti 2010. aastal vastu Euroopa Parlamendi ja Nõukogu (EÜ) määrus nr 911/2010.²

Copernicus koosneb kolmest komponendist: (i) „kosmos“ ehk maavaatlusteks vajalik infrastruktuur (sh olemasolev või kavandatav Euroopa kosmoseinfrastruktuur, peamiselt ESA, EUMETSAT-i ja liikmesriikide satelliidid ning ELi ja ESA ühisfinantseeritav kosmoseinfrastruktuur); (ii) *in situ* sensorid (maajaamad, merejaamad, õhust läbiviidavad vaatlused); (iii) teenused. Kosmose ja *in situ* komponendid on mõeldud teenuste jaoks vajalike andmete kogumiseks ning maapinna, atmosfääri ja maailmamere parameetreid kirjeldavate vaatluste tegemiseks (joonis 1.1). Copernicus töötleb kogutud andmed ning pakub lõpp- ja vahekasutajatele usaldusväärset ja pidevalt uuendatavat informatsiooni erinevate Copernicus tuumikteenuste vahendusel.

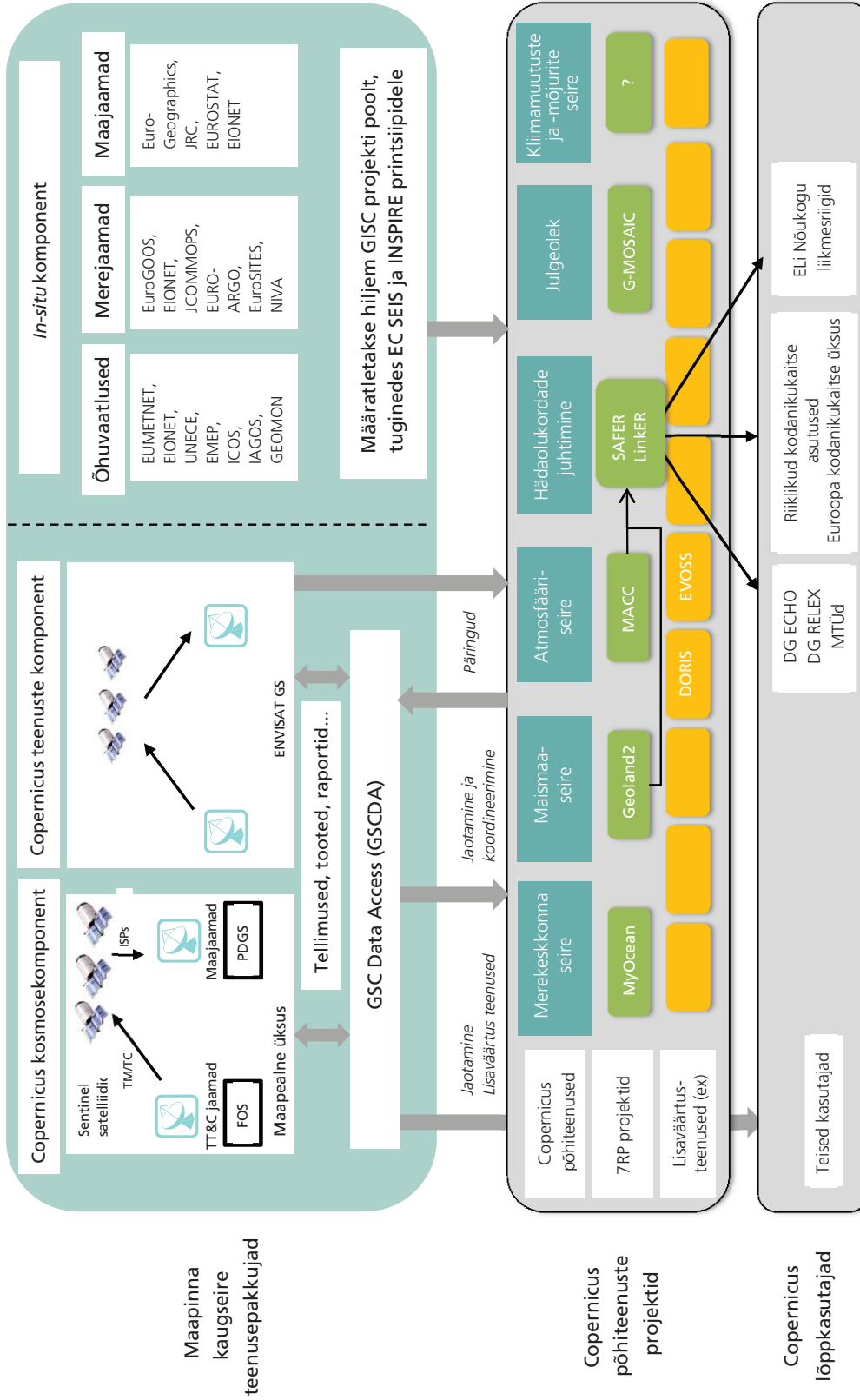
Copernicus programmi teenused jagunevad kuude valdkonda:

- **atmosfääriseire** (*Atmosphere*): õhukvaliteedi, atmosfääri keemia ja koostise seire, mis on ka kliimamuutuste seire ja olulisemate kliimamõjurite andmete esitamise oluline osa. Atmosfääri seisundi kohta esitatakse teavet korrapäraselt nii piirkondlikul kui ülemaailmsel tasandil.
- **kliimamuutuste ja -mõjurite seire** kliimamuutuste leevendamise ja nendega kohanemise poliitika kujundamiseks (*Climate Change*);
- **maismaaseire** (*Land Monitoring*): oluline bioloogilise mitmekesisuse ja ökosüsteemide järelvalve, kliimamuutuste leevendamise ja sellega kohanemise meetmete toetamisel; suurem osa kõnealustest valdkondadest on seotud looduskeskkonnaga: pinnas, vesi, põllumajandus, metsad, energia ja kommunaalteenused, hoonestatud alad, puhkealad ja transport.
- **hädaolukordade juhtimine** (*Emergency Management*): teenus on vajalik EL ja liikmesriikide olemasoleva looduslikele ja inimtegevusest tingitud katastroofidele reageerimise suutlikkuse koordineerimiseks. Teenused toimivad meetmetel, mis tagavad Maa seireandmete ja seonduvate toodete kättesaadavuse asjakohastele teenistustele rahvusvahelisel, üle-euroopalisel, riiklikul ja piirkondlikul tasandil.
- **merekeskkonna seire** (*Marine*) rakendusala hõlmavad meresõiduohutust, merekeskkonda ja ranniku-alasid, mere elusressursse, samuti sesoonsete meteoroloogiliste prognooside koostamist ja kliimaseiret;
- **julgeolek** (*Security*): kaugseire rakendamine piirikontrolli, mereseire ja EL välistegevuse toetamiseks.

Kõik Copernicus programmi põhiteenused on võrdselt prioriteetsed. Copernicus programmi haldamisel lähtutakse subsidiaarsus- ja proportsionaalsuspõhimõtetest ning arvestatakse liikmesriikide soove ja vajadusi. Copernicus programmi rakendamisel ja teenuste arendamisel üritatakse loimida riigiülesel tasemel liikmesriikide olemasolevad kosmose- ja kohapealsed võimekused.

¹ europa.eu/rapid/press-release_IP-12-1345_en.htm

² EUROOPA PARLAMENDI JA NÕUKOGU MÄÄRUS (EL) nr 911/2010, 22. september 2010, Maa seire Euroopa programmi (GMES) ja selle esialgsete toimingute kohta (2011–2013).



Joonis 1.1. Copernicus (GMES) süsteemi komponendid ja teenused

1.1.1 Copernicus programmi eelarve 2014–2020

Copernicus programmi rahastamiseks perioodil 2014–2020 oli 2012. a lõpu seisuga kaks alternatiivset lähene-mist:

- Copernicus programmi rahastamine EL mitmeaastase finantsraamistiku (*multi-annual financial framework*, MFF) väliselt;
- Copernicus programmi finantseerimine EL mitmeaastase finantsraamistiku osana.³

Copernicus programmi finantseerimist EL mitmeaastase finantsraamistiku väliselt toetas Euroopa Komisjon. Oma teatistes "*A Budget for Europe 2020*"⁴ leidis Euroopa Komisjon, et EL eelarveline suutlikkus suuremahuliste projektide finantseerimiseks on piiratud. Soovides siiski programmi elluviimisega jätkata, pakkus Komisjon teatistes, mis käsitleb valitsustevahelise kokkuleppe sõlmimist Maa seire Euroopa programmi (GMES) elluviimiseks ajavahemikul 2014–2020,⁵ välja GMES fondi (*GMES Fund*) idee. GMES fondi pidanuks finantseerima kõik 27 EL liikmesriiki vastavalt oma rahvuslikule kogutulule.⁶ Euroopa Komisjoni plaani kohaselt oluks GMES fondi maht, mis võimaldaks täiemahuliselt välja arendada Copernicus programmi (*fully operational Copernicus*), 5,841 miljardit eurot (2011. a püsihindades), millest:

- ligi 1,1 miljardit eurot kulunuks teenuste käivitamisele ja opereerimisele,
- 350 miljonit eurot kohapealsele (*in situ*) komponendile ja
- 4,4 miljardit eurot kosmosekomponendile, hõlmates ka ligipääsu tugimissioonidele.

Käesolevaks hetkeks on Copernicuse finantseerimise kohta olemas Euroopa Ülemkogu poolt 8. veebruaril 2013 saavutatud kokkulepe järgmise mitmeaastase finantsraamistiku osas, millega määratakse kindlaks ELi eelarveprioriteedid aastateks 2014–2020.⁷ Selle kokkuleppega eraldati Copernicus programmile 3,786 miljardit eurot (2011. a püsihindades), fikseerimata seejuures proportsioone kosmose-, *in situ* ning teenusekomponentide vahel ning rakendades fikseeritud inflatsioonikordajat 2% aastas. Nimetatud summa on toodud ka Euroopa Parlamendi ja Nõukogu (EÜ) määrust nr 911/2010 muutva uue nn Copernicus määruse tööversioonile kui maksimaalne Euroopa Komisjoni poolne rahastus Copernicus programmile.

Euroopa Ülemkogu poolt saavutatud kokkuleppes Copernicus programmile eraldatud summa on Euroopa Komisjoni poolt Copernicuse programmi täiemahuliseks väljaarendamiseks vajalikuna hinnatud summast üle 2 miljardi euro ehk 35% võrra väiksem. Kulude kokkuvõtte saavutatakse eelkõige järgmise põlvkonna Sentineli satelliitide⁸ väljaarendamise pidurdamisega.^{9,10} Kindlasti ei mõjuta vajalikud kärped teenuste väljaarendamist ega *in situ* komponendi osa.

Kuna järgmise põlvkonna Sentineli satelliitide väljaarendamine on strateegiliselt oluline Copernicus programmi kestlikkuse tagamiseks, siis on ESA poolt Copernicus programmi kohta koostatud uues pikaajalises stsenaariumis kirjutatu kohaselt tõenäoline, et EL ja ESA otsivad lahendusi rahastusprobleemile, kas juurutades uudseid koostöömudeleid või vaadates üle osapoolte vahelise rollide jaotuse, mis aga omab fundamentaalset mõju kogu Euroopa kosmosepoliitika teostamisele.

1.1.2 Copernicus programmi kosmosekomponent

Copernicus programmi kosmosekomponent hõlmab kahte tüüpi satelliidimissioone:

- spetsiaalsed Sentinel missioonid – kavandatud missioone on kokku viis;
- rida ESA enda, liikmesriikide, EUMETSAT-i, rahvusvahelisi ja kommertsmissioone, mida nimetatakse ka Copernicuse tugimissioonideks (*Copernicus Contributing Missions, CCMs*).

3 16. veebruaril 2012. a võttis Euroopa Parlament vastu resolutsiooni GMES programmi tulevikust, asudes seisukohale, et programmi finantseerimine EL mitmeaastase finantsraamistiku osana on eelistatav lahendus.

4 KOM(2011) 500 (lõplik), 29.6.2011

5 KOM(2012) 218 (lõplik), 11.5.2012

6 Liikmesriikide sissemaksed GMES fondi planeeris Euroopa Komisjon eelarveaastale eelneva aasta septembrisse (nt esimene sissemaks fondi tulnuks liikmesriikidel teha 2013. a septembris). Eesti orienteeruv panus 2013. aastal oli Euroopa Komisjoni ettepanekus 0,13% GMES fondi aastast kogueelarvest ehk 1 056 893 eurot.

7 EUCO 37/13, www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_data/docs/pressdata/en/ec/135344.pdf

8 ESA eelmises samalaadises stsenaariumis (ESA/PB-EO(2011)59, rev1) nähti ette järgmise põlvkonna Sentinel-1/-2/-3 satelliitide toimetamine orbiidile 2022.–2023. a, tagamaks esimese põlvkonna Sentinelide missioonide järjepidevus.

9 Intervjuu Thierry Brefort'iga (Euroopa Komisjon, DG ENTR), 12. märtsil 2013. a.

10 Long Term Scenario of the Copernicus Space Component, ESA/PB-EO(2013)15; 29 April 2013.

Kui spetsiifiliselt Copernicus programmi vajaduste rahuldamiseks mõeldud Sentinel missioonid on alles arendusjärgus, siis tugimissioonid pakuvad Copernicus teenustele sisendandmeid juba praegu. Ka tulevikus kujutatakse tugimissioonid endast olulisi täiendavate andmete allikaid Copernicus programmile.

Tabel 1.1. Copernicus kosmosekomponent, sh tugimissioonid

Copernicuse programmiga seotud satelliidimissioonid	Missioonide kirjeldus
Sentinel missioonid	Sentinel-1 toodab radarsatelliidiandmeid merekeskkonna seire ja maismaaseire põhiteenustele
	Sentinel-2 toodab kõrglahutusega optilise sensori andmeid maismaaseire põhiteenusele
	Sentinel-3 toodab väga täpseid optilisi-, radar- ja altimeetrilisi andmeid merekeskkonna seire ja maismaaseire põhiteenustele
	Sentinel-4 ja Sentinel-5 toodavad andmeid atmosfääriseireks vastavalt geostatsionaarselt- ja polaarorbiidilt
Copernicuse tugimissioonid	Meteoroloogilised missioonid – nt Jason-2, Jason-3, MTG
	Rahvuslikud kaitsemissioonid – nt SAR-Lupe (Saksamaa), Helios (Prantsusmaa)
	Rahvuslikud mitmeotstarbelised missioonid – nt Cosmo-SkyMed (Itaalia), TerraSAR-X (Saksamaa)
	Rahvuslikud tsiviilmissioonid – nt RapidEye (Saksamaa), SPOT-5 (Prantsusmaa), UK-DMC (Suurbritannia)

2014. a algul¹¹ orbiidile viidava **Sentinel-1** missioon koosneb kahest satelliidist, sisaldades tehisavaradari instrumenti, mis töötab C-lainealas ning pakub radarsatelliitidele omast võimalust teha pilte valgus- ning ilmastikutingimustest sõltumata. Sentinel-1a ja Sentinel-1b alustavad satelliidipiltide kogumist 2014–2015. aastal ning jätkavad ERS ja Envisat missioonide radarmõõtmiste andmerida, tõstes seejuures katvuse sagedust. Sentinel-1 peaks ilmastikutingimustest olenemata suutma katta Euroopa, Kanada, USA ja peamised laevateed 1–3 päevase intervalliga. Satelliidiandmeid on plaanis hakata edastama 1 tunni jooksul alates nende omandamisest, mis on suur edasimineku olemasolevate SAR süsteemidega võrreldes. Sentinel-1 rakendusvaldkondadeks on näiteks merekeskkonna seire, sealhulgas naftareostusohu seire, rutiinne merejää kaardistamine, metsade kaardistamine; vee ja pinnase kaardistamine kriisilukordade ohjamise toetamiseks.

Sentinel-2 maaseire missioon hakkab kasutama multispektraalseid HR optilisi pilte selleks, et pakkuda pidevat, globaalset katvusega ja usaldusväärset teenust maapinna seireks, sh metsade seireks, maakasutuse muutuste tuvastamiseks, looduskatastroofide riski hindamiseks (üleujutused, metsatulekahjud, maa vajumine ja maa-lihked), linnade kaardistamiseks ning kriisipiirkondade seireks. 2013. a suve seisuga kavandatakse Sentinel-2 lansseerida 2014. a III kvartalis.

Sentinel-3 missiooni põhiliseks ülesandeks on koguda andmeid merepinna topograafia, mere- ja maapinna temperatuuri ning samuti värvuse kohta, et parendada ilmaennustussüsteeme, kliima- ja keskkonnamonitooringut. Sentinel-3 kasutab mitmeid uuenduslikke tehnoloogiaid, näiteks uus SLSTR radiomeeter võimaldab tagada merepinna temperatuuri mõõtmise täpsuseks 0,3 kraadi. Peaaegu reaajas andmeid kasutatakse ookeaniprognoside koostamiseks, merejää kaardistamiseks ning meresõiduohutuse teenuste toimimiseks, mis vajavad täpseid ning õigeaegseid ookeani pinna seisundi mõõtmisi (sealhulgas pinnatemperatuur, ookeani ökosüsteemid, vee kvaliteet ja reostusseire). Sentinel-3 pakub samuti maapealseid teenuseid nagu maakasutuse muutumise jälgimine, metsaga kaetus, fotosünteesi aktiivsus, pinnase kvaliteet ja tulekahjude avastamine.

11 ESA/C(2013)54, Paris, 28th May 2013.

Tabel 1.2. Sentinel-1 ja Sentinel-2 tehniline kirjeldus

Satelliit	Sentinel-1 ^{12,13}	Sentinel-2 ^{14,15}
Orbiidile jõudmise aasta	2014–2015	2014
Missiooni kestus	Kavandatult 7 aastat	Kavandatult 7–12 aastat
Satelliitide arv	2	1
Ruumiline lahutus	9/20/50 m	10/20/60 m
Laineala	C-laineala	13 spektraalkanalit nähtavast valgusest lähiinfrapunase
Polarisatsioon	HH, VV, HH+HV, VV+VH	N/A
Kaarelaius	20/80/250/400 km	290 km
Seireseadmed	C-laineala tehisavaradar	Multi-Spectral Instrument (MSI)
Orbiidi kõrgus	693 km	786 km
Kordustsükkel	12 päeva satelliidil, 6 päeva laevastikul	5 päeva
Radiomeetriline lahutus	1.0 dB	12 bitti

Sentinel-4 ja Sentinel-5 missioon hõlmavad atmosfääri koostise jälgimise seadmeid. Sentinel-4 kavatakse orbiidile viia 2017. aasta paiku ja Sentinel-5 2019. aasta paiku, kuid nende väljasaatmine sõltub teiste meteoroloogiliste satelliitide missioonide ajakavadest.

1.1.3 Copernicus programmi andme- ja teabepoliitika

Euroopa Parlamendi ja Nõukogu (EÜ) määruse nr 911/2010 artiklis 9 sõnastatakse Copernicus programmi andme- ja teabepoliitika (ATP), millel on järgmised eesmärgid:

- edendada Copernicus programmi käsitleva teabe ning asjakohaste andmete kasutamist ja jagamist;
- anda täielik ja avatud juurdepääs põhiteenuste kaudu saadud teabele ja Copernicus programmi infrastruktuuri kaudu kogutud andmetele, kohaldades siiski asjakohaseid piiranguid julgeolekukaalutlustel või tugimissioonide litsentsitingimustest tulenevalt;
- tugendada Maa kaugseire turgusid Euroopas, eelkõige väärtusahela järgmistes lülides, pidades silmas majanduskasvu soodustamist ja töökohtade loomist;
- aidata kaasa Copernicus programmi andmete ja teabe esitamise jätkusuutlikkusele;
- toetada Euroopa teadusringkondi.

Copernicus programmi ATP tugineb täieliku ja vaba juurdepääsu põhimõttele, võttes arvesse olemasolevaid õigusakte (nt avaliku sektori valduses oleva teabe taaskasutamise direktiivi ja INSPIRE direktiivi). Copernicus programmi üheks eesmärgiks on aidata kaasa satelliidiandmete kasutajate kogukonna arengule, mistõttu on andmed vabakasutuses nii riigistruktuuridele kui ka tööstusele. Copernicus programmi ATP rakendamist ei mõjuta programmi eelarve vähenemine.¹⁶

Copernicus programmi ATP on vastavuses Sentinel ATP põhimõtetega, mis kiideti ESA liikmesriikide poolt heaks 2009. aastal.¹⁷ Kõigi Sentinel satelliitide kohta tehakse avalikuks järgmine teave:

- kosmosekomponendi infotoodete (*data product*) kirjeldused,
- kosmosekomponendi infotoodete formaatide (*data product format*) spetsifikatsioonid ja
- testandmed,

mis koondatakse lõpuks Sentinel missioone ühendavasse *Sentinel Product Handbook* käsiraamatusse.

12 Ülevaatlük kirjeldus: earth.esa.int/documents/10174/233696/1-Sentinel-1_Mission_Operations_Concept.pdf/d18017d4-c17a-4ecc-9dd1-b4e56fad5123?version=1.0

13 Toote kirjeldus: esamultimedia.esa.int/multimedia/publications/SP-1322_1/

14 www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/GMES/Sentinel-2

15 Üldinfo: esamultimedia.esa.int/multimedia/publications/SP-322_2/offline/download.pdf

16 Intervjuu Thierry Brefort'iga (Euroopa Komisjon, DG ENTR), 12. märtsil 2013. a.

17 www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/ESA_Member_States_approve_full_and_open_Sentinel_data_policy_principles

Sentinel satelliitide töö koordineerimine ning kogutavate andmete vastuvõtmine ja esmane töötlus toimub Sentinel maajaamades (*Core Ground Stations*). Kõik Sentinel missioonide poolt kogutavad vaatlusandmed töödeldakse eelnevalt määratletud infotoodeteks ja arhiveeritakse. Ligipäas Sentinel'i andmetele võimaldatakse andmete kasutamise taotluse esitamisel.

Eelnevast järeldub, et täielik ja vaba juurdepäas Copernicus programmi andmetele tähendab praktikas seda, et:

- igaühel on võimalus ja õigus saada ligipäas Sentinel satelliitide poolt kogutud kõige madalama taseme toorandmetele, seejuures on arhiveeritud toorandmed andmekeskusest alla laaditavad 20–25 aasta jooksul;
- Sentinel andmete kasutuslitsentsid on tasuta, samas tugimissioonide andmete puhul lähtutakse operaatorite litsentsitingimustest;
- registreerunud ning üldiste kasutajatingimustega nõustunud kasutajatel on võimalus ja õigus teha tasuta päringuid teatud piirangute ulatuses. Euroopat katvate andmete puhul saavad kasutajad päringuid teha loodava kasutajaliidese kaudu, kust nad suunatakse edasi maajaamade serveritesse soovitud andmete alla laadimiseks.

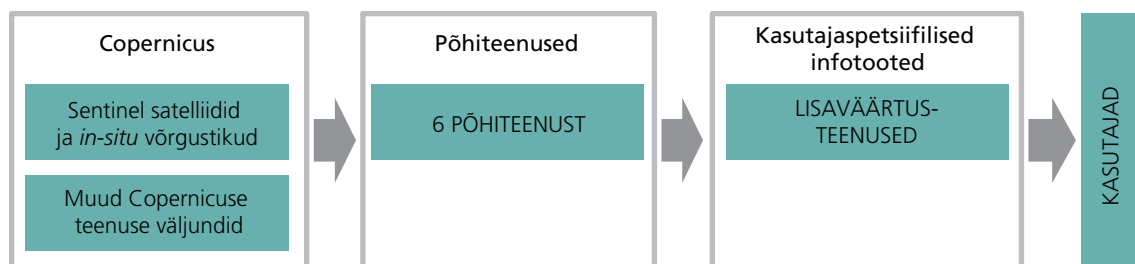
Samas ei tegele Euroopa Komisjon Copernicus programmi kosmosekomponendi andmete liikumisega EL liikmesriikides. Andmete allalaadimise ja majutamise ning seotud infrastruktuuri loomise ja ülalpidamise kulud tuleb liikmesriikidel ja teistel huvitatud osapooltel (ettevõtted, teadus- ja arendusasutused) endil katta.¹⁸

Copernicus programmi Sentinel satelliitide andmete kasutamise osas on lähiajal lahendamist vajavaks küsimuseks, kuidas reguleeritakse andmete kasutamine väljaspool EL liikmesriike, nt Armeenia riiklikus satelliitandmekogus. Käesoleval hetkel tegeleb antud küsimusega Euroopa Komisjoni poolt loodud Copernicus programmi juriidiliste küsimuste töörühm.¹⁹

1.1.4 Copernicus teenused

Copernicus programmi teenustest rääkides eristatakse (joonis 1.2):

- **põhiteenuseid** ehk **tuumteenuseid** (*Core Services*), mis pakuvad standardiseeritud ja eri otstarveteks sobivaid töödeldud andmeid ja teavet, mis on kasutatavad erinevates EL poliitikatega haakuvates rakendusvaldkondades; põhiteenuste puhul on oluline mastaabisäästu saavutamine;
- **lisaväärtusteenuseid** (*Downstream Services*), mis on teatud kohalike, piiriüleste või regionaalsete (teabe) vajaduste rahuldamisele suunatud teenused, mis üldjuhul on seotud või saavad olema seotud põhiteenustega; EL ergutab ja toetab lisaväärtusteenuste kihi arendamist, sh 7RP vahenditest.



Joonis 1.2. Copernicus lisaväärtusteenuste kontseptsioon²⁰

Copernicus programmi kodulehe andmetel on käesolevaks hetkeks käivitunud kaks põhiteenust:²¹

- 2012. a aprillis käivitatud hädaolukordade juhtimise teenus on esimene avalikuks kasutamiseks valmis Copernicus täistoimiv teenus;
- maismaaseire teenus on kättesaadav 2012. aastast.

18 Intervjuu Thierry Brefort'iga (Euroopa Komisjon, DG ENTR), 12. märtsil 2013. a.

19 Intervjuu Lena Stern (ESA, ESRIN) 13. juunil 2013. a.

20 Ryder, P (2007); GMES Fast Track Marine Core Service: Strategic Implementation Plan.

21 copernicus.eu/pages-principales/overview/faqs/

Samas tuleb edasi arendada teisi põhiteenuseid (merkeskkonna seire, atmosfääri seire, kliimamuutuste seire ja julgeolek). 2013. a algas 18 uue, 7. raamprogrammist (7RP) finantseeritud teadus-arendusprojekti elluviimine, mille tegevused on suunatud Maa kaugseire teenuste arendamisele ning Copernicus kosmose- ja *in situ* komponentide poolt kogutavate andmete väärdamisele.²²

Nimetatud teadus-arendusprojektid valmistavad ette pidevalt toimivaid Copernicus täisteenuseid (*operational services*). Üleminekul teadus-arendusprojektide faasist täisteenuse faasi tuleb võtta arvesse tabelis (tabel 1.3) kirjeldatud eripärasid ning jälgida järgmist:

- täisteenusel peab olema Maa kaugseire teenuste turu arengut stimuleeriv mõju, mistõttu tuleb vältida lukustusefekte teatud kindlate tarnijatega;
- täisteenuse kvaliteedinõuded peavad olema kõrged – teenusega seotud infosüsteem peab olema stabiilne, usaldusväärne, kestlik – ning nende nõuete täidetust tuleb lepinguliselt tagada.

Tabel 1.3. Copernicus teenuste arendamisele suunatud teadus-arendusprojektide ja täisteenuste põhimõttelised erinevused²³

Teadus-arendusprojektid:	Täisteenused:
<ul style="list-style-type: none"> ■ on mõeldud nõuete-teenuste ehk eelsüsteemide (<i>pre-cursor systems</i>) arendamiseks ■ tõestavad teenuse teostatavuse ■ on eksperimentaalse iseloomuga ■ defineerivad süsteemi parameetrite valiku 	<ul style="list-style-type: none"> ■ on püsiva kvaliteediga, stabiilselt kättesaadavad teenused ■ integreerivad mitut eelsüsteemi ("<i>one-stop-shop</i>" põhimõte) ■ on peaaegu reaalajas teenused

Copernicus põhiteenuste arendamisel on tulnud lahendada kaks peamist küsimust – fikseerida kasutajate funktsionaalsed ootused teenustele ning fikseerida teenuste arhitektuur ja tehnilised spetsifikatsioonid. Praeguseks hetkeks on merkeskkonna seire põhiteenuse arendamine jõudnud täisteenuse eelsesse faasi (*quasi-operational*).²⁴ Merkeskkonna seire põhiteenuse eesmärkide ja nõuete osas lepiti suuresti kokku 2005. a oktoobri lõpus Brüsselis toimunud töötoa (*Workshop on Marine Core Service*) plenaaristungil ja töörühmades.²⁵ Samas tõdeavad eksperdid, et käesolevaks hetkeks on liikmesriikide, EL agentuuride ja rahvusvaheliste organisatsioonide esindajate (kokku ligi 80 inimest) läbirääkimiste tulemusena määratletud sisulised ja tehnilised nõuded osaliselt vananenud.²⁶

Määruse (EÜ) nr 911/2010 Artikliga 4 kohustub Euroopa Komisjon tagama Copernicus programmi koordineerimise siseriikliku, EL ja rahvusvahelise tasandi tegevusega, eelkõige GEOSSiga. Copernicus programmi rakendamise ja tegevuse põhineb EL ja liikmesriikide vahelistel partnerlustel kooskõlas nende vastavate eeskirjade ja menetlustega. Euroopa Komisjon peab seega ka tagama, et Copernicus põhiteenuste spetsifikatsioonid vastavad vahekasutajate (sh lisaväärtusteenuste arendajad) ja lõppkasutajate vajadustele, kujundades ja rakendades teabe kogumiseks ja koordineerimiseks sobivaid mehhanisme.

Määrusega (EÜ) nr 911/2010 loodi ka GMES Komitee (*GMES Committee*, nüüd *Copernicus Committee*), GMES kasutajate foorum (*GMES User Forum*, nüüd *Copernicus User Forum*) ning GMES julgeolekukomitee (*GMES Security Board*, nüüd *Copernicus Security Board*). Copernicus Komitee ülesandeks on koordineerida Euroopa Komisjoni, liikmesriikide ning teiste osapoolte (ESA, EEA) tegevusi eesmärgiga tagada liikmesriikide ressurside parim kasutus, identifitseerida puudujäägid infrastruktuuris ning kindlustada Copernicus programmi koordineeritud rakendamine.

Copernicus programmi teenuste pakkumise mudelit ei ole veel lõplikult paika pandud. Põhiteenuste pakkumise koordineerimiseks ja korraldamiseks pakkus Copernicus Komitee oma 2012. a detsembrikuus toimunud koosolekul välja lähenemise, millega usaldatakse teenuste tehniline koordineerimine EL ametkondadele, kellel on vastavas valdkonnas vajalikud teadmised ja kogemused (vt tabel 1.4).²⁷

22 newsletter.gmes.info/article/eighteen-new-research-initiatives-contribute-copernicus-service-development

23 Dr. Olaf Trieschmann, Surveillance for maritime Safety: today and tomorrow, NMMT Workshop, 27 September 2011.

24 Ettekanne „Copernicus Marine Monitoring Service – Progress Report (May 2013)“ Copernicus Komitee koosolekul Brüsselis, 5.05.2013.

25 J.-F. Minster, Report on the Workshop on Marine Core Service, Brussels, 27–28. October 2005.

26 Intervjuu dr Olaf Trieschmann'iga (CleanSeaNet teenuse juht, EMSA), 12. aprillil 2013. a.

27 Lähenemine on võetud aluseks ettepanekule Euroopa Parlamendi ja Nõukogu määruseks, millega luuakse Copernicuse programm ja tunnistatakse kehtetuks määrus (EL) nr 911/2010. KOM(2013) 312 (lõplik), 29.5.2013.

Tabel 1.4. Copernicus põhiteenuste võimalik rakendamine^{28,29}

Põhiteenus	Koordineerijad	Vahendid
Atmosfäär	ECMWF	Delegeerimise leping
Merekeskkond	EEA / EMSA	Delegeerimise leping
Maaseire	EEA	Delegeerimise leping
Kliimamuutuste seire	ECMWF	Delegeerimise leping
Julgeolek	FRONTEX / EUSC	Delegeerimise leping
Hädaolukordade juhtimine	JRC / DG ECHO	Haldusleping

Euroopa Komisjoni vastutusalasse jääb teenuste üldine kvaliteedikontroll ja valideerimine. Sellise lähenemise otstarbekust toetab EMSA kogemus CleanSeaNet teenuse operaatorina – teenuse efektiivne juhtimine on võimalik üksnes kõrge tasemel erialaste teadmiste omamisel. Vastasel juhul riskitakse ülekulude ja tähtaegadest mitte kinnipidamisega.³⁰

Vastavalt määruse nr 911/2010 artiklile 5.3 võib Euroopa Komisjon Copernicus kasutajate foorumi arvamust arvesse võttes määratleda või valideerida asjakohase korra Copernicus teenuste ja andmete tootmise sertifitseerimiseks, tagamaks teenuste kvaliteet ja usaldusväärsus.³¹ Euroopa Komisjoni praeguste kavade kohaselt siiski ei rakendata sertifitseerimist lisaväärtusteenuste ega teadaolevalt ka põhiteenuste puhul.³²

1.1.5 Copernicus programmi majanduslik mõju Euroopas

Euroopa Komisjon on viimastel aastatel tellinud mitu Copernicus programmi käsitlevat tasuvusanalüüsi, millistest tähtsamad käesoleva raporti kontekstis on:

- *Cost-Benefit Analysis for GMES*; tellija: Euroopa Komisjon; teostaja: Booz & Company (www.booz.com); raporti valmimise aeg: 2011. a septembris;³³
- *Assessing the Economic Value of GMES: "European Earth Observation (EO) and GMES Downstream Services Market Study"*; tellija: Euroopa Komisjon; teostaja: SpaceTec Partners (www.spacetecpartners.eu); raporti valmimise aeg: 2012. a novembris.³⁴

Booz & Co (2011) ja SpaceTec (2012) uuringud täiendavad üksteist. Booz & Co (2011) vaatleb Copernicus programmi mõju üldisemal tasandil, analüüsides muuhulgas programmi mõjusid EL poliitikatele, kuid SpaceTec (2012) uuring keskendub lisaväärtusteenuste ja vastavate turgude arenguperspektiividele.

Kui jagada Maa kaugseire valdkond kolmeks segmendiks:

- kosmoseinfrastruktuur ja sellega seotud tegevusalad (*upstream*),
- satelliitide abil saadud andmetega seotud tegevusalad – hankimine, infoodeteks töötlemine, arhiveerimine ja levitamine (*midstream*) – ning
- lisaväärtusteenuste pakkumisega seotud tegevusalad (*downstream*),

siis Booz & Co (2011) uuring katab esimese ja teise segmendi, hinnates kvalitatiivselt uuel tasemel Maa kaugseire andmete majanduslikku väärtust, ning SpaceTec (2012) uuring keskendub kolmandale segmendile.

Kaks uuringut on seotud ka kasutatud arengustsenaariumite kaudu. Booz & Co (2011) uuringus defineeriti neli tulevikustsenaariumit, mis erinesid üksteisest peamiselt Euroopa Komisjoni poolse finantseerimise oodatava mahu poolest. SpaceTec (2012) uuringus oli kolm tulevikustsenaariumit, mis kujutasid endast kahe Booz & Co (2011) uuringus kirjeldatud tulevikustsenaariumi kombinatsioone.

28 Copernicus Komitee koosoleku materjalid, dets 2012.

29 KOM(2013) 312 (lõplik), 29.5.2013.

30 Intervjuu dr Olaf Trieschmann'iga (CleanSeaNet teenuse juht, EMSA), 12. aprillil 2013. a.

31 eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32010R0911:EN:NOT

32 Intervjuu Thierry Brefort'iga (Euroopa Komisjon, DG ENTR), 12. märtsil 2013. a.

33 gmes.gov.cz/sites/default/files/documents/Cost_Benefit_Analysis_for_GMES.pdf

34 copernicus.eu/fileadmin/user_upload/Docs_for_News/Final_draft_-_Executive_Summary_-_Assessing_the_Economic_Value_of_GMES.pdf

Copernicus programmi tasuvusanalüüs – Booz & Company uuring (2011)

Booz & Company (2011) uuringus tõdetakse, et kuigi Copernicus programmi elluviimine mõjutab oluliselt arusaamist Maaga seotud protsessidest, toetades nii EL poliitikate kujundamist kui ressursside juhtimist laiemalt, ei ole tasuvusanalüüsi klassikalised meetodid Copernicus programmi majandusliku mõju hindamisel kasutamiseks sobilikud, kuna võimalikud kasud on suuresti seotud määramatusega. Seetõttu kasutatakse Booz & Company (2011) uuringus majanduslike efektide hindamisel inforessursside väärtuse (*Value of Information, VOI*) mõistet. VOI sõltub mitmest tegurist, sealhulgas: 1) määramatusest, millega otsustajatel tuleb kokku puutuda, 2) otsuse potentsiaalsetest majanduslikest mõjudest, 3) info kasutamise kuludest ning 4) alternatiivse teabe kuludest. Mida suurem on määramatus ja mõju ulatus, seda suurem on info väärtus. Info omandamise ja kasutamise kõrge hind vähendab VOI-d.

Perioodiks 2014–2020 ette nähtud Copernicus programmi finantseerimispakett (3,786 miljardit eurot) on vastavuses Booz & Company (2011) uuringus määratletud Stsenaariumiga B (*Option B*) (tabel 1.5). Erinevate arengustsenaariumite korral on Copernicuse poolt loodavate infotoodete kättesaadavus erinev (tulenevalt erinevustest Copernicuse komponentide finantseerimises).

Tabel 1.5. Booz & Co (2011) uuringu stsenaariumite ülevaade

Komponentide iga-aastase finantseerimise tase	Stsenaarium A	Stsenaarium B	Stsenaarium C	Stsenaarium D
Kosmosekomponent	180	370	500	600
In-situ komponent	10	20	30	50
Teenuste komponent	65	80	100	150
Copernicus kokku	255	470	630	800
CIP programm	20	20	30	50
EL kogufinantseering	275	490	660	850

Copernicus programmi kasude kvantitatiivne hindamine põhineb tervel real eeldustel, sh programmile omistatakse teatud võimalikud väljundid (nt kulude kokkuhoid erinevates rakendusvaldkondades väljendatuna protsendina hinnangulisest kulubaasist, milleks on keskkonna- ja sotsiaalsete kahjude tase), millest omakorda saab tuletada inforessursside väärtuse. Tulemused agregeeritakse üle Copernicus programmiga seostatavate poliitikavaldkondade (vt tabel 1.6). Copernicus programmi tasuvusanalüüsi tulemused **Stsenaariumi B korral** on toodud tabelis (tabel 1.7).

Tabel 1.6. Copernicus programmi tasuvusanalüüsi peamised võtmevaldkonnad

Poliitikavaldkond	Copernicus põhiteenuse valdkond	Peamised rakendusvaldkonnad
Kliimamuutuste vastu võitlemine	Kliima	Kliimamuutuse leevendamise ja sellega kohanemise meetmed
Resursside juhtimine	Atmosfäär	Euroopa õhukvaliteet
	Maa	Euroopa metsade hävimine (metsatulekahjud)
	Maa	Ülemaailmne kõrbestumine
	Merekeskkond	Ebaseaduslike naftaheitmete tekitamine
	Merekeskkond	Ulatuslikud naftareostused
	Merekeskkond	Merelaevandus
	Maa	Euroopa ühtse põllumajanduspoliitika järelvalve
	Maa	Regionaalpoliitika (linnade areng)

Poliitikavaldkond	Copernicus põhiteenuse valdkond	Peamised rakendusvaldkonnad
Päästeplaanid (Euroopa)	Hädaolukorrad	Maavärinad
	Hädaolukorrad	Üleujutused
	Hädaolukorrad	Metsatulekahjud
	Hädaolukorrad	Muud õnnetused (tormid, maalihked jne)
	Hädaolukorrad	Rahaline toetus looduskatastroofi põhjustatud kahjude katmiseks (EL Solidaarsusfond)
Rahvusvaheline humanitaarabi	Hädaolukorrad	Loodusõnnetused (Väljaspool EL-i)
	Turvalisus	Humanitaarabi konfliktipiirkondades
	Hädaolukorrad	EL humanitaarabi
Muu	Kõik	Laiem majanduslik kasutamine

Kui võtta aluseks Eesti osakaal EL SKP-st, mis 2011. a oli ligi 0,13%³⁵, siis on Copernicus programmi elluviimisest saadav hinnanguline netokasu Eestis Stsenariumi B korral keskmiselt u 315 tuhat eurot aastas perioodil 2014–2020. Kuigi on valdkondi, mille puhul Copernicus andmetoodete ja neil põhinevate lisaväärtusteenuste kasu on raskesti määratletav (kõrbestumine, teatud tüüpi looduskatastroofid), on ka selliseid valdkondi, mille puhul Eesti saadav suhteline netokasu ületab märkimisväärselt EL teiste liikmesriikide suhtelise netokasu. Olemasolevatest teenustest võib välja tuua merereostuse ennetamise tugiteenuse CleanSeaNet või potentsiaalsetest teenustest tehisavaradari andmetel põhineva jääseire teenuse meretranspordi paremaks koordineerimiseks Läänemeres (vt ka teostatavus- ja tasuvusanalüüsi ptk 4.2.2).

Tabel 1.7. Booz & Company (2011) tasuvusanalüüsi kokkuvõte

	2014–2020	2021–2030	Kokku
Kokku, diskonteerimata summad, miljardites eurodes, 2010. a hindades			
Kasud	6,0	11,0	17,0
Kulud	3,7	3,4	7,0
Netokasud	2,4	7,6	10,0
Kokku, diskonteeritud summad, miljardites eurodes, 2010. a hindades			
Kasud	4,5	6,2	10,7
Kulud	2,8	1,9	4,7
Netokasud	1,7	4,3	6,0

Copernicus programmi majandusliku mõju hinnang – SpaceTec uuring (2012)

SpaceTec (2012) uuringu eesmärgiks oli hinnata Maa kaugseire valdkonna lisaväärtusteenuste turgude potentsiaalset mahtu Euroopas, keskendudes mitte-instituutsionaalsetele turgudele ja jättes kõrvale valitsuste ostud. Uuringu teine oluline eesmärk oli hinnata Copernicus programmi potentsiaalset mõju Euroopa tööhõivele.

SpaceTec (2012) uuringu meetodika põhines Maa kaugseire rakenduste turupotentsiaali hindamisel erinevates sektorites Euroopas perioodil 2015–2030. Juhtumianalüüsides hinnati vaadeldavate majandusharude turupotentsiaali, kombineerides alt-üles ning ülalt-alla analüüsimeetodeid. Uuringu eesmärgiks oli prognoosida maapealsete teenuste turu dünaamikat perioodil 2015–2030.

Uuringus vaadeldi põhjalikumalt viit pilootsektorit, mille hulka kuulusid veetransport, nafta- ja gaasitööstus, kahjukindlustus, elektrienergia tootmine taastuvatest allikatest ning põllumajandus. Praktiliste Maa kaugseire rakenduste näideteks on taimede seire, päikeseenergia tootmisjaamade asukoha valik, kahjude hindamine kindlustusjuhtumi korral ja täppis-põllumajandus (joonis 1.3).

³⁵ http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php?title=File:GDP_at_current_market_prices,_2001,_2010_and_2011.png&filetimestamp=20121204113534

Tegevusala (NACE klassifikaatori järgi)	Potentsiaal (1 – madal, 5 – kõrge)					Maa kaugseire potentsiaalne rakendusala
Põllumajandus, metsamajandus ja kalapüük						Täppisviljelus
Mäetööstus						Kaevanduse uuringud, seismilised uuringud
Veondus ja laondus						Laeva teekonna jälgimine, vulkaanilise reostuse modelleerimine
Finants- ja kindlustustegevus						Riskianalüüs, kahjuanalüüs
Elektrienergia, gaasi, auru ja konditsioneeritud õhuga varustamine						Elektrijaama asukoha valik, operatiivne toetus
Veevarustus; kanalisatsioon, jäätme- ja saastekäitlus						Vee kogumiskoha valik, kvaliteedianalüüs
Ehitus						Asukoha valik, keskkonnamõjude hinnangud
Kutse-, teadus- ja tehnikaalane tegevus						Keskkonnamõjude hinnangud
Haridus						Väljaõpe ning õppematerjalid
Kinnisvaraalaane tegevus						Maapinna stabiilsuse monitoorimine
Tervishoid ja sotsiaalhoolekanne						Õhu ja vee kvaliteet
Kunst, meelelahutus ja vaba aeg						Turismiga seotud rakendused
	1	2	3	4	5	
	Pilotsektorid					
	Muud sektorid					

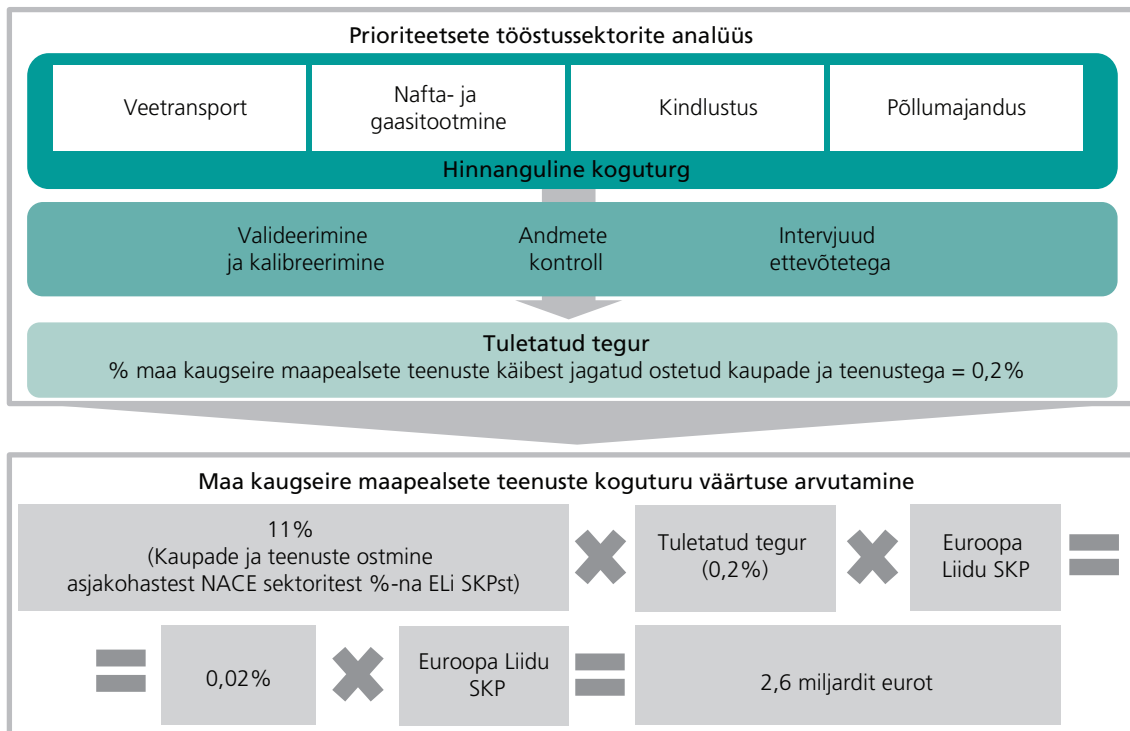
Joonis 1.3. SpaceTec uuringus hinnatud majandussektorid ja potentsiaalse mõju hinnangud

Turupotentsiaali hinnati lähtuvalt turu kogupotentsiaali (*Total Addressable Market*) mudelist, mille puhul leitakse hüpoteetiline kogupotentsiaal mitmesuguseid eeldusi ja piiranguid arvesse võttes (samalaadse funktsionaalsusega toodete levik, turumaht, hinnatase, dünaamika jne). Turu kogupotentsiaali võib vaadelda kui äritulude teoreetilist maksimumi, mille mingi toode, teenus või tehnoloogia võib mingil turul teatud eeldustel saavutada, kuid praktikas üldjuhul ei saavuta.

Tabel 1.8. Metoodika ja andmed prognoosi koostamiseks viies pilootsegmentis

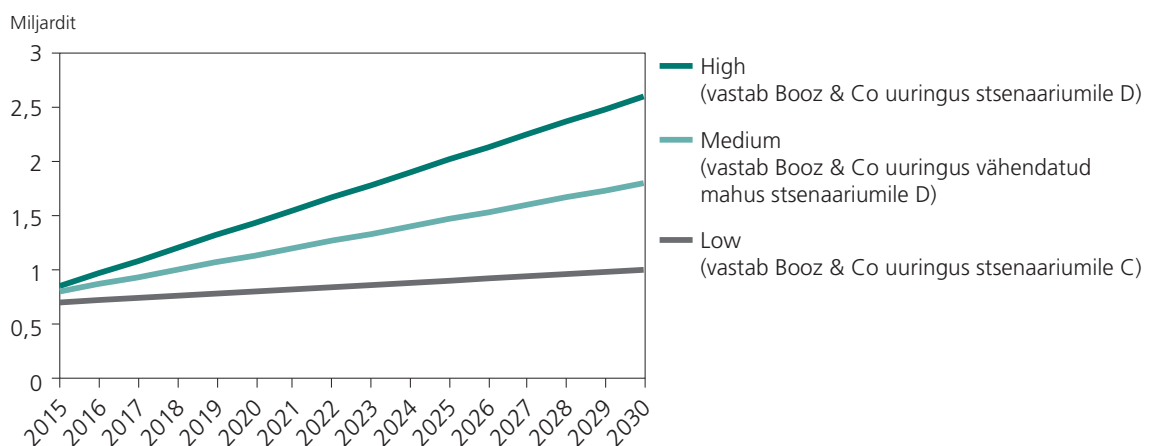
Pilootsegment	Sektori käive Euroopas (mld eurodes)	Turu kogupotentsiaali hindamise kasutatavad näitajad
Põllumajandus	342	<ul style="list-style-type: none"> piisava suurusega kasutatav põllumajandusmaa (vähemalt 1 Euroopa suurusühik >100ha) Maa seireandmete ja teenuste keskmine hind hektari kohta
Kahjukindlustus	276	<ul style="list-style-type: none"> valdkonnas tegutsevate ettevõtete arv riskianalüüsi ja modelleerimise keskmine kulu ettevõtte kohta Maa kaugseire võimalik osakaal riskianalüüsi ja modelleerimise kuludest tehnoloogia kasutuselevõtu eeldatav dünaamika
Toornafta ja maagaasi kaevandamine	124	<ul style="list-style-type: none"> valdkonnas tegutsevate ettevõtete arv keskmised uuringukulud ettevõtte kohta Maa kaugseire võimalik osakaal uuringukuludest tehnoloogia kasutuselevõtu eeldatav dünaamika
Veetransport	95	<ul style="list-style-type: none"> valdkonnas tegutsevate ettevõtete arv keskmised kulud Maa kaugseireandmetele ettevõtte kohta tehnoloogia kasutuselevõtu eeldatav dünaamika
Taastuenergeetika	46	<ul style="list-style-type: none"> taastuenergeetika osakaal korrektsioon turu kogupotentsiaali kordajaga, mis leiti teiste pilootsektorite andmetel

Pilootsektori andmetel rakendatud metoodikat laiendati ka teistele sektoritele, hinnates kvalitatiivselt ülejäänud majandussektorites Maa kaugseire teenuste kasutuselevõtu potentsiaali (joonis 1.4).



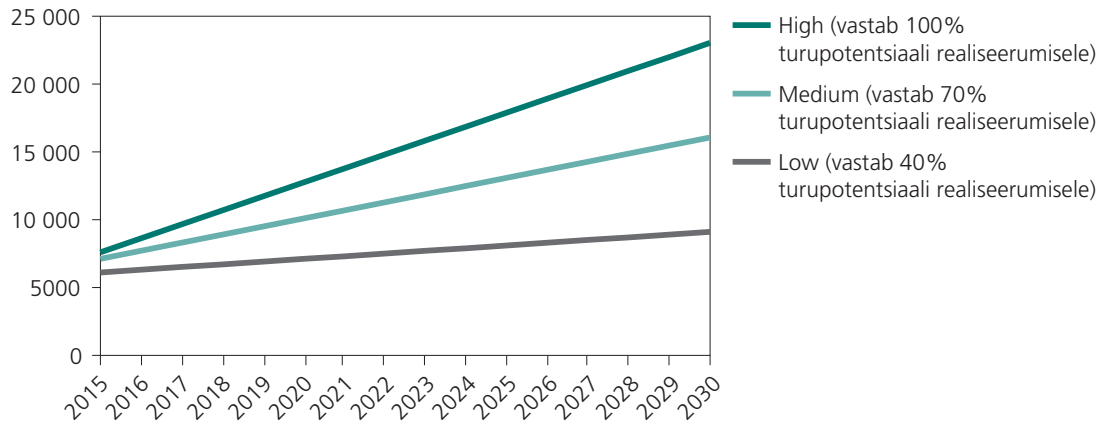
Joonis 1.4. Maa kaugseire maapealsete teenuste potentsiaalse koguturu väärtuse arvutamise metoodika

SpaceTec (2012) uuringus vaadeldi kolme võimalikku tulevikustsenaariumit, mis erinesid aastaks 2030 saavutatava Copernicus programmiga seotud lisaväärtusteenuste käibe poolest – vastavalt 40% (1 miljard eurot), 70% (1,8 miljardit eurot) ja 100% (2,6 miljardit eurot) Maa kaugseire teenuste kogupotentsiaalid, vastavate turu keskmiste kasvumääradega perioodil 2015–2030: 2,4%; 5,5% ja 7,6% (joonis 1.5).



Joonis 1.5. Copernicus programmiga seotud lisaväärtusteenuste turupotentsiaal

SpaceTec (2012) uuringu kohaselt luuakse Euroopas Copernicus programmi otsese mõjuna aastaks 2030 kuni 23 000 töökohta (joonis 1.6). Tööstussektorites tekkinud kõrge kvalifikatsiooniga töökohad mõjutavad tavaliselt tööhõivet ka muudes sektorites, mis tähendab, et Copernicus programmiga võib kaasneda laiem majanduslik mõju, mille tulemusena luuakse aastaks 2030 kaudselt kuni 63 000 töökohta. Copernicus programmi üldine mõju Euroopa tööhõivele aastal 2030 oleks seega kuni 83 000 uut töökohta.



Joonis 1.6. Copernicus programmi mõju tööhõivele

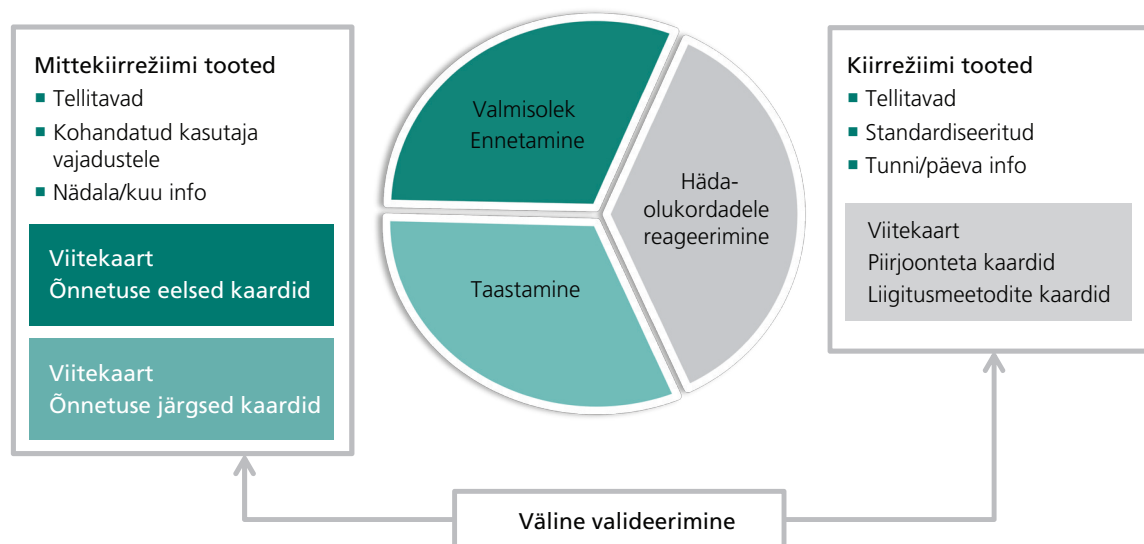
1.2 | Copernicus põhiteenused

1.2.1 | Copernicus hädaolukordade haldamise teenus

Copernicus hädaolukordade haldamise teenuse üldine ülevaade

Copernicuse hädaolukordade haldamise teenus (*Emergency Management Service – EMS*, emergency.copernicus.eu) käivitati 1. aprillil 2012. aastal. EMS-i komponendid (joonis 1.7) ehk kaardistamise toimingud on jaotatud kolme ossa:

- kiireloomuline kaardistamine (*rush mode mapping*);
- mitte-kiireloomuline kaardistamine (*non-rush mode mapping*);
- teenuse valideerimine.



Joonis 1.7. EMS komponendid

Ülevaade EMSi abil läbi viidud kaardistamistoimingutest on esitatud alljärgnevalt:³⁶

(1) Kiireloomuline kaardistamine

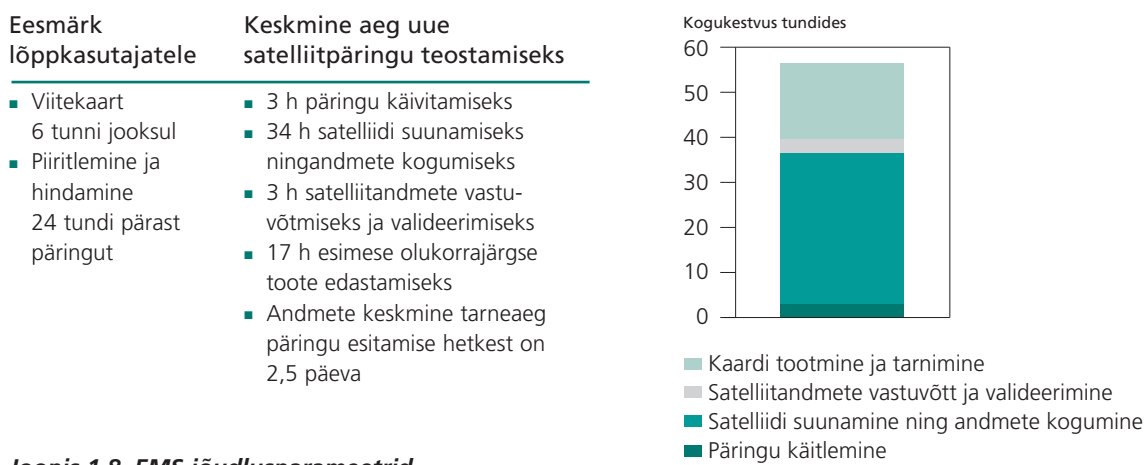
- 2013. aasta aprilli lõpu seisuga olid lõppkasutajad teinud 41 päringut. Esimesel tegevusaastal tehti 31 päringut. See näitaja jäi tunduvalt alla prognoosile (50 päringut). Samas tehti ainult 2013. aasta aprillis 10 päringut, kuid ei ole veel selge, kas tegemist on püsiva kasvutrendiga.
- Euroopa alade kohta tehti 21 päringut (Hispaania 4 korda, Itaalia 4, Suurbritannia 2, Sloveenia 2, Bulgaaria 2, Ungari, Portugal, Rumeenia, Holland, Poola, Rootsi, Horvaatia 1) ning 20 päringut katsid alasid teistes maailmajagudes.
- Euroopa alade kohta tulnud päringud puudutasid peamiselt üleujutusi (6 juhtu) või metsa- ja maastikutulekahjusid (8 juhtu).
- Euroopa välised päringud tehti kas ELi kodanikukaitse organisatsioonide või Euroopa Komisjoni talituste poolt (DG ECHO, DG DEVCO) ning olid peamiselt seotud humanitaarolukorraga Süürias ja selle naaberriikides (11), ümberasustatud isikute (3) ning suurte üleujutustega (6) Aafrikas ja Lõuna-Aasias.
- EMS teenuse arendamisel on tehtud märkimisväärseid edusamme seoses juurdepääsuga liikmesriikide võrdlusandmetele. Üheks olulisemaks sammuks on koostöölepe EEA ning Eurogeographicsi³⁷ vahel, millele on alla kirjutanud 28 riiki (sh 20 EL riiki). Allakirjutanud riigid on edastanud tehnilised parameetrid, mis võimaldavad ligipääsu riiklikele andmebaasidele.³⁸
- Täidetud päringute väljundinfo avaldatakse teenuse portaalis, kui puuduvad piirangud teabe levitamisele.

(2) Mitte-kiireloomuline kaardistamine

- 2012. a esitati vaid üks mitte-kiireloomulise režiimi päring – tulekahju mõjuhindang Chios (Kreeka). 2013. a algul esitati teine päring veevajaduse kaardistamiseks Nyalas (Sudaan).
- Mitte-kiireloomulise kaardistamise prioriteetsusaste EMS teenuse pakkumisel on oluliselt madalam kui kiirkaardistamisel. Siiski on teenuse üldine kasutuselevõtt tublisti alla ootuste, mis võib olla põhjustatud sellest, et satelliitkaugseire abil on vajaliku päringu jaoks info leidmine suhteliselt keerukas või ei suudeta satelliitkaugseire abil vajalikke andmeid esitada.

Copernicus kasutajate foorumi seminar EMS teenuse esimese 9 kuu tegevuse hindamiseks toimus 15. jaanuaril 2013. a Euroopa Komisjon formuleeris selle seminari peamistest järeldustest teenuse parendamise ettepanekud, mis puudutasid eelkõige kiireloomulise kaardistamise režiimi.

Liikmesriikide volitatud kasutajate üldine tagasiside teenusele on positiivne, ehkki üleminek proto-teenuste (perioodil 2009–2011 läbi viidud SAFER³⁹ ja linker⁴⁰ projektid) faasist täisteenuse faasi on olnud probleemataoline. Teenuse osutamise kiirus on ülioluline faktor, kuid päringule suudetakse vastata eesmärgiks seatud 24 tunni jooksul vaid üksikutel juhtudel – üldjuhul siis, kui vajalikud satelliidifotod on juba arhiivis või kui huvi-pakkuva ala seire on eelnevalt kavandatud (joonis 1.8).



Joonis 1.8. EMS jõudlusparameetrid

³⁶ Ettekanne „Status of the Copernicus Emergency Management Service, 3rd May 2013“ Copernicus Komitee koosolekul Brüsselis, 5.05.2013.

³⁷ www.eurogeographics.org/

³⁸ gisc.ee.europa.eu/news/partnership-agreement-ensures-access-to-reliable-mapping-data-for-european

³⁹ safer.emergencyresponse.eu/site/FO/scripts/myFO_accueil.php?lang=EN

⁴⁰ www.zki.dlr.de/project/1394

Copernicus hädaolukordade haldamise teenus Eestis

EMS teenuse rahvusliku kontaktpunkti roll on Siseministeeriumi (SM) teabeseire osakonna (TSO) kanda, kuna TSO põhiülesandeks on operatiivinformatsiooni kogumine ja vahendamine ning riigisisese ja rahvusvahelise teabe kogumise koordineerimine hädaolukorra korral. Lisaks kontaktpunktile asuvad Eestis EMS teenuse lõppkasutajad veel Päästeametis, PPA-s, Kaitsepolitseiametis. EMS ettevalmistamisse kaasati SM esindaja alates 2008. a, enne esindas Eestit Päästeamet. EMS teenust ettevalmistavas faasis oli Eesti esindajate peamiseks ülesandeks võimalike kasutusjuhtude defineerimine.

EMS portaali TSO igapäevatöös ei kasutata. SM poolt hädaolukorra seaduse alusel koostatud hädaolukordade riskianalüüside kokkuvõttes⁴¹ toodud **raskete tagajärgedega hädaolukordadest** katab EMS **tulvaveest põhjustatud üleujutused ja ulatuslikud metsatulekahjud**. SM hinnangul⁴² on kiireloomulise kaardistamise päringu tegemine Eesti mastaabis mõlemal juhul kasutu, võttes arvesse joonisel (joonis 1.8) esitatud kiireloomulise kaardistamise režiimi päringute *de facto* täitmise aega, mistõttu on nt ulatuslike metsatulekahjude puhul operatiivjuhtimise toetamisel jätkuvalt eelistatud helikopterite ja lennukite kasutamine.

Metsatulekahjude varajase avastamise tehnoloogia katsetamiseks käivitas Riigimetsa Majandamise Keskus (RMK) 2007. a Läänemaal pilootprojektina automatiseeritud elektroonse metsatulekahjude avastamise süsteemi. Süsteem koosnes mobiilsidemastidesse paigaldatud viiest kaamerast (*fire lookout tower*) tööraadiusega kuni 20 km ja juhtimiskeskusest. Pilootsüsteemi tööala oli kokku 1750 km² ja ligikaudne maksumus üle 0,5 miljoni euro. Kevadeti, enne tuleohtliku perioodi algust, läbivad süsteemioperaatorid vastava koolituse ja süsteem rakendatakse tööle siis, kui Päästeamet kuulutab välja tuleohtliku perioodi.

Kuigi pilootsüsteem on osutunud töökindlaks ning kõik kaamerad ja juhtimiskeskus on töökorras, ei ole RMK elektroonse tulekahju avastamise süsteemidesse rohkem investeeritud ega kavanda süsteemide laiendamist tulevikus.⁴³ Aastaid kasutas RMK metsatulekahjude avastamiseks lennuseiret, kuid sellest loobuti vähese kasuteguri tõttu.

Kõige olulisemaks teabeallikas metsatulekahjude avastamisel on jäänud kodanike teated. RMK kõikidel töötajatel ja lepingupartneritel on kohustus koheselt reageerida, kui avastatakse metsatulekahju. Samuti on metsas palju külastajaid. Vihterpalu suurpõleng 2008. aastal avastati küll elektroonsete kaamerate abil,⁴⁴ kuid telefonikõne tulekahjust teatamiseks tehti põlenguala lähedalt 1 minut enne tulekahju avastamist kaamerate poolt.

Satelliitkaugseire või mõne teise kõrgtehnoloogilise meetodi rakendamise asemel on majanduslikult otstarbekam kulutada ressursse tulekahjude vältimisele ehk ennetustegevusele, sest statistikale tuginedes saab inimese otsese või kaudse tegevuse mõjul alguse keskmiselt 99% metsa- ja maastikutulekahjustest. Enim levinud põhjused on hooletu suitsetamine, lõkete tegemine, kulupõletamine ja kuritahtlik süütamine. Kaugseire meetodite kasutamine tulekahju avastamiseks ei kuulu RMK kavadesse.

Keskonnaministeeriumi (KKM) tellimusel valminud üleujutusohu riskide esialgse hinnangu kohaselt on üleujutusohuga seotud oluliste riskipiirkondadena Eestis kaardistatud Audru valla Papsaare küla tiheasustusalad, Haapsalu linn, Kohtla-Järve linna Järve linnaosa, Kuressaare linn, Pärnu linn, Tallinna linna Haabersti, Põhja-Tallinna ja Pirita linnaosad, Tartu linn ja Võru linn. Nimetatud piirkondade korral on tegemist tiheasustusaladega, kus üleujutus võib mõjutada vähemalt 500 inimest.⁴⁵

Üleujutused võivad tekkida siseveekogude ja mere veetaseme tõusust, aga ka veekogudega mitte seotud aladel, kus pinnas ei suuda rohketest sademetest ja lumesulamisest tekkivat vett mahutada. Üleujutuste põhjused on valdavalt looduslikud, kuid võivad olla seotud ka inimtegevusega. Viimasel juhul on üleujutuste põhjusteks peamiselt hüdroelektrijaamade, veevarustussüsteemide või paisude veerežiimile mittevastavus. Eesti jaoks üheks omapärasemaks probleemiks on ka Ida-Viru maakonnas maa-alustes suletud kaevandustes veetaseme tõusust tingitud üleujutused.

Veetaseme tõusu põhjustavad valdavalt kevadine suurvesi ja tulvavesi. Kevadine suurvesi on põhjustatud kevadisest jää ja lume sulamisest, mis algab Eestis tavaliselt märtsi lõpus või aprilli esimestel päevadel. Suurveeagne veetaseme tõusu intensiivsus on kõige tuntavam Lõuna- ja Lääne-Eestis. Tulvavee võib põhjustada paduvihm või kauakestev vihmasedu ning lume intensiivne sulamine äkilise soojalaine tagajärjel. Tulvavete osakaal üleujutuste põhjustajana kasvab Eestis idast läände. Pidevas üleujutusohus on oma geograafilise asendi tõttu Võru linn.

41 www.siseministeerium.ee/public/HO_RA_2011.pdf

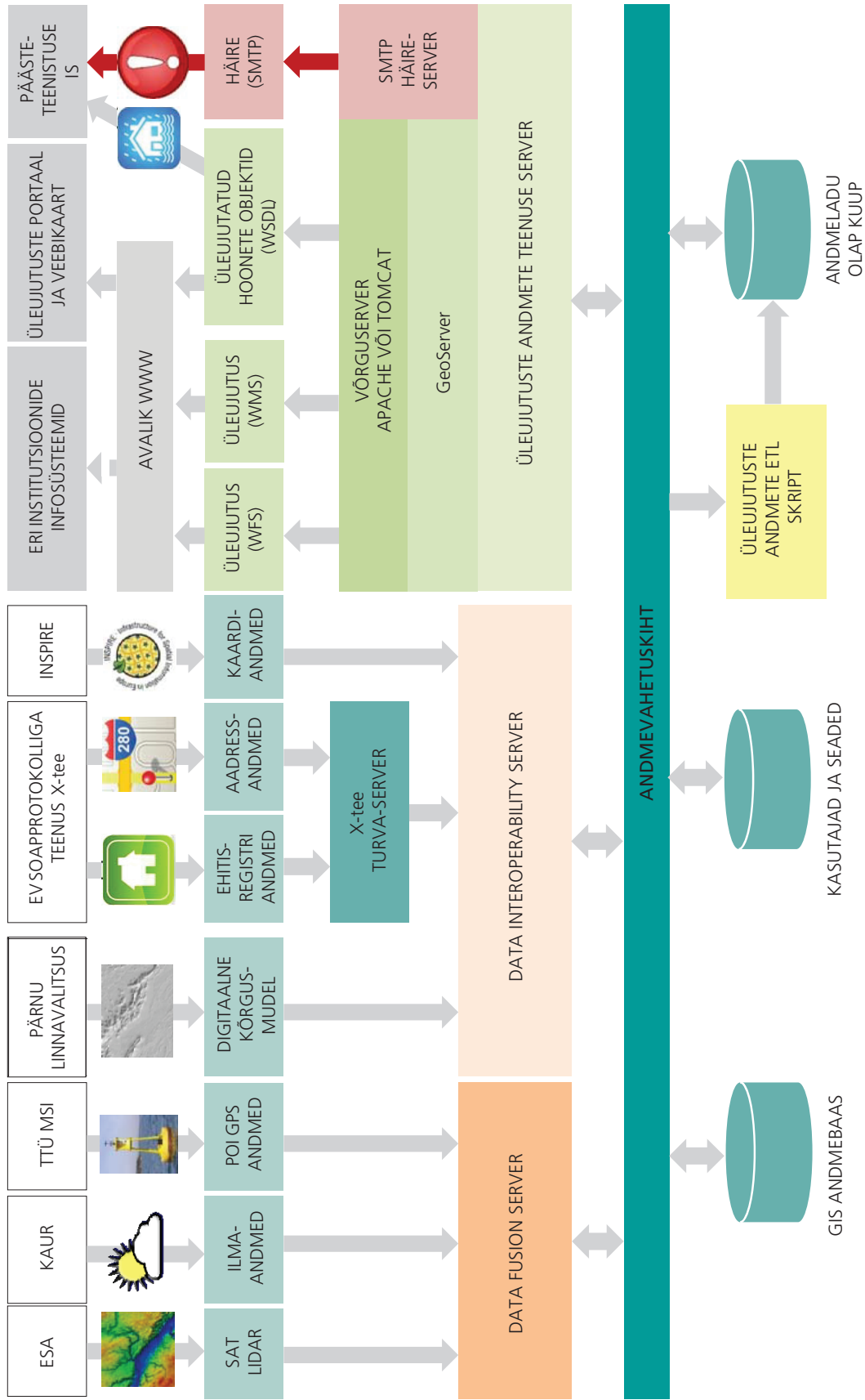
42 Intervjuu Andrus Krooni ja Heiki Heinla'ga (EV Siseministeerium) 22. veebruaril 2013. a.

43 Riigimetsa Majandamise Keskuse vastus avaliku teabe päringule 15.05.2013.

44 www.rm.k.ee/organisatsioon/pressiruum/uudised/

uudised-2008/26052008-rmk-tulevalve-kaamerad-avastasid-vihterpalu-polengu-kell-1222

45 www.envir.ee/ujutus



Joonis 1.9. Läänemere rannikuala ülejuutuste hoiatussüsteemi prototüübi arhitektuur

Regio AS koos Keskkonnaagentuuri (KAUR) ilmateenistusega, Tallinna Tehnikaülikooli Meresüsteemide Instituudi (TTÜ MSI) ja Pärnu linnaga viis 2012.–2013. a läbi Läänemere rannikuala üleujutuste hoiatussüsteemi loomise teostatavusuuringu projekti.⁴⁶ Veetaseme ennustus põhineb Läänemeremaade rahvuslikel ilmateenistustel. Eestis on kasutusel TTÜ MSI poolt väljatöötatud ja KAURis rakendatud HIROMB mudel, mille sisendeid täiendatakse üleujutuste hoiatussüsteemis satelliitidelt pärinevate andmetega.

Projekti tulemiks on lõppkasutajale intuiitiivselt mõistetav modelleeritud kaardisituatsioon veepiiri asukohast järgmise 48 tunni jooksul, kasutades maksimaalselt ära Maa kaugseire võimalusi. Üleujutuste hoiatussüsteemi kasudeks oleks üleujutuskahjude vähendamine kuni 50% võrra, üleujutuseelsete ennetustööde planeerimine ja kaldakindlustuste õigeaegne rajamine, evakueerimise optimaalsem korraldamine, arenduste parem planeerimine, isikliku vara ning inimeste säästmine. Loodud prototüüpi testiti edukalt Päästeameti Lääne päästkeskuse poolt.

Loodud prototüübi baasilt oleks võimalik edasi arendada pidevalt reaajas toimiv täisautomaatne kriisiteavituse ekspertsüsteem. AS Regio hinnangul oleksid sellise süsteemi loomise kulud 0,4 miljonit eurot, koosnedes:⁴⁷

- vajaliku taristu loomise kuludest (50 000 eurot);
- satelliidiandmetel põhineva prognoosimudeli loomise kuludest (100 000 eurot);
- reaajas toimiva süsteemi arenduse kuludest (100 000 eurot);
- kasutajaliidese arenduse, sh 3D mudeli ja veebikaardi arenduse kuludest (100 000 eurot);
- teenusepakujate infosüsteemidesse liidestuste loomise kuludest (50 000 eurot).

TSO arvamuse kohaselt võiksid Eesti puhul EMS teenuse kiireloomulise kaardistamise režiimi päringu tegemise aluseks olla piirialadega seotud kasutusjuhud – Venemaa metsatulekahjude jälgimine Eesti piiri läheduses või Venemaa tuumaelektrijaamade (nt Sosnovõi Bor) võimaliku lekke korral radiatsioonitaseme monitooring, kuid ka nimetatud kaasuste korral omaksid EMS teenuse väljundid väärtust üksnes koos KAUR-i või Keskkonnaameti poolt pakutavate *in situ* andmetega.⁴⁸

1.2.2 | Copernicus maaseire põhiteenus

Üheks olulisemaks vahendiks keskkonna ja looduspärandi säilitamiseks ning haldamiseks on terviklik ja õigeaegne teave maapinnakatte, selle muutuste ja taimestiku seisukorra kohta. Copernicuse maismaaseire põhiteenuse esialgsed toimingud (2011–2013) on keskendunud suurt hulka kasutajaid mõjutavale mitmeetstarbelisele üldinformatsioonile. Defineeritud on neli komponenti:

- globaalne komponent, mis pakub biofüüsikalisi muutujaid ülemaailmsel tasandil – komponenti rakendamise eest vastutab Euroopa Komisjoni Teadusuuringute Ühiskeskus (JRC);
- üle-euroopaline maapinna katte, selle muutuste ja omaduste komponent, mis hõlmab endas:
 - Euroopat katva kõrgresolutsioonilise pildimosaiigi koostamist,
 - spetsiifiliste maakatte omadustega viie Euroopat katva kõrgresolutsioonilise kihi koostamist;
 - CORINE maakatte järjepidevuse tagamist läbi uute rakenduste vaatlusaastal (2012);
 - tugiteenuseid riikide jõupingutuste ühtlustamisel – nii üle-euroopalise ja riiklike maakatete tegevuste sünergia parendamisel kui ka INSPIRE rakendamisel;
- kohalik komponent, mis pakub kõrgresolutsiooniga infot konkreetsete huvialade kohta;
- *in situ* andmete kooskõlastamise komponent, mis toetub INSPIRE arhitektuurile ning annab lisaväärtust Copernicuse teenustele.

Kõik viis Euroopat katva kõrglahutusega kihti on seotud peamiste maakatete tüüpidega – tehiskatted, metsalad, põllumajanduspiirkonnad (rohumaad), märgalad ning väikeveekogud. Maismaaseire põhiteenus kasutab kahte rakenduskeemi: 1) tsentraliseeritud rakendus, mida kasutavad erinevad teenusepakujad läbi raam- ja teenuslepingute; 2) deentraliseeritud rakendus, mida kasutavad osalevate riikide riigiasutused läbi toetuslepingute.

CORINE raames on üle-euroopaliselt aegridasid maapinnakatte ning maakasutuse kohta kogutud alates 1990. aastast, et jälgida nii looduslikest kui ka inimtegevuse tagajärjel toimunud protsessidest tingitud muutusi maapinnal. CORINE andmekogude viimane uuendus viidi läbi suures osas 2012. aastal (eelmised toimusid 1990, 2000, 2006), ehkki Eesti puhul alustatakse CORINE 2012 andmete ajakohastamisega 2013. a.⁴⁹ CORINE uuendus annab infot maakatte muutuste kohta vahemikus 2006–2012 ning võimaldab vaadelda 2012. aasta olukorda eraldi.

46 Projekt valiti ESA IAP programmi aastal 2010 toimunud ideekonkursi kaudu, Ref: ESA 4000105534/12/NL/KML

47 Priit Anton'i (AS Regio) ettekanne Eesti Kosmoseasjade Nõukogu koosolekul 18. juunil 2013. a.

48 Intervjuu Andrus Kroon'i ja Heiki Heinla'ga (EV Siseministerium) 22. veebruaril 2013. a.

49 Intervjuu Tiina Dišlis'ega (Keskkonnaagentuuri teabeosakonna juhataja), 6. märtsil 2013. a.

Tabel 1.9. Copernicuse maismaaseireteenuste tarnitud ala seisuga 31. märts 2013⁵⁰

Piirkond	Kõrglahutusega andmekihid	Tarnitud ala (km ²) 31/3/2013 seisuga	Tarnitud ala (%) 31/3/2013 seisuga
Põhja-Euroopa	Tihendatus	103 457	7,45
	Metsa tüüp	173 285	12,48
	Metsatihedus	173 285	12,48
Kesk-Euroopa	Tihendatus	1 042 511	40,64
	Metsa tüüp	775 197	30,22
	Metsatihedus	775 197	30,22
Lõuna-Euroopa (Vahemere lääne- ja keskipiirkond)	Tihendatus	369 075	30,7
	Metsa tüüp	369 075	30,7
	Metsatihedus	369 075	30,7
Lõuna-Euroopa (Vahemere idapiirkond)	Tihendatus	262 512	33,6
	Metsa tüüp	262 512	33,6
	Metsatihedus	261 343	33,5
Kõik EEA liikmesriigid	Rohumaad	842 979	14,2
	Veekogud	892 497	15,06
	Märgalad	946 431	15,97

Tabelis (tabel 1.9) on toodud kõrgresolutsiooniliste kihtide tootmise staatus 31. märtsi 2013. a seisuga. EEA on alustanud Copernicuse maapinnaseire info koondamist eraldi veebikeskkonda aadressil land.copernicus.eu. Info kogumisel on oluline taatlemist ja tõhustamise meetmeid käsitlevate töötubade organiseerimine selleks, et nii osalevad riigid kui ka teenusepakkujad koostaksid kõrgresolutsioonilisi kihte samadel põhimõtetel. Lisaks tegeletakse küsimustega, mis puudutavad riikide andmekogude integreerimist ja nende kasutamist Euroopa kontekstis.

Üld- ja regionaalplaneeringuid või valdkondlikke teemaplaneeringuid koostavate ning keskkonnamõtjude hindamisega tegelevate Eesti ekspertide jaoks jäävad nii CORINE maakatte andmed kui ka maismaaseire põhiteenuse kõrglahutusega andmekihid üldjuhul ebatäpseteks. Maa-ameti, VTA jt ametkondade poolt hallatavad kogu Eestit katvad geoinfo andmekogud pakuvad oluliselt täpsemaid andmeid, mille kohandamine konkreetsete ruumilise planeerimise ülesannete lahendamiseks on mugavam ja operatiivsem.⁵¹

Euroopa Komisjoni poolt tellitud tasuvusanalüüs (Booz & Co, 2011)⁵² on maismaaseire põhiteenuse ühe võimaliku rakendusvaldkonnana toodud välja Euroopa ühtse põllumajanduspoliitika pindalatoetuste (ÜPT) järelvalve: *“Tasuvusanalüüs eeldatakse, et Copernicus programm võib läbi tõhusama järelvalve vähendada pettusi ÜPT süsteemis. I.../ Toetavad missioonid pakuvad kõrge (HR) ning väga kõrge resolutsiooniga (VHR) satelliidipilte, mis võimaldab avastada pettusi ÜPT maksete saajate hulgas. Eeldatakse, et Sentinel-2 andmeid saab rakendada selle protsessi tõhustamiseks. See meetod võimaldab 1) omavahel seostada satelliidipildid ning nõuetele vastavuse kontrolli ning 2) teostada põhjalikumalt ning kiiremat kontrolli kui siiani.”*

JRC hinnangul aga Maa kaugseirel põhineva ühtse põllumajanduspoliitika järelvalve võimalikud seosed Copernicus programmiga keskpikas perspektiivis alles selguvad.⁵³ Ühtse põllumajanduspoliitika järelvalvel kasutatakse kontrolliks kõrglahutusega satelliidipilte eelistatult 50 cm pikseli suurusega, kuid kindlasti alla 70 cm pikseli suurusega. Peamised kasutatavad meetodid on kõrglahutusega pildid koos kohapealsete paikvaatlustega või koos kõrglahutusega satelliidifotode aegridadega. Samas on teada, et Sentinel-2 ei suuda pakkuda piisava lahutusvõimega pilte, mis rahuldaks ÜPT kontrollimõõtmiste eesmärke.

50 Ettekanne „Copernicus land monitoring service: Status briefing, April 2013“ Copernicus Komitee koosolekul Brüsselis, 5.05.2013.

51 Intervjuu Kuido Kartau (OÜ Hendrikson & Ko) ja Ülli Reimets'aga (OÜ Hendrikson & Ko), 23. mail 2013. a.

52 gmes.gov.cz/sites/default/files/documents/Cost_Benefit_Analysis_for_GMES.pdf

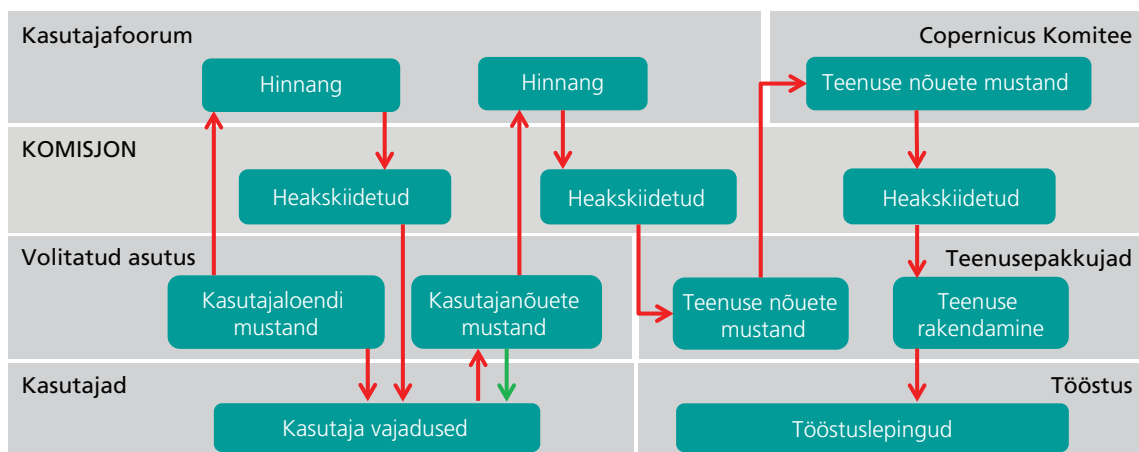
53 Intervjuu Pär Johan Åstrand'iga, (Euroopa Komisjoni Teadusuuringute Ühiskeskus), 21. mail 2013. a.

1.2.3 Copernicus põhiteenuste rakendamine Eestis

Eesti on olemasolevad täistoimivad Copernicus põhiteenused juurutanud, määrates andmetoodete kasutuselevõtuks **volitatud kasutajad** vastavalt riigiasutuste haldusülesannetele, nt Copernicus hädaolukordade juhtimise teenuse rahvusliku kontaktpunkti roll on SM teabeseire osakonna kanda. Samas on täistoimivad Copernicus põhiteenused Eestis aktiivseks kasutamiseks kas liiga madala resolutsiooniga (maismaaseire teenus) või ei ole peamised kasutusjuhud vastavuses Eesti tegelike vajadustega sisejulgeoleku tagamisel ja riiklikele hädaolukordadele reageerimisel (hädaolukordade juhtimise teenus). Kuigi Eesti on osalenud teenuste ettevalmistamises, nimetanud volitatud isikud teenuste siseriiklikuks kasutamiseks ja osalenud teenuste finantseerimises (läbi EL eelarvesse panustamise), ei loo täistoimivad põhiteenused märkimisväärset lisaväärtust, nt avalike teenuste paranenud kuluefektivsuse näol.

Samas arendatakse Copernicus põhiteenuseid edasi ning samuti peaks peatselt täistoimiva teenuse faasi jõudev Copernicus merekeskkonna seire põhiteenus andma olulist sisendinformatsiooni Eestis juba arendatud ja ka tulevikus arendatavatele merega seotud lisaväärtusteenustele. Copernicus põhiteenuste arendamisel on vastavalt täiustatud kasutajavajaduste väljaselgitamise protsessile (joonis 1.10) oluline roll Copernicus kasutajate foorumil.

Kasutajate foorum on eriotstarbeline organ, mis nõustab Euroopa Komisjoni (i) kasutajate vajaduste määramise ja valideerimise osas ning (ii) Copernicus programmi kooskõlastamise osas selle kasutajatega avalikus sektorist. Kasutajate foorumi eesistujaks on komisjon, mis koosneb liikmesriikide poolt määratud Copernicus programmi lõppkasutajatest avalikus sektoris. Euroopa Komisjon viib läbi temaatilisi töötubasid – kasutajate foorumi koosolekutel käiakse tavaliselt läbi 2–3 temaatilist valdkonda.



Joonis 1.10. Lõppkasutajate ja teenustega seotud nõuete väljaselgitamise protseduur

2013. a märtsis toimunud kasutajate foorumi 5. koosolekul keskenduti kasutajavajaduste väljaselgitamise protsessi täiustamisele. Uus protsess peab tagama, et Copernicus oleks vajaduspõhine (*user-driven*) programm. Euroopa Komisjon rõhutab lõppkasutajate kaasamise juures samas ka seda, et kõikidel programmi muutvatel otsustel on tehnoloogilised, rahanduslikud ja administratiivsed mõjud. Põhiprotsessi kontseptsioon põhineb järgmisel:

- Euroopa Komisjon vastutab lõppkasutajate ja teenustega seotud nõuete eest (kinnitab), seejuures tellib Euroopa Komisjon teenuse ja kasutaja nõuete protsessi koostamise allhankena välistelt ekspertgruppidele, mis võivad olla kasutajanõuete ja teenuse nõuete protsesside korral erinevad;
- Euroopa Komisjon konsulteerib kasutajate foorumiga enne kasutajanõuete kinnitamist;
- Euroopa Komisjon konsulteerib Copernicus Komiteega enne teenuse nõuete kinnitamist.

2013. a suve seisuga Eestil Copernicus kasutajate foorumis oma esindaja puudub. Kui seni on esindaja määranud MKM, siis arvestades seda, et kasutajate foorumi koosolekutel käiakse tavaliselt läbi 2–3 temaatilist valdkonda, tasub Eestil kaaluda Haridus-ja Teadusministeeriumi juures ekspertgrupina tegutseva Kosmosepoliitika töögrupi (KPTG) või ka Eesti Kosmosebüroo poolt koordineeritava Kaugseire nõukoja tegevuse sidumist Copernicus kasutajate foorumi tegevusega. Aktiivne osalemine kasutajate foorumis võimaldaks mõjutada ülalt-alla põhimõttel arendatavate põhiteenuste funktsionaalsust selliselt, et põhiteenused vastaksid rohkem Eesti spetsiifilistele vajadustele.

1.3 Copernicus lisaväärtusteenused merereostuse tuvastamise teenuse näitel

1.3.1 CleanSeaNet teenuse üldine ülevaade

CleanSeaNet teenust on nimetatud ka Copernicus täisteenuseks, kuigi see on eraldiseisva eelarvega ja EMSA poolt juhitava teenusena Copernicus programmi vaatenurgast iseseisev Maa kaugseire teenus. Samas vastavad CleanSeaNet teenuse arhitektuur, teenuse pideva edasiarendamise printsiibid (sh lõimimine Copernicus põhiteenustega), selle kogu Euroopat kattev laialdane kasutajaskond ja teenuse tulemusindikaatorid just ettekujutusele Copernicus teenusest. Nii on CleanSeaNet teenuse puhul kasutatud väljendit „*blueprint of a GMES service*“.

Direktiivi 2005/35/EÜ⁵⁴ (muudetud direktiiviga 2009/123/EÜ⁵⁵), mis käsitleb laevade põhjustatud merereostust ning karistuste kehtestamist merereostusega seotud rikkumiste eest, Artikliga 10 kohustati EMSA-t tegema EL liikmesriikidega koostööd tehniliste lahenduste arendamisel ja tehnilise abi pakkumisel, muuhulgas saasteainete merreheitmise kindlakstegemiseks satelliitkaugseire abil. Selle ülesande täitmiseks on EMSA alates 16. aprillist 2007. a opereerimas CleanSeaNet teenust, millel on kaks peamist eesmärki:

- toetada EL rannikuriike ebaseaduslikult merre juhitud saasteainete tõrjel avamere pideva seirega – identifitseerides ja jälgides õlireostust merepinnal ning aidates tuvastada võimalikke merereostuse põhjustajaid;
- toetada EL rannikuriikide reostustõrje operatsioone, seirates õnnetuste tõttu tekkinud reostust.

CleanSeaNet on seega lõimitud riiklike ja regionaalsete (näiteks HELCOM) merereostuse tõrje meetmete ahelasse, suurendades teenusega seotud riikide seirevõimekust ja reostustõrje efektiivsust.

Esimese põlvkonna CleanSeaNet teenust (alates teenuse käivitamisest kuni 31. jaanuarini 2011. a) iseloomustavad faktid ning olulisemad tegevustulemused:⁵⁶

- Esimese põlvkonna CleanSeaNet teenus põhines kolme tehisavaradari (SAR) sensoritega varustatud polaarorbiidiga satelliidi – ESA ENVISAT⁵⁷ satelliidi ning Kanada Kosmoseagentuuri RADARSAT-1⁵⁸ ja RADARSAT-2⁵⁹ satelliitide piltidel. Radarsatelliitide kasutamine võimaldab seiret nii pimedas kui pilvkatte korral. Kuna õlilaid muudab merepinna siledamaks, muutub ka merepinnalt tagasi peegeldunud elektromagnetlainete iseloom ja tulemuseks on tumedam pind satelliidipildil.
- Esimese põlvkonna CleanSeaNet teenus vahendas lõppkasutajatele üle 8000 satelliidipildi, s.o keskmiselt enam kui 2000 pilti aastas. Satelliidipiltide tihedus varieerus piirkonniti 1–2 pildist kuus enam kui 20 pildini kuus, sõltudes rannikuriikide poolt defineeritud seirevajadusest;
- CleanSeaNet teenus on peaaegu reaajas (*Near Real Time*) teenus – satelliidiinfo edastatakse lähimasse kokku viiest maajaamast, kus see töödeldakse ja analüüsitakse. Andmete töötlus ja analüüs on jätkuvalt olulisel määral EMSA analüütikute poolt läbi viidav manuaalne protseduur, ehkki üha enam tarkvaralistel vahenditega toetatud. Kui on alust oletada reostust, edastatakse pilt ja hoiatusteade vastava liikmesriigi volitatud ametkonnale. Kogu protsess satelliidipildi andmetöötlukest kuni lõpptoote edastamiseni rannikuriikide volitatud kasutajatele teostatakse 30 minuti jooksul alates satelliidi ülelennust vastavast piirkonnast (joonis 1.11).
- Reostushoiatus edastatakse teenuse lõppkasutajatele, merereostuse ohjamise eest vastutavatele ametkondadele (üldjuhul piirivalvele), kes annavad hoiatusele kas lennuvahenditega või patrull-laevadega läbi viidava kohapealse kontrolli alusel lõpliku kinnituse või teavitavad EMSA-t valehäirest, reostusele sarnasest anomaaliast, mida võivad tekitada teatud tuule- või jääolud, vetikad, õietolm, tormijärgselt üleskerkinud muda jms. EMSA hinnangul on praegune satelliidipiltide tihedus (2000–2500 pilti aastas) CleanSeaNet teenusele optimaalne tase, sest kuigi EMSA suudaks satelliidipiltide tihedust veelgi tõsta, ei suudaks liikmesriigid samavõrd kiiresti tõsta suutlikkust viia läbi reostushoiatuse kohapealse kontrolli;⁶⁰
- Esimese põlvkonna CleanSeaNet abil tuvastati kokku 8866 potentsiaalset reostusjuhtumit, millest kohapeal kontrolliti 2828 juhtumit (neist omakorda 745 osutusidki õlireostuseks).

54 eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2005:255:0022:014:et:PDF

55 eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:280:0052:0055:ET:PDF

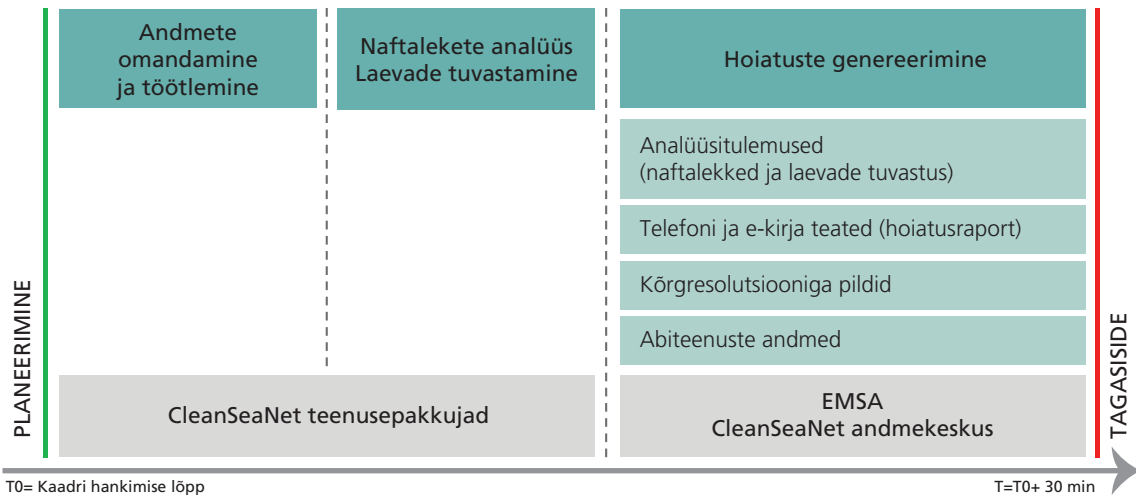
56 CleanSeaNet First Generation: 16 April 2007 – 31 January 2011; European Maritime Safety Agency; 61 lk.

57 www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Envisat_overview

58 www.asc-csa.gc.ca/eng/satellites/radarsat1/default.asp

59 www.asc-csa.gc.ca/eng/satellites/radarsat2/default.asp

60 Intervjuu dr Olaf Trieschmann'iga (CleanSeaNet teenuse juht, EMSA), 12. aprillil 2013. a.



Joonis 1.11. CleanSeaNet peaaegu reaalajas teenusena

CleanSeaNet teenust on alates käivitamisest pidevalt täiustatud. Esimese põlvkonna CleanSeaNet teenuse olulisemad arengud olid RADARSAT-2 piltide kasutuselevõtt, maajaama töö käivitamine Assooridel, tarkvara-komponentide lisamine reostuse liikumise modelleerimiseks või võimalike reostajate tuvastamiseks.

Viimase aasta jooksul on ilmnunud probleemid kahega kolmest esimese põlvkonna CleanSeaNet teenuse pakkumisel kasutatud tehisavaradarist:

- 9. mail 2013. a edastatud pressiteates kinnitas Kanada Kosmoseagentuur RADARSAT-1 missiooni lõppemist tehnilise rikke tõttu;⁶¹
- 9. mail 2012. a kuulutas ESA ametlikult lõppenuks ENVISAT missiooni, kuna satelliidiga kaotati kontakt.

CleanSeaNet teenuse peamised toorandmete allikad on praegu RADARSAT-2 ja Cosmo-SkyMed-4⁶² satelliidid. 2013. a jooksul jätkatakse TerraSAR-X⁶³ testimist teise põlvkonna CleanSeaNet teenuse pakkumisel. Pidevalt arendatakse tarkvaralisi vahendeid CleanSeaNet maajaamades pildituvastusega tegelevate analüütikutite otsuste toetamiseks. Oluliseks CleanSeaNet teenuse arendamise suunaks on ka okeanograafilise informatsiooni integratsioon CleanSeaNet portaali (sh koostöö Copernicus merekeskkonna põhiteenust arendava MyOcean2 projekti konsortsiumiga), toetamaks reostustörje meetmete optimaalset valikut.

EMSA tegevus talle direktiiviga 2005/35/EÜ⁶⁴ antud ülesannete täitmisel on laiem. EMSA kogub, süstematiseerib ja levitab EL liikmesriikidele infot:

- teadus- ja arendusprojektide, uuringute ja tehnoloogiate kohta, mis on suunatud merereostuse ennetuse ja tõrje suutlikkuse tõstmisele;
- avaliku sektori poolt loodud finantseerimisvõimaluste kohta, millega toetatakse merereostuse ennetuse ja tõrje suutlikkuse tõstmisele suunatud arendustööd.

EMSA poolt 2009. aastal koostatud vastavasisulisel teabekogus oli info 256 teadus- ja arendusprojekti kohta Euroopas (sh ka Läänemere regioonis merereostuse ennetamisele ja tõrjele suunatud projektide kohta).⁶⁵

1.3.2 CleanSeaNet teenuse majanduslik mõju EL tasandil

Esimese põlvkonna CleanSeaNet rakenduse iga-aastane kulu oli keskmiselt 2,7 miljonit eurot, mille saab jaotada järgmisteks komponentideks: 1) kulud satelliidipiltide kogumisele, töötlemisele ning analüüsimisele moodustavad 50% teenuse kuludest; 2) erinevad litsentsitasud ja rakenduse seadistamis- ning hoolduskulud moodustavad ülejäänud kulud.

⁶¹ www.asc-csa.gc.ca/eng/media/news_releases/2013/0509.asp

⁶² www.cosmo-skymed.it/en/index.htm

⁶³ www.astrium-geo.com/terrasar-x/

⁶⁴ eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2005:255:0022:014:et:PDF

⁶⁵ EMSA Inventory of R&D projects relevant to marine pollution preparedness, detection and response; November 2009, emsa.europa.eu/opr-documents/download/416/410/23.html

CleanSeaNet teenus täiendab kulutõhusal viisil ELi rannikuäärsetes liikmesriikides loodud süsteeme, reageerimaks paremini laevaheitmete loata merrelaskmisele ja naftareostustele. Ühiselt arendatud süsteem Euroopa tasandil võimaldab optimeerida vahendite kasutamist ning pakub mastaabisäästu:

- suuri ja/või kaugemaid piirikondi kattev satelliitkaugseireteenus on kuni 10 korda odavam õhuseirest;
- tänu tsentraliseeritud hankelepingutele saavutati ligi 20% suurune kokkuvõtte satelliidipiltide litsentsitasudelt;
- iga EMSA poolt lõppkasutajateni vahendatud töödeldud satelliidipilt kattis keskmiselt 2,6 rannikuriigi huvipiirkonna. Tellides pilte tsentraalselt, on võimalik oluliselt vähendada piltide arvu rannikuäärsete liikmesriikide seirevajaduste täitmiseks.

Tabel 1.10. Esimese põlvkonna CleanSeaNet eelarve 2007–2009⁶⁶

2007–2009	Maksud (€)
CleanSeaNet	4 671 731
CleanSeaNet kasutajatugi	223 995
CleanSeaNet teenuse arendamine	2 283 212
Kokku	7 178 938

Kahjuks ei ole võimalik võrrelda CleanSeaNet teenuse kuluefektiivsust kuni 2007. aastani liikmesriikides käibinud teenustega, kuna enne 2007. a aprilli oli vaid 12 liikmesriigil varasem tehisaradaripiltide kasutamise kogemus naftareostuse avastamisel ning vaid üksikud liikmesriigid olid ostnud antud valdkonnas erasektori teenusepakkujatelt teenuseid. EMSA tegevuse tulemusena konsolideeriti valdkonna tehnika tase ühtseks teravilikuks lisaväärtusteenuseks, millele lähedase funktsionaalsusega teenus eelnevalt puudus. CleanSeaNet on seega ka klassikaline näide sellest, kuidas avaliku sektori rahastamisel ja eestvedamisel tekib Maa kaugseire valdkonnas uus turusegment ning areneb ettevõtlus.

Lähiaastatel CleanSeaNet teenuse kulubaas märkimisväärselt ei tohiks kasvada, kuigi jätkub teenuse pidev arendamine. CleanSeaNet teenus on kavade kohaselt Sentinel-1 andmete peamine kasutaja merega seotud valdkondades (*marine core user*). Vastavalt Sentinel'ide andme- ja teabepoliitikale on Sentinel-1 toorandmed kättesaadavad tasuta, kuid andmetöötlusega peab siiski EMSA ise tegelema, sest vaid nii suudetakse tagada teenuse pakkumise peaaegu reaalajas teenusena. Eelnevast johtuvalt ei tohiks Sentinel-1 andmete kasutuselevõttuga seonduda kulude kasvu, kuid samuti ei saavutata olulist kulude kokkuvõtet, pigem paraneb teenuse üldine kvaliteet.⁶⁷

EL liikmesriikide ühisest tegutsemisest tulenev kuluefektiivsus õhust tehtava seirega võrrelduna on üldiste arvandmete toel võrdlemisi lihtsasti näidatav. Täiendades liikmesriikide lennudevahendite ja laevade seirevõimekust satelliitkaugseire infoga, on tulemuseks nende kallite ressursside tulemuslikum kasutamine.

Merereostuse satelliitkaugseiresüsteemide täiemahulise tasuvusanalüüsi tegemine on praktikas peaaegu teostatamatu ülesanne, sest tasuvusanalüüsi meetodid eeldavad üldjuhul otseselt konkreetsest meetmest (antud juhul CleanSeaNet teenus) tulenevate lisanduvate kasude rahalist hindamist. Korraga suuri merealasiid hõlmavat satelliidiinfot (405 km × 405 km pildi kohta) pakkuva CleanSeaNet teenuse peamiseks kasuks Eesti ekspertide hinnangul⁶⁸ on võimalike tahtlike reostajate heidutamine. Heidutuse mõjususe kvantitatiivne hindamine ja rahaühikutes väljendamine ei ole teostatav.

Teatud mõõndustega on hinnatavad naftareostuse varajase tuvastamise tulemusena ära hoitud majanduslikud kulud reostuse tõrjele ja ka rannikualadega seotud ettevõtlusele, eriti EL liikmesriikides, kus CleanSeaNet teenusele alternatiivne õhuseirevõimekus puudub.⁶⁹ Kuna üldjuhul toimuvad patrull-lennud rannikuäärsetes riikides koordineeritult CleanSeaNet teenusega, siis on CleanSeaNet teenusest tulenevad lisanduvad kasud üksikute riikide tasandil siiski raskesti eristatavad.

⁶⁶ CleanSeaNet First Generation: 16 April 2007 – 31 January 2011; European Maritime Safety Agency; 61 lk.

⁶⁷ Intervjuu dr Olaf Trieschmann'iga (CleanSeaNet teenuse juht, EMSA), 12. aprillil 2013. a.

⁶⁸ Intervjuu Aivo Ammann'iga (Politsei- ja Piirivalveamet, JRCC juhtivkoordinaator), 5. aprillil 2013. a.

⁶⁹ CleanSeaNet First Generation: 16 April 2007 – 31 January 2011; European Maritime Safety Agency; 61 lk.

1.3.3 CleanSeaNet teenuse rakendamine Eestis

CleanSeaNet teenus juurutati Eestis 2007. a ja selle haldamisega tegelevad esmajoones PPA-s (piirivalveosakonna mereturvalisuse büroo koosseisus olev mere- ja lennupääste koordineerimiskeskus ehk JRCC) asuv rahvuslik kontaktpunkt (NCP, *National Contact Point*) Aivo Ammann'i isikus ning kontaktisik Keskkonnainspeksioonis (KKI), kelleks on Himot Maran. Rahvusliku kontaktpunkti tööülesannete hulka kuulub:

- Eesti territoriaalalasad katvate satelliidipiltide tellimine kalendrikuu alguses kooskõlastatult PPA piirivalveosakonna lennusalgaga eesmärgiga viia regulaarsete patrull-lendude graafik vastavusse Eesti aladest tehtavate satelliidipiltide graafikuga, optimeerimaks võimekust reageerida võimalike naftareostuse hoiatusteadetele;⁷⁰
- reostushoiatusele reageerimise koordineerimine.

CleanSeaNet teenuse rakendamise protseduur Eestis:⁷¹

- EMSA poolt antav hoiatusteadete (*detection alert*) liigub ühtaegu nii JRCC-sse kui KKI-sse;
- KKI modelleerib HELCOM naftareostuse leviku prognoositarkvara SEATRACK⁷² veebirakendust kasutades naftalaigu võimaliku liikumistrajektoori ning tuvastab nii võimalikud reostajad;
- KKI modelleerib keskkonnaohu;
- KKI tegevuste tulemuste alusel ning JRCC koordinaatorite kogemustele tuginedes kavandatakse jätku-tegevusi, määratledes ohuteate kontrollimise vajaduse ning kontrollimisel kasutatavad ressursid (õhusõiduk või ujuvahend).⁷³

2012.–2013. a talvehooajal (reostusohu mõistes madalhooajal) tuvastati keskmiselt üks reostusjuhtum kuus, kuid varasematel aastatel on periooditi olnud isegi 2–3 reostust nädalas. Eesti kogemuse alusel võib öelda, et praktiliselt kõik kinnitatud reostusjuhtumid⁷⁴ on osutunud ebaseaduslikult vette lastud pilsiveeks ja on asunud Eesti peamistel laevateedel.⁷⁵

CleanSeaNet on vaid üks võimalik allikas merereostusjuhtumite avastamisel. Merereostuse avastamisjuhte 2010. aastal oli 50, mis jagunes informatsiooni laekumise allikate alusel alljärgnevalt:

- CleanSeaNet – 19 juhtu, s.o 38 % merereostuse avastamisteadetest;
- Rutiinne patrullitegevus – 20 juhtu;
- Muud allikad (eraisikud, reisilaevad, kaubalaevad, huvialused) – 11 juhtu.⁷⁶

Rutiinne patrullitegevus tuleneb osaliselt HELCOMi raames kokkulepitust, et riigid peaksid kujundama ja valmiduses hoidma võimekust reostuste avastamiseks ja ohjamiseks merel vastavalt HELCOM soovitusel 31/1.⁷⁷ HELCOM lepinguriikide õhuseire andmed on toodud tabelis (tabel 1.11).

Tabel 1.11. Mereseire õhust – HELCOM lepinguriikide andmed (2010)

		Taani	Eesti	Soome	Saksamaa	Läti	Leedu	Poola	Venemaa	Rootsi	Kokku
Lennutundide arv	Päeval	147	243	512	401	0	48	414	10	2000	3776
	Öösel	9	23	93	156	0	0	7	0	215	502
	Kokku	156	266	605	557	0	48	421	10	2215	4278

⁷⁰ Jürgen Saarniit (lennutegevuse koordinaator, PPA PVO lennusalk), vastus avaliku teabe päringule 17.05.2013.

⁷¹ Intervjuu Aivo Ammann'iga (Politsei- ja Piirivalveamet, JRCC juhtivkoordinaator), 5. aprillil 2013. a.

⁷² stw-helcom.smhi.se/

⁷³ Jürgen Saarniit (lennutegevuse koordinaator, PPA PVO lennusalk), vastus avaliku teabe päringule 17.05.2013.

⁷⁴ Lisaks kinnitatud reostusjuhtumitele on küllaldaselt valehäireid, millised on olnud tingitud nt männi õietolmust, vetikate õitsemisest, vahutavast veest jõesuudmes, isegi tekkivast jääst.

⁷⁵ Intervjuu Aivo Ammann'iga (Politsei- ja Piirivalveamet, JRCC juhtivkoordinaator), 5. aprillil 2013. a.

⁷⁶ Politsei- ja piirivalveameti vastus avaliku teabe päringule 29.04.2013.

⁷⁷ www.helcom.fi/Recommendations/en_GB/rec31_1/

		Taani	Eesti	Soome	Saksamaa	Läti	Leedu	Poola	Venemaa	Rootsi	Kokku
Avastuste arv riikide lõikes (sealhulgas teiste riikide majandusvööndis)	Päeval	51	8	39	22	0	0	14	0	28	162
	Öösel	41	0	2	8	0	0	0	0	7	58
	Kokku	92	8	41	30	0	0	14	0	35	220
Avastatud/kinnitatud naftareostuste arv riigi vetes (sealhulgas teiste riikide aruannetest)	Päeval	31	25	15	19	1	0	14	0	33	138
	Öösel	2	0	0	3	0	0	0	0	6	11
	Kokku	33	25	15	22	1	0	14	0	39	149
Hinnanguline maht m ³ (riigi vetes)		2,2	36	0,2	4	0,1	0	1,8	0	4,7	49
Saastajate arv (sealhulgas teiste riikide aruannetest)	Nafta-platvormid	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Laevad	2	0	1	1	0	0	0	0	5	9
	Teadmata	31	25	11	21	1	0	14	0	34	137
	Kokku	31	25	11	21	1	0	14	0	34	137

Allikas: www.helcom.fi/shipping/wastelen_GB/surveillance/

CleanSeaNet teenusest saab Eesti kasu, kuna:

- merelt on õlireostust kordades lihtsam koguda kui rannikult, mistõttu on oluline teha kõik selleks, et reostus rannikule ei jõuaks, ning õlireostuse varajane tuvastus on siinjuures kriitilise tähtsusega;
- teenusest lähtub oluline heidutav mõju laevaomanike pahatahtlikule tegevusele, nt pilsivee vette laskmisele – kahtlusaluse laeva sissekutsumine sadamasse võrdlusproovide võtmiseks on laeva operaatorfirmale võrdlemisi kulukas (meeskonnaliikmete töötasud, kaotatud aeg, kaikoha tasu jne) ja sellist kulu on ratsionaalne vältida seaduskuuleka käitumisega.⁷⁸

Oluline on ka teenuse pidev edasiarendamine EMSA poolt ja hästi korraldatud kasutajatugi.

EMSA poolt 2009. aastal koostatud merereostuse ennetamisele ja tõrjele suunatud projektide kogumikus oli esindatud vähemalt 15 arendusprojekti, mis otseselt või kaudselt tegelesid merereostuse ennetamise ja tõrje võimekuse arendamisega Läänemere regioonis.⁷⁹ Mitmed nimetatud projektidest olid komplementaarsed CleanSeaNet teenusele, nt

- BORIS II⁸⁰ (2009–2012) – projekti eesmärk oli luua veebipõhine geoinfosüsteem naftareostusele reageerimisega tegelevatele asutustele Soomes, mis toetaks naftareostusele valmisoleku planeerimist, tagaks kuluefektiivse ning sihipärase reostustõrje ning annaks operatiivset infot tõrjeoperatsioonide käigus.
- BRISK⁸¹ (2008–2011) – projekti raames hinnati kogu Läänemerd ähvardavaid riske, tehti kindlaks Läänemeremaade reostustõrje võimekus ning püüti tugevdada hädaolukordi ära hoidvat tegevust merel ja maismaal.
- BOSS (2004–2006) – projekti eesmärgiks oli arendada Läänemere naftareostusele reageerimise süsteem ning aidata Vene ametivõimudel parendada naftareostuste keskkonnajäreldamist. Projekt tõhustas rahvusvahelist koostööd Läänemeres aset leidvate naftareostuse ennetamisel ja tõkestamisel ning lihtsustas reageerimist ökoloogilistele hädaolukordadele.
- OILI (2003–2006) – projekti eesmärgiks oli arendada operatiivne peaaegu reaajas toimiv süsteem naftareostuste avastamiseks ja reostuse leviku prognoosimiseks, mis kuvaks andmed kaardi kasutajaliidesel. Peamised teadus- ja arendustegevuse valdkonnad olid: (1) naftareostuse avastamise tehnikate teooria käsitlemine ning vaatluste modelleerimine; (2) naftareostuse avastamise meetodite väljatöötamine naftareostuse seireks; (3) vaatluste kombineerimine teiste seotud süsteemidega; (4) kaardi kasutajaliides.

⁷⁸ Intervjuu Aivo Ammann'iga (Politsei- ja Piirivalveamet, JRCC juhtivkoordinaator), 5. aprillil 2013. a.

⁷⁹ EMSA Inventory of R&D projects relevant to marine pollution preparedness, detection and response; November 2009, emsa.europa.eu/opr-documents/download/416/410/23.html

⁸⁰ [www.syke.fi/en-US/Research_Development/Research_and_development_projects/Projects/Situation_awareness_system_for_environmental_emergency_response_BORIS_2/Situation_awareness_system_for_environment\(3175\)](http://www.syke.fi/en-US/Research_Development/Research_and_development_projects/Projects/Situation_awareness_system_for_environmental_emergency_response_BORIS_2/Situation_awareness_system_for_environment(3175))

⁸¹ www.brisk.helcom.fi/

Mainitud projektidega haakub otseselt EL Kesk-Läänemere Interreg IVA programmist rahastatud OILRISK projekt (1. dets 2009 kuni 31. märts 2013), mille partnerite hulka kuulus Soome valitsusasutuste ja kohalike omavalitsuste kõrval Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituut (TÜ EMI).⁸²

OILRISK Web (www.oilrisk-web.eu) veebirakendus on avalikku otsustustuge pakkuv rakendus, mis aitab otsustajatel kaaluda naftareostuse tõrje optimaalseid lahendusi eesmärgiga minimeerida võimalikku keskkonnanahju, mille alla kuuluvad kahjud nii looduskeskkonnale kui ka inimkasutuse väärtustele. OILRISK Web'i on edukalt katsetatud ja kasutatud mitmetel Eesti reostustõrjeõppustel nagu Pärisea Nafta 2011 ning Puhas Meri 2012, mille peamiseks eesmärgideks oli harjutada naftatõrjeoperatsioonideks valmisolekut ning reageerimist koostöös erinevate kaasatavate ametkondadega. Seniste praktiliste kogemuste põhjal on OILRISK veebirakendust hinnatud kui tõhusat abivahendit reostustõrje operatsioonide juhtimisel ning oluliste ja kriitiliste otsuste vastuvõtmisel kiiret reageerimist vajavates situatsioonides.⁸³ OILRISK Web rakendus peaks olema kättesaadav KKI, Keskkonnaameti, PPA, EV kriisikomisjoni inimestele ning peaks olema sama lihtne kasutada kui SeaTrackWeb. 2013. a suve seisuga on Päästeametile juba antud lihtlitsents tarkvara kasutamiseks⁸⁴ ning KKI-l on valmisolek võtta tarkvara kasutusele keskkonnanahju modelleerimisel.⁸⁵ Kui KKI võtab OILRISK Web kasutusele, siis on OILRISK näol tegemist kohalikul/regionaalsel tasandil arendatud CleanSeaNet teenuse lisaväärtusteenusega.

2013. a lõppeb teine TÜ EMI osalusega projekt MIMIC (*Minimizing risks of maritime oil transport*),⁸⁶ mille raames on TÜ EMI ülesandeks luua SmartResponse Web⁸⁷ kaardirakendus. MIMIC rakenduses on OILRISK rakendusega võrreldes rohkem kaardikihte. MIMIC tarkvara arendamisel on võetud aluseks *Environmental Sensitivity Index* (ESI), mille selgroots on rannajoone geoloogia ja eluslooduse elupaigad, inimkasutuse väärtused kuni kultuurilis-ajalooliste objektideni välja. Nii OILRISK kui MIMIC rakenduses on võimalik pidada ka naftatõrje tegevuste logiraamatut.

OILRISK ja MIMIC projektide tulemuste rakendamine Eestis KKM, PPA, Päästeameti ning VTA poolt 2014. aastal on ette nähtud Eesti merenduspoliitika rakendusplaani 2012–2020 meetme 6.2 (laevade ja sadamatega seotud keskkonnakoormuse vähendamine) all.⁸⁸ OILRISK ja MIMIC projektide tulemuste edasiarendamisel lähiaastatel on kindlasti kasutatavad Copernicus programmi kosmosekomponentide poolt toodetavad toorandmed, mistõttu neid veebirakendusi võib pidada Copernicus lisaväärtusteenuste eelteenusteks.

1.3.4 | Satelliitkaugseire rakendamise mõju merereostusega seotud kulude vähenemisele Eestis

Läänemeri on üks tihedama laevaliiklusega piirkondi maailmas – Läänemeres liigub 3500–5000 laeva kuus. Laevade, eelkõige naftatankerite arv ja keskmine suurus (kandevõime 100–150 tuhat tonni) on viimastel aastatel kasvanud. Laevade hulga kasv ning liiklustihedus suurendab oluliselt reostusõnnetuste riski. Liiklustihedus mõjutab kindlasti ka pilsivee ebaseadusliku merre heitmise riski.

Fejes et al. (2011)⁸⁹ on liigitanud naftareostusega seotud kulud kolmeks:

- **otsesed kulud** on rannajoone puhastamise kulud;
- **turuga seotud kulud** viitavad puhtast rannikualast sõltuvate tööstusharude (näiteks turism, kalandus) tulude vähenemisele;
- **turuvälised kulud** viitavad keskkonnakuludele ja muudele kuludele, mis ei oma konkreetset turuväärtust. Kuigi turuvälised kulud võivad olla märkimisväärsed, puudub hetkel rahvusvaheline süsteem turuväliste kulude hüvitamiseks.

BalticMaster II projekti raames viidi läbi uuring, mille eesmärgiks oli simulatsioone kasutades välja selgitada avamerelt rannikule jõudva 10 000 tonnise naftareostusega seotud kulud.⁹⁰ Läbi viidud simulatsioonide (vt tabel 1.12) tulemusena saadud naftareostusega seotud kogukulude hinnangud on vahemikus 10–40 tuhat eurot tonni kohta (2011. aasta hindades).

82 www.merikotka.fi/oilrisk/

83 www.ilmajaam.ee/1195956/tartu-teadlased-loid-naftareostuse-riskide-hindamiseks-veebirakenduse

84 Intervjuu Robert Aps'iga (meresüsteemide osakonna juhataja, TÜ Eesti Mereinstituut), 23. aprillil 2013. a.

85 Intervjuu Himot Maran'iga (kriisinõunik, Keskkonnainspeksioon), 19. märtsil 2013. a.

86 www.merikotka.fi/mimic/index.php/en/mimic

87 www.merikotka.fi/mimic/images/stories/mimic/extrasseminars/20121003_mimic_project_open_days_kopti.pdf

88 valitsus.ee/UserFiles/valitsus/et/valitsus/arengukavad/majandus-ja-kommunikatsiooniministeerium/Eesti%20merenduspoliitika%202012-2020.pdf

89 Fejes, J., Cole, S., Hasselström, L. 2007. The REMEDE Project: A Useful Framework for Assessing Non-Market Damages from Oil Spills? Proceedings of the International Oil Spill Conference, Portland, 2011.

90 Tegeback, A; Hasselström, L (2012); Costs associated with a major oil spill; www.balticmaster.org/general.aspx?page_id=584

Üldtunnustatud seisukoha järgi on avamerelt õlireostust kordades lihtsam koguda kui rannikult, sest 10 000 tonni nafta ning nafta ja vee emulsiooni rannajoonele sattumisel seguneb nafta liiva ja rusudega ning saaste hulk mitmekordistub – jäätmete maht on 5 korda suurem kui algne naftareostuse kogus.

TÜ EMI teadlased viisid 2010.–2011. a OILRISK projekti raames Seatrack Web baasil läbi 1021 simulatsiooni naftareostuse leviku uurimiseks:⁹¹

- 1% juhtudest jõudis naftareostus rannikule esimese 12 tunni jooksul;
- 8% juhtudest jõudis naftareostus rannikule esimese 24 tunni jooksul;
- 27% juhtudest jõudis naftareostus rannikule esimese 48 tunni jooksul;
- 73% juhtudest ei jõudnud naftareostus rannikule esimese 48 tunni jooksul.

Tabel 1.12. Ülevaade merereostuse kulude simulatsioonidest BalticMaster II projektis

Miljonites eurodes	Rootsi (Blekinge)	Rootsi (Skåne)	Poola
Koristuskulud	12	11	5
Finantskulud	–	–	–
Otsesed kulud kokku	12	11	5
Turism	20	98	14–35
Kalandus	2	2	15–30
Turuga seotud kulud kokku	22	100	29–65
Harrastuskalapüük	1	1	5,5
Rannapuhkus	12	92	336
Mittekasutatavad väärtused	–	–	–
Turuvälised kulud kokku	13	93	341,5
Kulud kokku	99	204	376–412

CleanSeaNet teenus võimaldab tavaliselt avastada suhteliselt väiksemat naftareostust merel (nt pilsivesi), mille õigeaegne avastamine võimaldab soodsa ilmastiku puhul reostustõrjeoperatsioon avamerel läbi viia. Arvestades peaaegu reaajas teenuse CleanSeaNet raames saadavate Eesti alasid katvate satelliidipiltide sagedust 5,5 pilti/nädalas, s.o pilt iga 30 tunni tagant (2010. a andmed, vt tabel 1.13), ja reostuse leviku kiirust, võib hinnata, et naftareostuse varajase avastamise teenus CleanSeaNet on kriitilise tähtsusega potentsiaalsete reostustõrje kulude kokkuhoiu mõttes ligikaudu 20–25% avastatud naftareostusjuhtumite korral.

Tabel 1.13. Eesti alasid katvate esimese põlvkonna CleanSeaNet satelliidipiltide statistika⁹²

Satelliit	2007	2008	2009	2010	2011	Kokku
ENVISAT	94	142	142	185	4	567
RADARSAT-1	56	111	56	12	0	235
RADARSAT-2	0	31	70	89	5	195
Kokku	150	284	268	286	9	997
Reostushoiatuste arv	45	44	20	19		

Samas suurema laevaõnnetusega kaasneva suure naftareostuse puhul on CleanSeaNet satelliidipiltide kasutamise eesmärgiks mitte niivõrd naftareostuse varajane avastamine (õnnetuse asukoht on tavaliselt kohe teada), vaid suure naftalaigu liikumise jälgimine avamerel tõrjeoperatsiooni käigus mitme päeva jooksul. CleanSeaNet teenuse maksimaalne kasutamine naftareostuse kuvamiseks korraga suurel merealal võimaldab olulist kokkuhoiu seireks kasutatava lennuaja vähendamise arvel.

⁹¹ www.merikotka.fi/julkaisut/OILRISK%20Web%20Aps.pdf

⁹² Teiste riikide poolt tellitud satelliidipildid võivad osaliselt katta Eestit huvitava piirkonna. Satelliidipildid loetakse Eesti alasid katvateks isegi juhul, kui need ei ole Eesti poolt tellitud.

1.3.5 Copernicus programmi mõju merereostuse ennetusele ja tõrjele Eestis

CleanSeaNet on Eesti riigi jaoks strateegiliselt oluline teenus, tähtis element riigi merereostuse seirevõimekuse tagamisel. Tõepoolest, kui CleanSeaNet teenus vahendas institutsionaalsetele lõppkasutajatele 2010. a kokku 2 366 satelliidipilti, siis Eestile huvipakkuvad alad sisaldasid 286 satelliidipildil (ligi 12,1% kõikidest EMSA vahendatud satelliidipiltidest). EMSA on EL agentuur ning tema tulud moodustuvad EL üldisest eelarvest ülekantavatest vahenditest.⁹³ Seega võib Eesti suhtelise panuse CleanSeaNet teenuse rahastamisse lugeda võrdseks Eesti sissemaksete osakaaluga EL üldisesse eelarvesse, mis on viimastel andmetel 0,13%.⁹⁴

Patrull-lennu lennutunni hinna komponendid on:

- otsesed kulud ehk kulunud kütuse hind ning konkreetse lennu navigatsiooni- ja maandumistasud;
- kaudsed kulud, sh lennuki soetamishind jagatud lennuki elueale; seiretehnika soetamishind jagatud opereerimisperioodile; lennusalga tööjõukulu jagatud aastastele lennutundidele; lennusalga angaari ehitamiskulu jagatud selle kasutamisperioodile; lennusalga muud jooksvad aastased majandamiskulud jagatud aasta lennutundidele; lennuki aastased hoolduskulud jagatud aasta lennutundidele jne.

Ülaltoodud komponentidest vaid olulisemaid komponente (kulunud kütuse hind, konkreetse lennu navigatsiooni- ja maandumistasu ning lennuki aastased hoolduskulud jagatud aasta lennutundidele) arvestav 2012. a reaalne lennutunni omahind oli Eestis 305 eurot lennutunni kohta.⁹⁵

Võttes võrdlusaluseks tabelites (tabel 1.10 ja tabel 1.13) toodud 2010. a andmed, saab võrrelda patrull-lendude ja CleanSeaNet teenuse kulusid merereostuse avastamisjuhtude kohta:

- CleanSeaNet teenuse maksumus Eesti valitsussektorile on ülaltoodud loogikast lähtuvalt 0,13% CleanSeaNet teenuse kuludest (u 2,7 miljonit eurot aastas esimese põlvkonna teenuse puhul) ehk ligikaudu 3500 eurot aastas, mille tulemusena oli ühe EMSA süsteemi kaudu saadava reostushoiatuse „omahind“ 2010. a andmetel ligikaudu 184 eurot;
- Patrull-lendude statistika järgi saadi 2010. a andmetel CleanSeaNet teenusega umbkaudu sama palju reostusteateid 266 lennutunniga, mille omahind kokku oli vähemalt 81 000 eurot aastas (võttes aluseks 305 eurot lennutunni kohta, mis küll katab vaid teatud otsekulusid). Ühe rutiinse patrull-tegevuse käigus antud reostushoiatuse „omahind“ 2010. a andmetel oli seega vähemalt 4056 eurot.

CleanSeaNet teenus on ülaltoodud lihtsustatud arvutusi arvesse võttes ühe konkreetse ülesande – naftareostusjuhtude avastamine – täitmisel enam kui 20 korda kuluefektiivsem riiklikul tasandil korraldatud õhuseirest. CleanSeaNet teenus on hea näide sellest, kuidas teenuse pakkumine Euroopa tasandil võimaldab saavutada sünergiaid ning kuidas Eesti asumine strateegiliselt olulises regioonis (Läänemere ääres) võimaldab sünergilisi efekte kordistada.

Siiski ei järeldu eelnevast, et Eesti jaoks oleks patrull-lendude asendamine ainult satelliitkaugseirel põhineva lähenemisega õigustatud, kuna CleanSeaNet teenus annab siiski jätkuvalt nii valepositiivseid kui valenegatiivseid reostushoiatusi ning CleanSeaNet reostushoiatused vajavad järelkontrolli. Samas kinnitavad ülaltoodud arvutuskäigud, et CleanSeaNet on kuluefektiivse teenusena Eesti riigi jaoks strateegiliselt oluline komponent merereostustõrje väärtusahelas.

1.3.6 Copernicus lisaväärtusteenuste rakendamine Eestis

Copernicus lisaväärtusteenuste turu käivitamisel on oluline roll riigisektoril lahenduste tellijana. Avalik sektor – erinevad valitsusasutused ja rahvusvahelised organisatsioonid – on satelliitkaugseireteenuste suurim tellija. Euroopas toimub Copernicus teenuste arendamine peamiselt 7RP vahenditest vastavalt Copernicus programmi iga-aastastes tööprogrammides seatud prioriteetidele ja eesmärkidele (ülalt-alla lähenemine).

Maa kaugseire lisaväärtusteenuseid on Eestis seni üldjuhul rendatud projektipõhiselt. Maa kaugseire põhiste rakenduste arendustöid on rahastatud erinevatest EL või ESA piiriülest koostööd ning teadus-ja arendustegevust toetavatest programmist. Kohalike (ja regionaalsete) vajaduste rahuldamisele suunatud lisaväärtusteenuseid on arendanud nii akadeemiline sektor (OILRISK) kui erasektor (ülejuutuste hoiatussüsteem), kuid selliste alt-üles initsiatiivide puhul on teenuste praktilisse kasutusse viimisel peamiseks takistuseks riigisektorist huvitatud osapoole leidmine, kellele oleks teenuse rakendamiseks motivatsioon (põhitegevusest tulenev vajadus) ja valmisolek teenusega seotud jooksvate (sh versiooniuuenduste) kulude katmiseks.

⁹³ emsa.europa.eu/operations/cleanseanet/items/id/1309.html?cid=122

⁹⁴ ec.europa.eu/budget/figures/2011/2011_en.cfm

⁹⁵ Jürgen Saarniit (lennutegevuse koordinaator, PPA PVO lennusalik), vastus avaliku teabe päringule 17.05.2013.

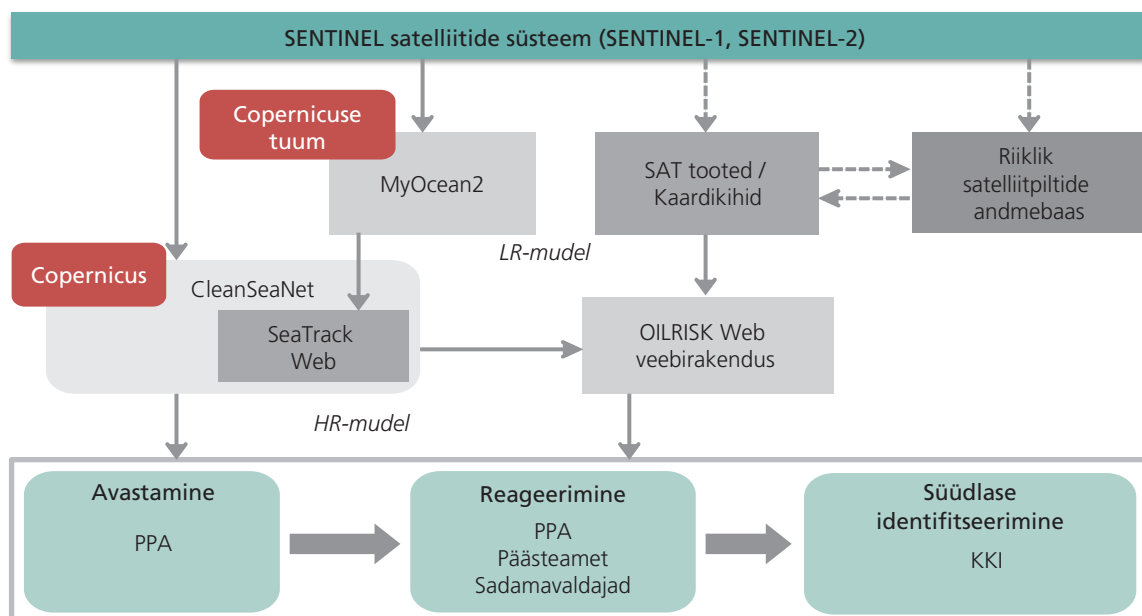
Käesoleva ajani ei ole Eesti valitsussektor olulisel määral Maa kaugseire rakendustesse investeerinud. HTM on rahastanud mõningaid rakendusuringuid (sihtfinantseeringuprojektid, KESTA programmi projektid), kuid peamiselt on ettevõtted ja uurimisgrupid (TÜ EMI, Tartu Observatoorium, TTÜ MSI) ise suutnud edukalt vahendeid taotleda erinevatest EL või ESA programmidest.

Tabel 1.14 võtab kokku Copernicus programmiga seotud andmetoodete ja teenuste – nii täisteenusena kasutatavate põhi- kui lisaväärtusteenuste – kasutuselevõttu soodustavad ja pärssivad tegurid Eesti kui EL liikmesriigi näitel.

Tabel 1.14. Copernicus programmiga seotud andmetoodete ja teenuste kasutuselevõttu soodustavad ja pärssivad tegurid Eestis

	Toorandmed	Põhiteenused	Lisaväärtusteenused		
			Üle-euroopalised	Regionaalsed	Lokaalsed
Näited	Sentinel-1 Sentinel-2	GIO EMS GIO Land	CleanSeaNet (CwRS)	OILRISK	Regio üleujutuste kaart
Rahastaja	Copernicus programm (koos ESAga)		Euroopa Komisjon üle agentuuride	EL (ühekordne projekt)	ESA
Kasutuselevõttu soodustavad tegurid Eestis	Tasuta andmed	Teenuse olemuse tõttu liidestatud	Seadusandlusest ja/või rahvusvahelisest koostööst tulenevate kohustuste kulu-efektiivne täitmine	Riigi jaoks oluline otsustustugi, investeeringukulud puuduvad, litsentsitasud puuduvad	Riigi ja KOV jaoks oluline otsustustugi
Kasutuselevõttu pidurdavad tegurid Eestis	Vajalik kohalik infrastruktuur kuluefektiivsaks andmevahetuseks	Info madal väärtus – kasutusjuhtude puudumine või madal lahutusvõime	Seotud ressursikuluga eelnevas ja järgnevas tööloigus, milleks puuduvad vahendid kohalikul tasandil	Puuduvad vahendid tarkvara pidevaks uuendamiseks	Vajalikud piiratud mahus investeeringu- ja hooldamiskulud, puudub vastutav ametkond

Copernicus lisaväärtusteenuste arendamisel nii regionaalsel kui lokaalsel tasandil loob uusi võimalusi Sentinel andme- ja teabepoliitika rakendamiseks. Joonisel (joonis 2.12) on kujutatud merekeskkonna seirele suunatud Copernicus põhi- ja lisaväärtusteenuste väärtusahel ning selle seosed Sentinel andmetoodetega.



Joonis 1.12. Merekeskkonna seirele suunatud Copernicus põhi- ja lisaväärtusteenuste väärtusahel

Sentinel-1 tehisavaradari andmetooteid võimaldavad edasi arendada keskmise lahutusega okeanograafilisi mudelid (MyOcean projektid, Copernicus merekeskkonna seire põhiteenus), mida kasutab kõrge lahutusega mudelite koostamisel lähteandmetena HELCOM naftareostuse leviku prognoositarkvara SEATRACK, mis omakorda lõimitakse ühe komponendina 2013.–2014. a kogu Euroopat katva Copernicus lisaväärtusteenuse CleanSeaNet kasutajaliidesesse.

Eesti era- ja akadeemilise sektori peamiseks võimaluseks on kvalitatiivselt uuel tasemel toorandmete kasutamine uute teenuste arendamiseks ja olemasolevate teenuste edasiarendamiseks. Näiteks võib tuua OILRISK Web ja SmartResponse Web veebikendused, mis võimaldades hinnata naftareostusest tulenevaid kahjusid nii looduskeskkonnale kui ka inimkasutuse väärtustele, väärdavad nii üle-euroopalise tasandi lisaväärtusteenust (CleanSeaNet) kui regionaalse tasandi lisaväärtusteenuseid (SEATRACK).

1.4 | Kokkuvõte

Copernicus on EL Maa kaugseire programm, mis koosneb kolmest komponendist: (i) olemasolev ja kavandatav Euroopa kosmosetaristu; (ii) kohapealsed sensorid; (iii) kuude põhivaldkonda jagunevad teenused.

Copernicus põhiteenused, mis pakuvad standardiseeritud ja eri otstarveteks sobivaid töödeldud andmetooteid ja teavet ning mis on kasutatavad erinevates EL poliitikatega haakuvates rakendusvaldkondades, on kahe täistoimiva teenuse – hädaolukordade juhtimise teenuse ja maismaaseire teenuse – näitel Eestis aktiivseks kasutamiseks kas liiga madala resolutsiooniga (maismaaseire teenus) või ei ole peamised kasutusjuhud vastavuses Eesti tegelike vajadustega sisejulgeoleku tagamisel ja riiklikele hädaolukordadele reageerimisel (hädaolukordade juhtimise teenus).

Copernicus lisaväärtusteenustest on Eesti riigisektoris pidevasse kasutusse jõudnud vaid Euroopa tasandil arendatud ning rannikuriikides juurutatud CleanSeaNet teenus, mis on arendatud riigiülel tasemel direktiiviga 2005/35/EÜ EMSA-le seatud kohustuste täitmiseks. CleanSeaNet teenuse arhitektuur, teenuse pideva edasiarendamise printsiibid, selle kogu Euroopat kattev laialdane kasutajaskond ja teenuse tulemusindikaatorid on iseloomulikud Copernicus lisaväärtusteenusele.

Kohalike (ja regionaalsete) vajaduste rahuldamisele suunatud **Maa kaugseire lisaväärtusteenuseid** on Eestis arendanud nii akadeemiline sektor (OILRISK, MIMIC) kui erasektor (üleujutuste hoiatussüsteem). Maa kaugseire põhiste rakenduste arendustöid on rahastatud erinevatest EL või ESA piiriülest koostööd ning teadus- ja arendustegevust toetavatest programmidest. Läänemere rannikuala üleujutuste hoiatussüsteemi või OILRISK Web rakenduse töötavate prototüüpide maksumused on olnud vahemikus 0,2–0,25 miljonit eurot.^{96,97} Teenuste praktilisse kasutusse viimisel on peamiseks takistuseks riigisektorist huvitatud osapoole leidmine, kellel oleks teenuse rakendamiseks motivatsioon (põhitegevusest tulenev vajadus) ja valmisolek teenusega seotud jooksvate (sh versiooniuuenduste) kulude katmiseks. Näiteks on Läänemere rannikuala üleujutuste hoiatussüsteemi reaalajas pidevreežiimis toimiva süsteemi arenduskulud hinnanguliselt 0,4 miljonit eurot ning teenuse jooksev hoolduskulu 30 tuhat eurot aastas. OILRISK Web rakenduse puhul annab TÜ EMI küll riigiasutustele (Päästeamet, KKI) tasuta lihtlitsentsi tarkvara kasutamiseks, kuid sellega ei kaasne arendaja poolseid versiooniuuendusi, mille loomiseks on vajalik eraldi kokkulepete sõlmimine koos kasutajate poolse rahastuse eraldamisega.

Copernicus lisaväärtusteenuste arendamisel nii regionaalsel kui lokaalsel tasandil loob uusi võimalusi Sentinel andme- ja teabepoliitika rakendamine. Kahte tüüpi satelliidimissioone – spetsiaalseid Sentinel missioone ning tugimissioone – hõlmava **Copernicus programmi kosmosekomponendi** toodetavad toorandmed tehakse tasuta kättesaadavaks EL kodanikele, valitsusasutustele ja ettevõtetele, kuid andmete allalaadimine andmekeskustest ning andmete edasine töötlemine (teenuste pakkumiseks) tuleb korraldada huvitatud osapooltel endil.

Sentinel maajaamadega liidestamine, andmete esmane töötlus ja arhiveerimine on kulukas, kuid turuosalist ühistegevuse tulemusena oleks saavutatav märkimisväärne andmetöötlemisele kuluvate ressursside kokkuhoid, seda ainuüksi satelliidiandmete Eestis kasutatavasse L-EST projektsiooni teisendamisel. Avalik sektor saaks astuda samme ühistegevuse ergutamiseks üleriikliku satelliidipiltide andmekogu loomise ja arendamise näol (vt ka peatükk 3).

⁹⁶ Priit Anton'i (AS Regio) ettekanne Eesti Kosmoseasjade Nõukogu koosolekul 18. juunil 2013. a.

⁹⁷ Intervjuu Robert Aps'iga (meresüsteemide osakonna juhataja, TÜ Eesti Mereinstituut), 23. aprillil 2013. a.

Copernicus lisaväärtusteenuste arendamiseks või juba EL erinevatest programmidest rahastatud lisaväärtusteenuste prototüüpide arendamiseks on **vajalik kaalutletud rahastamisstrateegia**, kuid ka parem organisatsiooniline valmisolek teenuste juurutamiseks, mis omakorda eeldab **teadlikkuse tõstmist riigisektoris**. Seotud osapoolte paljususe tõttu on vaja panna paika **Eesti kosmosepoliitika 2014–2020** ja töötada välja selle rakenduskava, mis tagaks koordineeritud ja kuluefektiivse tegevuse Copernicus teenuste arendamisel ja juurutamisel.

Eesti kosmosepoliitika 2014–2020 väljatöötamise keskseks ülesandeks on luua eeldused Eesti eduka teadusvaldkonna tulemuste rakendamiseks (sh avaliku sektori funktsioonide täitmisel) ning kodumaise ettevõtluse arenguks. Eesti kosmosepoliitika väljatöötamisse tuleb kaasata eksperte KKM-st ja selle allasutustest (Maa-amet, KKI), PM-st ja PRIA-st, HTM haldusalast (sh TÜ EMI, Tartu Observatoorium, TTÜ MSI), Eesti Kosmosebüroo poolt koordineeritavast Kaugseire nõukojast. Samuti peaks Eesti kosmosepoliitika andma suunised esindajate määramiseks Copernicus otsustuskogudesse, tagamaks asjakohase teabe efektiivne liikumine huvitatud osapoolteni ning võimaldamaks Eestil kaasa rääkida Maa kaugseire teenuste arendamise ja andmekasutuse poliitika kujundamise protsessis. Näiteks on Sentinel satelliitide andmete kasutamise osas lähiajal lahendamist vajavaks küsimuseks, kuidas reguleeritakse andmete kasutamine väljaspool EL liikmesriike (nt endise Nõukogude Liidu liiduvabariikides). Seonduvad otsused mõjutavad otseselt Euroopa (sh Eesti) ettevõtete ekspordivõimalusi. **Copernicus programmi** üldjuhtimises kaasalõõmiseks on oluline aktiivne osalemine järgmiste institutsioonide töös:

- **Euroopa Komisjoni Kosmosenõukogu** (*EC Space Council*), mis kujutab endast ministrite-tasandi institutsiooni, mille ülesanneteks on:
 - Euroopa Komisjoni ja ESA vahel 2004. a sõlmitud raamlepingus välja toodud eesmärkide saavutamiseks vajalike juhiste andmine ja vajalike tegevuste määramine;
 - raamlepingus esitatud põhimõtetele vastava koostöö tihendamise osas nõu andmine;
 - raamlepingu efektiivse toimimise jälgimine.

2013. a suve seisuga esindab Eestit Euroopa Komisjoni Kosmosenõukogus majandus- ja kommunikatsiooniminister **hr Juhan Parts**.

- Uue nn Copernicus määruse tööversioon on 2013. a suve seisuga arutamisel **Euroopa Komisjoni Kosmosepoliitika Töögrupis** (*EC Space Policy Working Party*), mis kujutab endast kosmosevaldkonna reguleerimiseks ja edendamiseks 2010. aasta novembris loodud kogu. Töögrupi peamiseks ülesandeks on valmistada ette Euroopa Komisjoni Kosmosenõukogu koosolekud. Eesti esindajaks Kosmosepoliitika Töögrupis on MKM määranud **Kristi Reitsak**'i (vanemnõunik EV alalises esinduses Euroopa Liidu juures).
- **Copernicus Komitee** ülesandeks on koordineerida Euroopa Komisjoni, liikmesriikide ning teiste osapoolte (ESA, EEA) tegevusi eesmärgiga tagada liikmesriikide ressursside parim kasutus, identifitseerida puudujäägid infrastruktuuris ning kindlustada Copernicus programmi koordineeritud rakendamine.

Kokkuvõtvalt – Copernicus programmi rakendamist Eestis **soodustavad**:

- **Copernicus programmi andme- ja teabepoliitika**, mis tugineb täieliku ja vaba juurdepääsu põhimõttele (ehkki mõnede õiguslike ja julgeolekust lähtuvate piirangutega);
- **tugeva teadus- ja arenduskompetentsi olemasolu** mitmes Eesti teadusasutuses, kus kokku tegelevad satelliitkaugseirega seotud uurimistööga enam kui 20 teadlast.⁹⁸

Copernicus programmi rakendamist Eestis **pärsivad**:

- olemasolevate Copernicus **põhiteenuste madal kasutusväärtus** Copernicus hädaolukordade juhtimise teenuse ja maismaaseire teenuse näitel;
- alt-üles initsiatiivina loodud, kohalikele oludele kohandatud rakenduste **piiratud riigipoolne finantseerimine**;
- **ressursside hajutatud** haldusülesannete teostamisel (nt keskkonnaseire);
- Maa kaugseire teenuseid arendava ja turustava **ettevõtlussektori madal arengutase** – väheste aktiivsete ettevõtete seast võib välja tuua näiteks AS Regio, mis on mehitanud satelliitseire osakonna, ja AS CGI Eesti.

Võimaluseks toetada Copernicus programmi rakendamist Eestis on riikliku satelliidipiltide andmekogu loomine, mis võimaldaks andmete kasutamist Eesti koordinaatsüsteemis ning tagaks tsentraalselt andmete uuendamise ja kättesaadavuse erinevatele osapooltele.

⁹⁸ Tiit Kutser'i (TÜ EMI) ettekanne Doris_Net infopäeval 10. jaanuaril 2013. a.

2 | Satelliitnavigatsiooni programmid Galileo ja Egnos

Galileo ja EGNOS on teineteist täiendavad EL satelliitnavigatsiooniprogrammid. Esimene neist kujutab endast satelliitnavigatsioonisüsteemi (analoogne nt GPS-i ja GLONASS-iga), teine satelliitnavigatsioonisüsteemide satelliidipõhist tugisüsteemi (analoogne nt WAAS-i ja MSAS-iga), mille eesmärgiks on parendada satelliitnavigatsioonisüsteemide signaalide täpsust. Programmide üldised karakteristikud on esitatud järgmises tabelis:

Tabel 2.1. Programmide Galileo ja EGNOS võrdlus

	Galileo	EGNOS
Tüüp	Satelliitnavigatsioonisüsteem	Satelliitnavigatsioonisüsteemide satelliidipõhine tugisüsteem (SBAS)
Katvus	Globaalne	Regionaalne (katab enamuse Euroopast); planeeritakse laiendamist Aafrikasse ja Lähis-Idasse ning signaali parendamist Ida-Euroopas
Eesmärk	Parendada koostöös GPS-iga satelliitnavigatsiooni kvaliteeti ning saavutada pikaajalises perspektiivis Euroopa sõltumatus USA satelliitnavigatsioonisüsteemist GPS	Parendada ülemaailmsete satelliitnavigatsioonisüsteemide poolt Euroopa territooriumil edastatavate signaalide täpsust. Edastatakse EGNOS signaali, mis sisaldab teavet GPS ja Galileo satelliitide poolt saadetud signaali usaldusväärsuse ja täpsuse kohta.
Teenuste arv	5	3
Täpsus	Avatud teenusel: horisontaalne (95%): 4 m; vertikaalne (95%): 8 m	~1 m
Operatiivsus	Esmane 2014/2015, täielik aastal 2020	Ametlikult 2009. aastast

EGNOS-e ja Galileo programmide rahastamine toimub otse EL eelarvest. Euroopa Parlamendi poolt heaks kiidetud mitme-aastane finantsraamistik (2014–2020) näeb ette programmide rahastamise kokku 6,3 miljardi euro ulatuses,⁹⁹ mis tagab nende plaanipärase elluviimise.

2.1 | Ülevaade programmide Galileo ja EGNOS teenuste kättesaadavuse staatusest ja potentsiaalsetest rakendusvaldkondadest

2.1.1 | Programmi Galileo teenuste kättesaadavuse staatus ja potentsiaalsed rakendusvaldkonnad

Osutatavad teenused ja nende kättesaadavuse staatus

Galileo on satelliitnavigatsioonisüsteem, millesse kuuluvate satelliitide poolt välja saadetavad signaalid võimaldavad vastavat kiipi sisaldaval vastuvõtjal välja arvutada oma asukohta, kiiruse ja suuna. Kuna praeguseks hetkeks on vaid teostatud Galileo süsteemi funktsionaalsuse esmane testimine –orbiidil oleva nelja Galileo satelliidi abil määrati objekti asukoht maapinnal esmakordselt (*first position fix*) alles 2013. aasta 12. märtsil¹⁰⁰ –, siis lõppkasutajatele hetkel ühtegi teenust veel ei osutata. Kavandatud teenusteportfelli kuuluvad kokku viis teenust (tabel 2.2).

⁹⁹ www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_data/docs/pressdata/en/ec/135344.pdf

¹⁰⁰ www.esa.int/Our_Activities/Navigation/Galileo_fixes_Europe_s_position_in_history

Tabel 2.2. Ülevaade Galileo teenustest

Teenus	Kirjeldus	Sihtgrupid/kasutusala
Avatud teenus (OS)	Avalikult kättesaadav teenus, mille tarbimise eest tasu ei võeta. Teenuse tehnilised näitajad on sarnased GPS-i omadele ning see on GPS süsteemiga täielikult ühilduv. ¹⁰¹	Mass-turule suunatud rakendused (nt mobiiltelefoni-rakendused, autode navigeerimine jne)
Kommerts-teenus (CS)	Teenus, mis soodustab professionaalsete rakenduste väljatöötamist ning pakub avatud teenusega võrreldes paremaid parameetreid, nt suuremat andmeedastuskiirust, kvaliteedigarantiid ja kõrgemat täpsust. Viimane saavutatakse avatud teenuse signaalile kahe täiendava signaali lisamisega.	Massturule suunatud autentimine (teemaksude määramine, ohtlike kaupade transport), jälgimine, masinkontroll
Avalik reguleeritud teenus (PRS)	PRS on krüpteeritud navigatsiooniteenus, millel on kõrgendatud vastupanu erinevatele pahatahtlikele ja looduslikele häiretele. PRS tagab teenuse katkestuseta toimimise volitatud kasutajatele isegi juhul, kui juurdepääs teistele navigatsiooniteenustele on piiratud. Galileo PRS on suure osas sarnane GPS süsteemi kavandatava M-code ¹⁰² teenusega.	Autoriseeritud kasutajad, kelle jaoks on olulised teenuse turvalisus ja järjepidevus (päästeteenistuste, õiguskaitse, sisejulgeoleku, kriitilise tähtsusega transpordi, energia- ja telekommunikatsioonisüsteemide ning riigikaitsega seotud rakendused).
Otsingu- ja päästeteenus	Teenus, mis muudab efektiivsemaks merel läbiviidavaid otsingu- ja päästeoperatsioonid, võimaldades hädasignaali kiiremat ja täpsemat lokaliseerimist ning tagasisidesõnumite saatmist. Kujutab endast Euroopa panust Cospas-Sarsat süsteemi MEOSAR (läbi keskmise kõrgusega orbiitidel asuvate satelliitide lisandumise süsteemi).	Riiklikud pääste- ja koordineerimiskeskused
Terviklikkuse ¹⁰³ jälgimise teenus (integrity monitoring)	Panustab läbi avatud teenuse signaali pakkumise ja koostöös teiste satelliitnavigatsioonisüsteemidega ohutusteenuste (<i>Safety-of-Life</i>) paremasse toimimisse	Globaalsed ettevõtted ja valdkonnad, millel on kõrged nõudmised turvalisuse osas, nt lennundus, maantee- ja rongitransport

Galileo oodatavad eelised GPS-i ees on:¹⁰⁴

- (täis)toimiv Galileo avatud teenus võimaldab määrata asukohta täpsemalt – seda isegi kõrghoonestusega linnades (kus ehitised võivad satelliidsignaali varjata), kuna positsioneerimist võimaldavate satelliitide arv peaaegu kahekordistub (Galileo satelliidid lisaks GPS satelliitidele);
- suureneb globaalse satelliitnavigeerimissüsteemi töökindlus – juhul kui GPS signaal peaks mingil põhjusel katkema, võib Galileo endiselt edasi toimida; Euroopa sõltumatuse saavutamine USA GPS süsteemist on olnud Galileo arendamise üheks olulisemaks põhjuseks;
- Galileo satelliidid paigaldatakse orbiitidele, mis on ekvatoriaalse tasapinna suhtes suurema kaldenurga all kui GPS satelliidid, mistõttu on Galileo katvus kõrgemate laiuskraadide juures parem – see omab potentsiaalset mõju just Põhja-Euroopa jaoks, mida GPS süsteem tänasel päeval nii hästi ei kata;
- Galileo saab osaks rahvusvahelisest operatiivsest Cospas-Sarsat süsteemist (mõeldud päästeoperatsioonide läbiviimiseks), võimaldades hädasignaali kiiremat ja täpsemat lokaliseerimist; lisaks on Galileo igal satelliidil transponder, mis on võimeline hädasolijaid hädaolukorra tuvastamisest ja abi saatmisest teavitama;¹⁰⁵
- Galileo võimaldab osutada päästeteenistustele, politseile ja piirivalvele uudset PRS teenust, mis on tänu krüpteeritud signaalile raskemini segatav ja mõjutatav.

¹⁰¹ Kasutajad saavad võtta mõlemat signaali vastu üheainsa vastuvõtja abil. Selle tulemusel paraneb ka teenuse kvaliteet (täpsus, kättesaadavus, terviklikkus), kuna navigeerimiseks kasutatavate satelliitide arv ligikaudu kahekordistub.

¹⁰² en.wikipedia.org/wiki/GPS_Block_III

¹⁰³ Terviklikkuse info – info signaali täpsuse ja usaldusväärsuse kohta.

¹⁰⁴ www.gsa.europa.eu/galileo-0

¹⁰⁵ www.esa.int/Our_Activities/Navigation/The_future_-_Galileo/What_is_Galileo

Galileo teenuste kättesaadavuse algus sõltub otseselt orbiidile saadetud satelliitide arvust ja toetava infrastruktuuri väljaehitamisest. Hetkel on Galileo alles testimise faasis. Kavandatud kolmekümnest satelliidist on orbiidile saadetud neli. Esialgne operatiivsus kavandatakse saavutada aastaks 2015, mil orbiidil peaksid olema kokku 18 satelliiti (4+14) ning täisoperatiivsus aastaks 2020, mil orbiidil peaksid olema kõik kavandatud satelliidid, kokku 30.¹⁰⁶ Ülevaade programmi jaotumisest etappidesse ja infrastruktuuri valmimise ajakavast on esitatud järgmises tabelis:

Tabel 2.3. Galileo infrastruktuuri valmimise ajakava¹⁰⁷

	Valideerimine orbiidil (2013)	Esmane operatiivne võimekus (2014/2015)	Täisoperatiivsus (2020)
Satelliidid	4 (kõik paigaldatud)	18	30
Kontrollkeskused	Valmis: 0,5 ja 0,5	2	2
Üleslingi (<i>uplink</i>) jaamad	5 (kõik paigaldatud)	5	5
Telemeetria, jälgimise ja juhtimise keskused	2 (kõik paigaldatud)	3	5
Sensorjaamad	12 (paigaldatud 11)	16	16–20

Järgmisteks sammudeks teenuste arendamisel ja operatiivsuse saavutamisel on:

- Galileo avatud teenus (OS) – esmase teenuse (*early service*; teenuse osutamiseks kasutatakse lisaks Galileo signaalidele ka GPS signaale) pakkumisega alustatakse 2014. aastal. Globaalse täismahulise teenuse osutamine algab kõigi satelliitide orbiidile viimise järel (2020).
- Galileo kommerts-teenus (CS) – 2013. a detsembris kavandatakse sõlmida leping nädisteenuse käivitamiseks, 2014. a alustatakse nädisteenuse pakkumisega. 2016. a alustatakse esmase kommertsteenuse pakkumisega.
- Galileo avalik reguleeritud teenus (PRS) – esimesed liikmesriigid alustavad pilootteenuse kasutamisega 2013. aastal. Esmase teenuse pakkumisega alustatakse 2014. aastal.
- Galileo otsingu- ja päästeteenus – 2013. aastal allkirjatakse leping SAR operaatoriga. Esmase teenuse pakkumisega alustatakse 2014. aastal.
- Galileo terviklikkuse jälgimise teenus – 2012.–2013. a tutvustatakse Galileo avatud teenuse kasutamise võimalusi (koos GPS ja GLONASS-iga) RAIM funktsionaalsuse parendamiseks ning defineeritakse EGNOS SoL teenuse arenguplaan ja arendatakse koostöös rahvusvaheliste partneritega välja uued SBAS standardid. 2012.–2015. a arendatakse välja rahvusvaheline standard *advanced* RAIM-il põhineva terviklikkuse jälgimise teenuse jaoks.

Galileo rakendusvaldkonnad

Galileo potentsiaali erinevates rakendusvaldkondades mõjutab asjaolu, et Galileo programmi eesmärgiks on olnud suuresti Euroopa sõltuvuse vähendamine USA poolt opereeritavast GPS süsteemist, mitte niivõrd uude teenuste väljatöötamine, mistõttu on Galileo funktsionaalsus ja tehnilised näitajad väga sarnased GPS omadega.

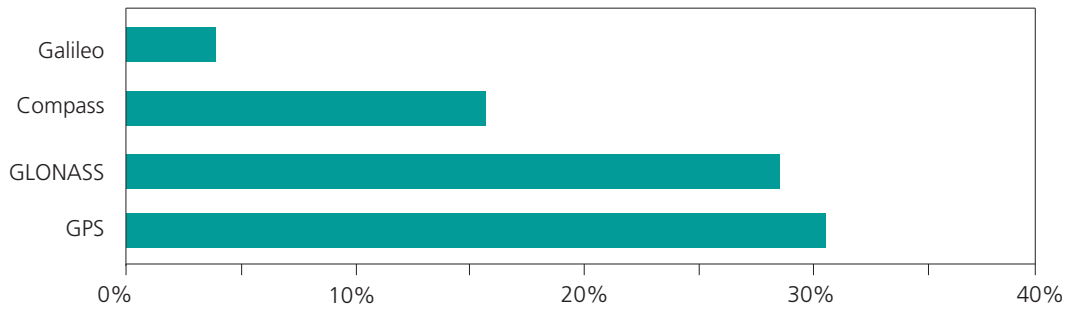
Kuna Galileo programm ei ole käivitunud algselt planeeritud tempos – 1999. aastal publitseeritud Euroopa Komisjoni ametlikes dokumentides¹⁰⁸ nähti ette täistoimiva süsteemi käivitamine juba 2008. aastal –, siis tulenevalt teiste navigatsioonisüsteemide (GPS, GLONASS, Compass) ja kogu navigatsioonivaldkonna kiirest arengust on Galileo teenuste suhtelised eelised ja potentsiaalne mõju erinevatele rakendusvaldkondadele märkimisväärselt kahanenud.

¹⁰⁶ download.esa.int/docs/Galileo_IJV_Launch/Galileo_factsheet_2012.pdf

¹⁰⁷ www.aerocivil.gov.co/Aerocivil/Taller-GNSS/Memorias-del-Taller/conferencias/Documents/

2_El%20proyecto%20Galileo.%20Aplicaciones%20y%20beneficios%20multimodales%20%28European%20Comission%29.pdf

¹⁰⁸ COM(1999) 54 final aei.pitt.edu/4703/1/000784_1.pdf



Joonis 2.1. Orbiidile saadetud satelliitide arv¹⁰⁹

Seega sõltub Galileo edukas rakendamine Euroopa Komisjoni poolt identifitseerinud globaalsete satelliitnavigatsioonisüsteemide prioriteetsetes valdkondades (vt joonis 2.2)¹¹⁰ eelistest, mida Galileo suudab turul, sh Euroopas, pakkuda võrreldes tugevasti juurdunud GPS süsteemiga.

	Lennundus	Meretransport	Maanteetransport	Linnatransport	Raudtee	Logistika	Kalandus	Täppisviljelus ja keskkonnakaitse	Meteoroloogia ja katastroofide ennetamine	Võrkude sünkroniseerimine	Kaardistamine ja maa haldamine	Energeetika	Tsiviilkaitse ja jälgimine	Käiseseadmed ja mobiiltelefonid
EL eesmärgid	2	2	2	1	1	2	2	3	1	1	2	1	1	3
Kaudse majandusliku ja sotsiaalse kasu maksimeerimine	ssr	sss	ssrr	sr	srr	rrs	ssr	rrhh	sss	rs	rr	ssr	sss	rrr
Mõju heitgaasidele ja saastele	2	2	3	2	0	1	1	3	1	0	0	1	1	0
Mõju ühtsele turule ja piiriülesele kaubandusele	1	1	3	1	2	2	1	0	0	3	1	2	2	1
Mõju rakenduste koostalitlusvõimele	2	2	3	1	2	1	0	0	2	3	1	2	3	3
Huvi ülesnäitamine	2	2	3	2	1	1	2	3	1	2	1	1	2	2
Ametiasutuste mõju	3	3	3	3	3	1	2	2	3	2	3	2	3	2
Ajakava prioriteetid (kõige kiireloomulisem: 3)	3	2	3	1	2	2	1	3	1	-	2	2	1	3
EGNOS-e ja Galileoga kaasnev lisaväärtus	3	3	3	2	1	2	3	2	1	3	2	1	2	2

3 – kõige prioriteetsem; s – turvalisus, r – rahalised tulud, h – tervis

Joonis 2.2. Galileo rakendusvaldkondade prioritseerimine Euroopa Komisjoni poolt

¹⁰⁹ www.sciops.esa.int/SD/ESACFACULTY/docs/seminars/170513_Ventura_Traveset.pdf

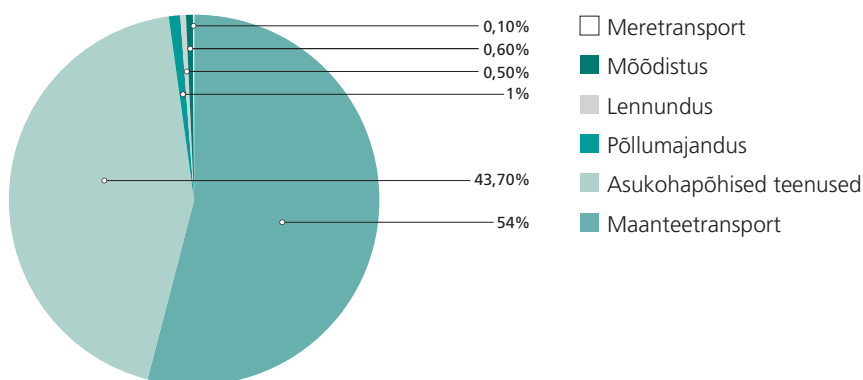
¹¹⁰ Valdkonnad: isiklike käiseseadmete ja mobiiltelefonidega seotud rakendused, maanteetransport, lennundus, merendus ja kalandus, täppisviljelus ja keskkonnakaitse ning tsiviilkaitse ja jälgimine.
eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:0308:FIN:ET:PDF

Galileo teenuste võimalikke eeliseid on analüüsitud tabelis (tabel 2.4). Kuna Galileo pole veel täistoimiv süsteem, siis pole lõplikult selged ka pakutavate teenuste erinevad tehnilised näitajad ning reaalsed eelised.

Tabel 2.4. Galileo potentsiaalsed eelised teenuste lõikes

Teenus	Potentsiaalsed eelised	Potentsiaali realiseerumist mõjutavad tegurid
Galileo avatud teenus (OS)	Asukoha täpsema määramise võimalus globaalsel tasandil (seda siiski tänu ühilduvusele GPS-iga). Asukoha täpsema määramise võimalus regionaalsel tasandil (satelliidid paigaldatakse orbiitidele, mis on ekvatoriaalse tasapinna suhtes suurema kaldenurga all kui GPS satelliidid, mistõttu on Galileo katvus kõrgemate laiuskraadide juures parem).	Avatud teenus dubleerib suuresti GPS-i (kaasnev täpsuse suurenemine tuleneb GPS-i ja Galileo koostoimest ja on hetkel raskesti hinnatav).
Galileo kommerts-teenus (CS)	Kaks peamist potentsiaalset eelist: ¹¹¹ Autentimise võimalus (sellest võiksid huvitatud olla nt järelevalveorganid kalanduse ja transpordi valdkonnas, eesmärgiga vähendada pettusi). Suurem täpsusaste – väidetavalt hakkab kommerts-teenuse signaal avatud teenuse signaalist kordades täpsem olema.	Puuduvad näited tasulise kommerts-teenuse suure nõudluse kohta (algselt Galileo programmi kaasatud erasektor otsustas sellest peamiselt kehvade kommertsväljavaadete tõttu väljuda).
Galileo avalik reguleeritud teenus (PRS)	Krüpteeritus – kõrgendatud vastupanu erinevatele pahatahtlikele ja looduslikele häiretele. Tegemist on ühe tähtsama teenusega, mis pakub lisaväärtust võrreldes teiste satelliit-navigatsioonisüsteemidega. ¹¹²	Analoogset funktsionaalsust arendatakse ka GPS süsteemile (nimetusega <i>Military code</i> ehk <i>M-Code</i>).
Galileo otsingu- ja päästeteenus	Hädasignaali kiirem ja täpsem lokaliseerimine Cospas-Sarsat süsteemis.	Galileo poolt Cospas-Sarsat süsteemile avaldatavad mõjud ei ole oodatavalt murrangulised (osutatakse tugiteenust, mis parandab juba olemasoleva teenuse kvaliteeti).
Galileo terviklikkuse jälgimise teenus		Terviklikkuse jälgimise teenuse näol on tegemist samuti tugiteenusena (toetab erinevate valdkondade rakendusi, kuid selle rahalist väärtust või mõju on keeruline hinnata).

Kuigi Galileo omab Euroopa jaoks suurt strateegilist tähtsust ning toob eeldatavalt kaasa satelliitnavigatsiooni-teenuste täpsuse ja kvaliteedi parenemise, dubleerib see siiski juba olemasolevat GPS süsteemi, mistõttu potentsiaalsed rakendusvaldkonnad kattuvad suuresti GPS omadega (maanteetransport ja asukohapõhised teenused), kusjuures Galileo poolt saavutatavat turuosa on hetkel keeruline hinnata.



Joonis 2.3. Globaalne satelliitnavigatsiooniteenuste turg segmentide lõikes perioodil 2010–2020¹¹³

¹¹¹ www.insidegnss.com/node/3539

¹¹² www.navipedia.net/index.php/Galileo_Public_Regulated_Service_%28PRS%29

¹¹³ www.gnss.asia/sites/gnss.asia/files/Market_Report_GSA_2012.pdf

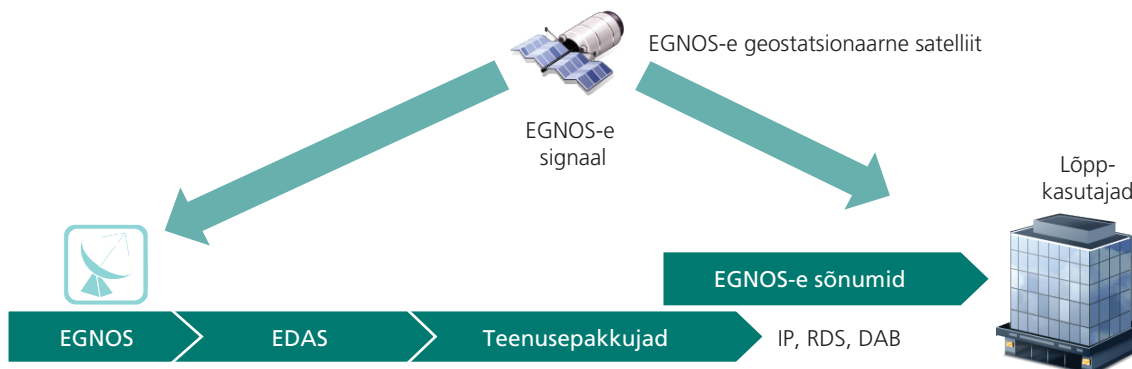
2.1.2 | Programmi EGNOS teenuste kättesaadavuse staatus ja potentsiaalsed rakendusvaldkonnad

Osutatavad teenused ja nende kättesaadavuse staatus

EGNOS on täistoimiv, pakkudes hetkel kolme navigatsiooni- ja asukohamääramise teenust:¹¹⁴

- Avatud teenus (tasuta kättesaadav alates 2009. aasta oktoobrist) – EGNOS-e avatud teenuse peamiseks eesmärgiks on parandada positsioneerimistäpsust, korrigeerides GPS (tulevikus ka Galileo) signaale mõjuvaid vigasid.
- Ohutusteenus (saadaval alates 2011. aasta märtsist) – EGNOS-e ohutusteenus (SoL) on avatud teenusel põhinev teenus, mis pakub lisaks terviklusteavet, signaali autentimist, suuremat teenusekindlust ja muid võimalusi, mis on vajalikud ohutusteenuse rakendusteks, näiteks lennunduses ja meretranspordis. Hetkel on teenusega seotud nõuded välja töötanud ja need ka rakendanud vaid lennundussektor.
- Kommertsteenuse ehk „EGNOS Data Access Server“ (EDAS) (saadaval alates 2012. aasta juulist) – EDAS võimaldab juurdepääsu EGNOS-e maapealsetele andmetele (kasutades raadiosidet või internetiühendust – IP, RDS, DAB) tingimustes, kus otsenähtav satelliitidega puudub või signaal on tugevasti häiritud. Põhilised EDAS’e poolt pakutavad andmed on:
 - Ülekandevõimsuse ja töökindluse seirejaamade (RIMS) ja maismaa navigatsioonijaamade (NLES) poolt kogutud töötlemata GPS, GLONASS ja EGNOS GEO andmed.
 - EGNOS-e tugisõnumid, mida reeglina saadetakse EGNOS-e geostatsionaarsete satelliitide kaudu.

Ülevaade EDAS teenuse toimimispõhimõttest on esitatud järgmisel joonisel:



Joonis 2.4. EGNOS EDAS teenus

EGNOS-e rakendusvaldkonnad

EGNOS-e näol on tegemist satelliitnavigatsioonisüsteemide satelliidipõhise tugisüsteemiga, mis võrdleb GPS- ja Galileo-satelliitide andmeid maapealsete jaamade asukohainfoga ning saadab vastava parandusinfo EGNOS-e satelliitide kaudu GPS/Galileo-vastuvõtuseadmetesse, muutes sellega asukohainfo täpsemaks (Galileo signaali korral neljalt meetrilt ühele meetrile). Erinevalt Galileost on EGNOS-e poolt kaetav geograafiline piirkond piiratud. Kuna see ei dubleeri olemasolevaid satelliitnavigatsioonisüsteemide satelliidipõhiseid tugisüsteeme (WAAS USA-s, MSAS Jaapanis), siis on selle potentsiaal erinevates rakendusvaldkondades tunduvalt paremini hinnatav. EGNOS-e poolt pakutavate teenuste võimalikud rakendusvaldkonnad on esitatud järgmises tabelis:¹¹⁵

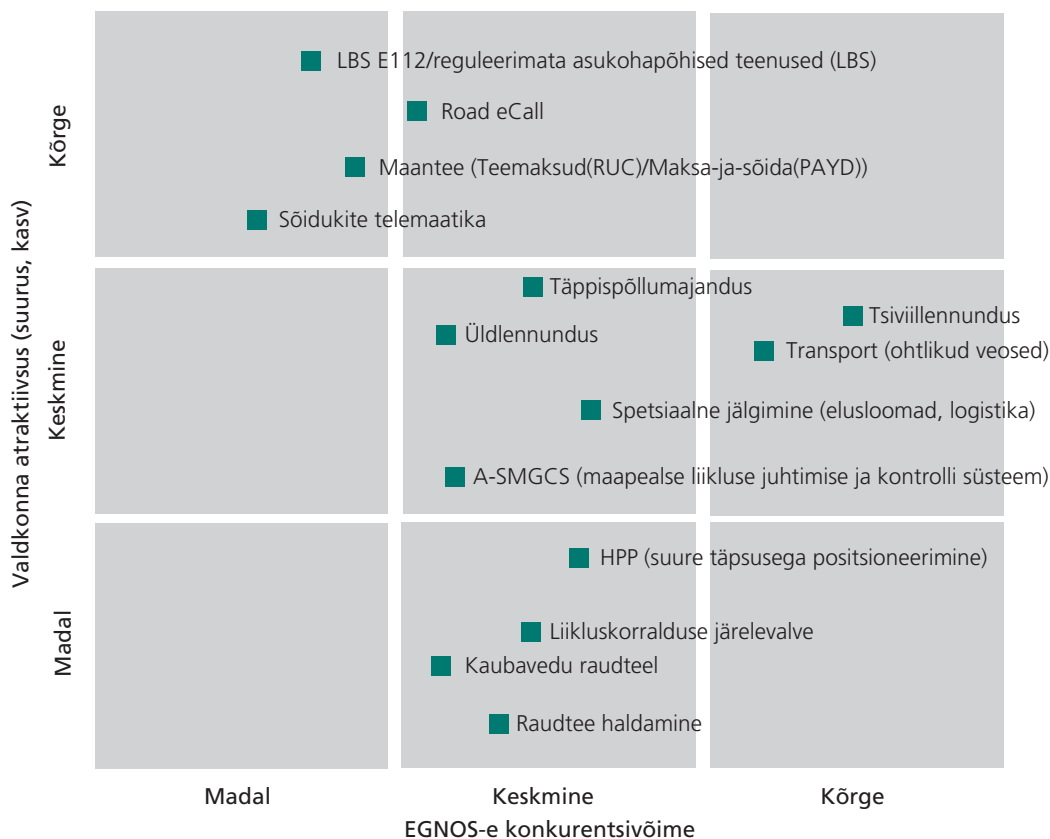
¹¹⁴ Teenuseid defineerivad dokumendid on kättesaadavad aadressilt www.essp-sas.eu/service_definition_documents

¹¹⁵ www.egnos-portal.eu/discover-egnos/commercial-information

Tabel 2.5. EGNOS-e võimalikud rakendusvaldkonnad

Teenus	Rakendusvaldkonnad
Avatud teenus (täpsusaste ~1m, tasuta)	Täppispõllumajandus, laevandus, autode navigatsioonisüsteemid, asukohapõhised teenused, GIS ja kaarditarkvara.
Ohutusteenus (täpsusaste ~1m, vastab lennundusvaldkonna standarditele)	Valdkonnad, kus navigeerimissignaali ette hoiatamata halvenemine võib tuua kaasa ohu inimestele ja varale (lennundus ning mere-, maantee- ja raudteetransport). 2013. a I poolaasta seisuga on lennundus ainsaks valdkonnaks, millele on välja arendatud ja rakendatud teenuse nõuded ning sertifitseerimise ja autoriseerimise protseduurid. EGNOS-e ohutusteenuse kasutamine võimaldab lennujaamadel, mis ei suuda või ei soovi investeerida maapealsetesse navigatsiooniseadmetesse (ILS – <i>instrument landing system</i>), parandada oluliselt maandumise turvalisust. Selleks peab tegema kulutused EGNOS-e spetsiifiliste protseduuride väljatöötamisele ning varustama lennukid SBAS vastuvõtjaga. Maapealsete navigatsiooniseadmetega varustatud lennujaamad saavad kasutada EGNOS-e ohutusteenust tagavarasüsteemina, mis rakendub maapealsete navigatsioonisüsteemide võimaliku rikke korral.
EDAS (täpsusaste <1m, kasutab maapealse võrgustiku poolt pakutavaid korrektsioone)	EDAS pakub teenusepakkujatele (nt mobiilioperaatoritele) võimalust: 1) edastada andmeid kasutajatele, kellel puudub otsenähtavus EGNOS-e satelliitidega (nt kõrghoonestusega tänavatel), 2) toetada mitmesuguseid lisaväärtust pakkuvaid teenuseid, rakendusi ja uurimisprogramme.

Tabelis (tabel 2.5) toodud valdkondades konkureerib EGNOS aga teiste satelliitnavigatsioonisüsteemide lahendustega (nt Galileo, GPS koos Galileoga, DGPS), mis ei pruugi küll pakkuda täpselt samasugust täpsusastet, kuid mis võivad siiski lõppkasutajate vajadusi rahuldada. EGNOS-e konkurentsivõimet on analüüsitud Euroopa Komisjoni poolt läbi viidud uuringus,¹¹⁶ mille tulemused on esitatud järgmisel joonisel:



Joonis 2.5. Hinnangud EGNOS-e konkurentsivõimele valdkondade lõikes

EGNOS-e konkurentsieelised avalduvad kõige paremini lennunduses, täppispõllumajanduses ja transpordis ning just neis valdkondades ongi EGNOS-e senine kasutus olnud kõige ulatuslikum:¹¹⁷

- EGNOS-t kasutavad Euroopa kolm kõige suuremat teemaksude kogumise süsteemi operaatorit;
- rohkem kui 70 lennujaamas on kasutusel ca 140 EGNOS-el põhinevat maandumisprotseduuri;
- 65% põllumeestest, kes rakendavad satelliitnavigatsioonisüsteemidel põhinevaid lahendusi, on võtnud kasutusele just EGNOS-el põhinevad süsteemid.

2.2 | Programmide Galileo ja EGNOS Eestis rakendamise võimalused

2.2.1 | Galileo Eestis rakendamise võimalused

Galileo teenuste potentsiaalsed sihtgrupid ja rakendamise võimalused Eestis

Galileo rakendusvaldkondade analüüsist ja teenuste konkurentsieelistest lähtudes on kirjeldatavad Galileo teenuste võimalikud sihtgrupid Eestis (tabel 2.6). Galileo PRS teenuse võimalikud kasutajad (nt Päästeamet ning PPA) saavad hinnanguliselt Galileo teenustest enim mõõdetavat kasu.

Galileo PRS teenuse käivitamist ettevalmistavad tegevused on mõnes liikmesriigis juba alanud 2013. aastal. Ühendkuningriigis määrati 1. juulil 2013 esimest korda objekti asukoht (*first position fix*), kasutades selleks vaid Galileo PRS signaali.¹¹⁸ Alates 2014. aastast on esmased Galileo PRS teenused kättesaadavad ning eeldatavalt käivituvad ka pilootprojektid teenuste juurutamiseks EL liikmesriikides (nt Saksamaa). Siiski on avalikult kättesaadav informatsioon teenuse staatuse ja täpsete tehniliste parameetrite kohta piiratud.

Tabel 2.6. Galileo teenuste võimalikud sihtgrupid Eestis

Teenus	Võimalikud sihtgrupid Eestis
Galileo avatud teenus (OS)	Võimalikud kasutajad kattuvad GPS kasutajatega. Kuna ka teenuse tehniline spetsifikatsioon on suuresti sarnane GPS omale, siis eeldatavalt ei avalda teenuse turuletulek potentsiaalsetele sihtgruppidele märkimisväärset mõju.
Galileo kommerts-teenus (CS)	Konkreetsete sihtgruppide väljatoomine on keeruline, kuna puuduvad tõendid nõudluse kohta. Teenus võimaldab küll pakkuda erinevaid lisaväärtusteenuseid, kuid just piiratud äri võimalused olid üheks põhjuseks, miks erainvestorid loobusid Galileo programmis osalemisest.
Galileo PRS teenus	Võimalikud kasutajad on näiteks Päästeamet ning Politsei- ja Piirivalveamet.
Galileo otsingu- ja päästeteenus	Peamiseks seotud osapoolteks on PPA Pääste- ja koordinatsioonikeskus JRCC, mis registreerib ja peab arvestust hädaabi raadiopide kohta ning saab läbi Cospas-Sarsat satelliitsidesüsteemi hädaabiteateid, kui nende omanikuga juhtub õnnetus. Kuna aga Galileo panustab ühtse süsteemi efektiivsemaks muutmiseks, siis ei saa asutust näha kui teenuse otsest sihtgruppi.
Galileo terviklikkuse jälgimise teenus	Teiste teenuste tugiteenus.

Galileo programmi elluviimisel on senini suurt tähelepanu pööratud pigem vastuvõtjate ja signaali kvaliteediga seotud küsimustele, mitte niivõrd teenuste võimalikele kasutajatele pakutava lisaväärtuse detailsel analüüsile.¹¹⁹ Kaks ainsat PRS teenusega seotud 7RP projekti – PRS4PMR¹²⁰ ja ULTRA¹²¹ – on olnud suunatud just vastuvõtjate hinna alandamisele ja mõõtmete vähendamisele. Tulenevalt eelnevast on praegusel hetkel ka selgusetu, milline täpselt on kasutajale pakutav reaalne lisaväärtus ning kui suur on teenuse tarbimiseks vajalike investeeringute maht lõpptarbijate poolt, mistõttu pole hetkel võimalik ka öelda, milline on PRS teenuste oodatav lisaväärtus olemasolevate operatiivside võrkude kasutajatele jt analoogsetele kasutuses olevatele riiklikele süsteemidele, nt võrreldes GIS-112-ga.

¹¹⁷ www.gsa.europa.eu/sites/default/files/Opportunities_European_Industry.pdf

¹¹⁸ www.spaceneedsfeed.co.uk/index.php/navigation/15063-secured-navigation-arrives-with-first-uk-galileo-public-regulated-service-only-positioning

¹¹⁹ www.galileo-polska.pl/wp-content/uploads/2013/01/4.-PRS-VS-in-Poland-Market-Development.pdf

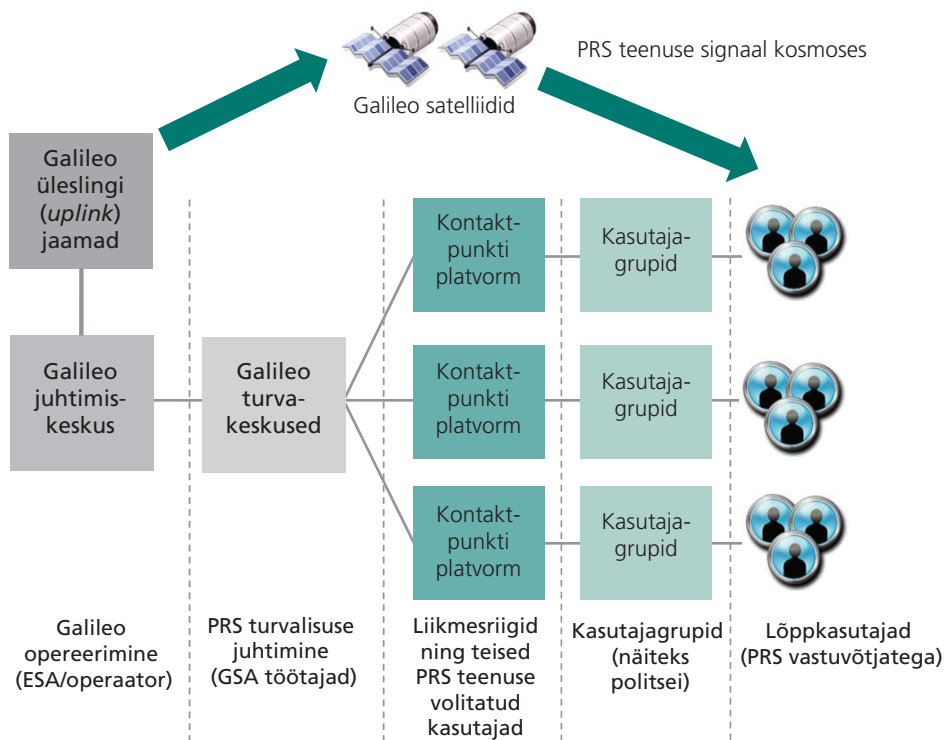
¹²⁰ www.gsa.europa.eu/news/galileo-prs-opportunities-critical-communications-networks

¹²¹ gsa.europa.eu/ultra-low-cost-prs-receiver

Koostöömudel Galileo rakendamiseks Eestis

Galileo avatud teenuse kasutamiseks piisab signaali levialas asumisest ning vastava vastuvõtja olemisest. Seetõttu saab vajalikest koostöömudelitest rääkida eelkõige seoses Galileo piiratud kättesaadavusega PRS teenusega, mis on mõeldud ainult autoriseeritud kasutajatele. Vastavalt Euroopa Parlamendi 2011. aasta 25. oktoobri otsusele „on the rules for access to the public regulated service provided by the global navigation satellite system established under the Galileo programme“¹²² peaks iga liikmesriik otsustama, kas ta soovib PRSi oma haldusalas rakendada. Iga liikmesriik, kes soovib PRS-i kasutada, peab määrama teenuse autori-seeritud kasutajad ja määrama kompetentse PRS võimuorgani (*Competent PRS Authority*), kes teavitab enda määramisest viivitamata ka Euroopa Komisjoni.

Nimetatud võimuorgani ülesandeks on jagada ligipääsuõigusi ning valida PRS vastuvõtuseadmete tootjad. Samas pole taoliste funktsioonidega võimuorgani loomine kohustuslik, kuna soovi korral võib teenuse osutamise teistelt riikidelt sisse osta.¹²³ Kui liikmesriik otsustab PRS võimuorganit mitte määrata, peaks ta igal juhul määrama kontaktpunkti (*point of contact*), kelle vastutusalasse kuulub näiteks kahjulikest elektromagnetilistest häiretest raporteerimisega seonduv. Ka kontroll vastuvõtjate väljastamise üle jääb igal juhul liikmesriigi ülesandeks.



Joonis 2.6. Galileo PRS teenuse osutamise ahel¹²⁴

Vastavalt Euroopa Parlamendi otsusele¹²⁵ peaks iga liikmesriik kompetentse PRS võimuorgani määrama hiljemalt 6. nov. 2013. a. PRS määramisega seotud põhjaliku konsultatsiooniprotsessi¹²⁶ ja viit erinevat stsenaariumi hõlmanud tasuvusanalüüsi¹²⁷ on läbi viinud nt Ühendkuningriik (vt ptk 2.3.1).

Tulenevalt eeltoodust seisneb Galileo rakendamisega seotud siseriiklik halduskoormus eelkõige Galileo teenuste laiemat kasutuselevõttu toetavate teadlikkust tõstvate tegevuste läbiviimises ning PRS võimuorgani töö korraldamises.

¹²² eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:287:0001:0008:EN:PDF

¹²³ www.spacenews.com/article/europe-looks-to-broaden-base-for-encrypted-galileo-service#.UaM2upwShbE

¹²⁴ conferences.theiet.org/gnss/-documents/003-bertinchamps.cfm

¹²⁵ www.eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:287:0001:0008:EN:PDF

¹²⁶ www.bis.gov.uk/assets/uk-spaceagency/docs/competent-prs-authority-consultationv3.pdf

¹²⁷ www.bis.gov.uk/assets/uk-spaceagency/docs/galileo-competent-prs-authority/competent-prs-authority-impact-assessment.pdf

2.2.2 | EGNOS-e Eestis rakendamise võimalused

EGNOS-e teenuste potentsiaalsed sihtgrupid ja rakendamise võimalused Eestis

EGNOS-e rakendusvaldkondade analüüsist ja teenuste konkurentsieelistest lähtudes on kirjeldatavad EGNOS-e teenuste võimalikud sihtgrupid Eestis (tabel 2.7). Samas tuleks skeptiliselt suhtuda „Gloobalse satelliitnavigatsioonisüsteemi rakendusi käsitleva tegevuskavas aastateks 2014–2018“ esialgses versioonis toodud merelaevandusele suunatud meetmestikku. Uurides EGNOS-e rakendamise võimalusi ja vajadust näiteks jäämurdjate asukoha täpsemaks (<1 m) määramiseks, selgus, et jäämurdjate seisukohast 4–5 meetrist täpsemat signaali/asukohta tarvis ei ole, kuna navigeerimiseks ja asukoha määramiseks piisab täiesti senistest lahendusdest (radar, visuaalne vaatlus).

Tabel 2.7. EGNOS-e teenuste võimalikud sihtgrupid Eestis

Teenus	Võimalikud sihtgrupid Eestis
EGNOS-e avatud teenus	Piisava suurusega põllumajandustootjad (>100 ha haritava maaga) ¹²⁸
EGNOS-e ohutusteenus	Lennundussektor
EGNOS-e EDAS teenus	Lisaväärtusteenuste pakkujad (nt mobiilioperaatorid, mobiilirakenduste arendajad)

EGNOS ohutusteenuse kasutamise potentsiaal lennundussektoris

Lennundus on praegusel hetkel ainsaks valdkonnaks, millele on välja arendatud ja rakendatud teenuse nõuded ning sertifitseerimise ja autoriseerimise protseduurid. Vajadus EGNOS ohutusteenuse järele lennunduses tuleneb asjaolust, et kuigi GPS ja Galileo signaale kasutavad süsteemid on sobivad lennukite navigeerimiseks nende teekonnal (*en route*), pole nende täpsus ja töökindlus piisav lennukite lõpplähenemiseks (*approach*) lennujaamale. Näiteks on vajalik, et pilooti teavitataks vaid loetud sekundite jooksul sellest, kui süsteemi kvaliteedinäitajad (täpsus, terviklikkus) langevad alla kriitilise piiri ning pole sobivad maandumisprotseduuride läbiviimiseks. GPS-il ja Galileo taoline funktsionaalsus puudub. EGNOS-e süsteemil on aga olemas seda võimaldav maapealne infrastruktuur, mis jälgib pidevalt GPS signaalide kvaliteeti (vajadusel väljastab signaalide täpsust suurendavaid veakorrektsioone) ja on võimeline tuvastama signaalides esinevaid vigu ning pilooti nendest teavitama.

Lähenemisprotseduuril kasutatavad navigatsioonisüsteemid saab üldises plaanis kategoriseerida nende poolt võimaldatava madalaima „otsustuskõrguse“ (MDA) alusel. Kui piloot sellele kõrgusele jõudes lennuraja olustikku visuaalselt ei näe, tuleb lähenemisprotseduur katkestada. Madalama otsustuskõrguse saavutamine eeldab küll meeskonna põhjalikumalt väljakoolitamist ja keerulisemaid navigatsioonisüsteeme nii maal kui õhus, kuid on kindlasti eelistatum näiteks halbade ilmastikuolude tingimustes. Vertikaalinformatsiooniga lähenemisprotseduure (*vertical guidance*) kasutavad süsteemid võimaldavad lennukil laskuda ligikaudu 400 jala (ca 120 meetri) kõrgusele, baromeetrised süsteemid kuni 350 jala (105 meetri) kõrgusele, satelliitnavigatsioonisüsteemide satelliidipõhised tugisüsteemid (nt EGNOS) kuni 200 jala (60 meetri) kõrgusele ning maapealsed tugisüsteemid kuni lennuraja pinnani.

Satelliitnavigatsioonisüsteemide satelliidipõhiste tugisüsteemide (antud kontekstis EGNOS ohutusteenuse) peamine eelis seisneb potentsiaalses kulusäästus. EGNOS-e ohutusteenuse rakendamiseks on lennujaamadel tarvis vaid välja töötada vastavad protseduurid, tegemata suuri investeeringuid lõpplähenemist toetava maapealse infrastruktuuri (instrumentaal-maandumissüsteemide) väljaehitamisse ja hooldusesse. Samuti vähendavad nimetatud protseduurid lennujuhtide koormusi tiptundide ajal.

Seega on Eestis EGNOS-e ohutusteenuse võimalikuks kasutajaks MKMi haldusallas kuuluv AS Tallinna Lennujaam, mis käitab ja arendab L. Meri Tallinna lennujaama, Kärda lennujaama, Kuressaare lennujaama, Tartu lennujaama, Pärnu lennujaama, Ruhnu lennuvälja ja Kihnu lennuvälja.

¹²⁸ EGNOS-e avatud teenuse potentsiaali põllumajandussektoris on käsitletud detailsemalt käesoleva raporti peatükis 5.

Tabel 2.8. Eesti lennujaamades kasutatavad maandumissüsteemid

Lennujaam	Maandumissüsteemid
Tallinn	Olemas on instrumentaalmaandumissüsteemid (ILS) lennuradade mõlemale otsale, kokku 10.
Tartu	Olemas on ILS lennuraja ühes otsas. Rakendamisel on Baro-VNAV süsteem, mis ei põhine täielikult EGNOS-el. EGNOS pakub vaid lateraalset tuge, mitte vertikaalset. Lahendus ei toimi madalate temperatuuride juures.
Kuressaare	Olemas on ILS lennuraja ühes otsas.
Kärdla	NDB lähenemine.
Pärnu	VOR lähenemine.
Kihnu	Ei vasta IFR tingimustele (puuduvad lähenemistuled).
Ruhnu	Ei vasta IFR tingimustele (puuduvad lähenemistuled).

EGNOS-e signaali teekonnapunktide täpseks määramiseks marsruutlennul (*en route*) ning ka lähenemistel (*arrival*) kasutatavad käesoleval ajal praktiliselt kõik lennukid, millele on paigaldatud sertifitseeritud ja SBAS signaaliga GPS vastuvõtja (selle olemasolu on nõutav ADS-B Out süsteemi kasutamise soovi korral). Tulenevalt operatiivsuse varasemast saavutamisest on turul juurdunud GPS täpsuse parandamise süsteem WAAS (EGNOS-e analoog), mis on aga EGNOS-ega ühilduv.¹²⁹

EGNOS-e signaali Eesti lennujaamades lõplähenemisel (*approach*) ei kasutata. Lennujaamad lähtuvad uute protseduuride juurutamisel kahest tegurist:

- **Nõudlus.** Eestis tegutsevate lennukompaniide huvi satelliitnavigatsioonisüsteemidel põhinevate lahenduste vastu on teadaolevalt madal.¹³⁰
- **Regulatsioonid.** Rahvusvaheline Tsiviilennunduse Organisatsioon (ICAO), kuhu kuulub ka Eesti, on seadnud eesmärgiks,¹³¹ et aastaks 2016 peaksid kõikidel IFR lennuradadel olema kasutusel GPS lõpp-lähenemisprotseduurid. Eesmärgi saavutamiseks oodatakse igalt ICAO liikmesriigilt sooritusel põhineva navigatsiooni (PBN) rakenduskava koostamist. Eesti poolt astunud sammud ICAO poolt seatud eesmärkide täitmiseks on olnud järgmised:¹³²
 - Lennuamet tegeleb PBN rakenduskava koostamisega;
 - 30. mail 2013 rakendati Tallinna Lennuväljal esimene GNSS-põhine protseduur Eestis –täppisnavigatsiooni (P-RNAV) protseduur;¹³³
 - Tartu lennuvälja jaoks on olemas Eesti Lennuakadeemia simulaatoris katsetatud GPS Baro-VNAV mitte-täppislähenemise ajutised protseduurid, mida testitakse 2013. a suvel.¹³⁴

7RP projekti SHERPA¹³⁵ (2012–2013) raames töötab Lennuliiklusteeninduse AS koostöös Poola, Kreeka, Türgi, Bulgaaria ja teiste riikide teenuseosutajatega välja õhusõidukite satelliitnavigatsioonisüsteemide-põhised vertikaalse juhtimisega lähenemise protseduurid (SBAS APV protseduurid) ning osaleb rahvusliku PBN rakendusplaani arendamisel. Projektis osalevad kõik Eesti huvigrupid, sh Lennuamet, Tallinna lennujaam ja Estonian Air. SHERPA projekti juhib Euroopa satelliitteenuse osutaja ESSP (*European Satellite Service Provider*). SHERPA projektil on oluline mõju satelliitnavigatsioonisüsteemidel põhinevate lahenduste rakendamisele Eestis, sest projekti raames on kvantitatiivselt hinnatud EGNOS-e rakendamisvõimalusi Eesti lennujaamades ja -firmades. Projekti olulisemateks tulemusteks on:

- EGNOS ohutusteenuse rakendamise tasuvusanalüüsi läbiviimine (vt ka ptk 2.3.4.);
- rahvusliku PBN rakendusplaani väljatöötamine (valmib eeldatavalt 2013. aasta lõpus).

Seega kokkuvõttes võib öelda, et teoreetiline potentsiaal EGNOS ohutusteenuse rakendamiseks Eesti lennundussektoris on kõrge. Selle tõestuseks on vastavate analüüside läbiviimine projekti SHERPA raames.

129 Elektrooniline kirjavahetus Lauri Laasik'uga ja Leho Roots'iga (Lennuakadeemia), veebruaris 2013. a.

130 Intervjuu Viktor Popov'iga (Lennuliiklusteeninduse AS), 30. mail 2013. a.

131 www.icao.int/safety/pbn/PBN%20references/Assembly%20Resolution%2037-11_%20PBN%20global%20goals.pdf

132 icao.int/documents_open_meetings/download.php?maincategory=76&subcategory=93&file=PBN%20status%202012.xlsx

133 eaip.eans.ee/2013-05-02/html/eAIC/EE-eAIC-2013-02-A-et.html

134 aim.eans.ee/files/EE-eSUP-2013-06.pdf

135 sherpa.essp-sas.eu

EGNOS-e teenuste kättesaadavus ja signaali kvaliteet Eestis

EGNOS-e ja Galileo teenuste (v.a EGNOS-e EDAS teenus) kättesaadavus ja kvaliteet sõltuvad signaali kvaliteedist konkreetse asukohas. Teenuste kasutamiseks on tarvis ühilduvat vastuvõtjat. Signaali kättesaadavuse ja kvaliteediga seotud küsimused tõstatuvad eelkõige seoses EGNOS-ega, kuna erinevalt Galileost on tegemist regionaalse süsteemiga – kuigi EGNOS-e signaal katab põhimõtteliselt kogu Euroopa, on see piirialadel mõnevõrra siiski mõnevõrra nõrgem.

EGNOS-e veebilehe andmetel¹³⁶ kuuluvad kvaliteetse signaaliga (APV-I teenustasemel 99% ajast) täielikult kaetud riikide hulka Austria, Belgia, Taani, Prantsusmaa, Saksamaa, Luksemburg, Holland, Sloveenia, Šveits, Horvaatia ja Bosnia ning osaliselt kaetud riikide hulka Tšehhi, Soome, Ungari, Iirimaa, Itaalia, Poola, Portugal, Slovakkia, Hispaania, Rootsi, Ühendkuningriik, Norra, Montenegro ja Serbia. Kuna EGNOS-e praegused alusdokumendid ei näe ette täisteenuse pakkumist kõikjal Ida-Euroopas, siis ei ole mitmed EL liikmesriigid, nt Poola, Rumeenia, Bulgaaria, Kreeka ja Balti riigid EGNOS-e signaaliga piisavalt kaetud.¹³⁷

EGNOS-e puhul on signaali kättesaadavuse parendamise peamiseks viisiks olnud kaugusemõõtmise ja tervikluse seirejaamade (RIMS) võrgustiku laiendamine. Näiteks ühest viimasest süsteemiuuendusest on versioon 2.3.1 (10. märtsil 2012), millega uuendati ionosfääri jälgimise algoritme ning lisati 3 uut RIMS jaama. Selle tulemusel suurenes APV-I teenuse leviala ning paranes teenuse töökindlus piirialadel, eriti Põhja-Euroopas. Perioodil 2013–2014 on kavas viia sisse süsteemiuuendus v2.4.x, mis peaks täiendavalt parendama ionosfääri jälgimist, täiendavate RIMS jaamade lisamist ja leviala suurendamist 72. laiuskraadini.

Lennuliiklusteeninduse AS on tellinud EGNOS SoL teenuse sertifitseeritud pakkujalt ESSP-lt EGNOS-e signaali mõõtmised Eesti territooriumil, mille tulemused näitasid, et näiteks Tartu lennujaam asub signaali piisavuse piiiril.¹³⁸

Koostöömudel EGNOS rakendamiseks Eestis

Sarnaselt Galileoga on ka EGNOS-e avatud teenuse signaal vabalt kättesaadav (eeldusel, et kasutaja asub levialas) ning teenuse tarbimiseks on vajalik vaid vastava vastuvõtja (nt Ag Leader GPS 1600)¹³⁹ olemasolu, mistõttu EGNOS-e rakendamine näiteks põllumajandussektoris mingeid spetsiaalseid koostööleppeid ei nõua.

EGNOS ohutusteenuse osas on lennundus hetkel ainsaks valdkonnaks, millele on välja arendatud ja rakendatud teenuse nõuded ning sertifitseerimise ja autoriseerimise protseduurid. Ohutusteenuse juurutamiseks ja kasutamiseks on tarvilik:

- Lennujaama poolt lennurajale lähenemise toiminguga (*approach procedure*) väljatöötamine, avalikustamine ja kooskõlastamine vastava riikliku asutusega.
- Vastav riiklik asutus (Eestis Lennuliiklusteeninduse AS) peab sõlmima lepingu EGNOS-e teenuse pakkuja ESSP SaS-iga, et oleks võimalik tehnilise ja operatiivse informatsiooni vahetamine.
- Vastavat lennurada kasutatav lennuk peab olema varustatud vastava SBAS-vastuvõtjaga.

Seega seisneks EGNOS-e rakendamisega seotud potentsiaalne halduskoormus riigi jaoks eelkõige vastavate protseduuride juurutamises lennundussektoris (riigi omandisse kuuluvate asutuste poolt) ning teadlikkuse tõstmisele suunatud tegevuste elluviimises.

¹³⁶ www.egnos-user-support.essp-sas.eu/egnos_ops/news_and_articles/FAQs/egnos_performances#q5

¹³⁷ www.gmv.com/export/sites/gmv/DocumentosPDF/magicSBAS/magicSBAS_ENC_2012.pdf

¹³⁸ Intervjuu Viktor Popov'iga (Lennuliiklusteeninduse AS), 30. mail 2013. a.

¹³⁹ Mitte-ammendav loetelu vastuvõtjatest on esitatud lehel www.egnos-portal.eu/developer-platform/developer-toolkit/receiver-list

2.3 | Programmide Galileo ja EGNOS rakendamise majanduslik mõju

2.3.1 | Senised hinnangud Galileo ja EGNOS-e üldise majandusliku mõju suurusel

Kuna Galileo ja EGNOS-e näol on tegemist riigiüleste programmidega, millest ainult üks (EGNOS) on jõudnud operatiivsesse faasi, on ka kõik senised programmide mõjude uurimisele suunatud analüüsid olnud pigem üldist laadi, keskendudes programmide koondmõjude hindamisele EL tasandil. Ülevaade aastate jooksul teostatud olulisematest uuringutest on esitatud järgmises tabelis:

Tabel 2.9. Galileo ja EGNOS-e programmide mõjuanalüüside ülevaade

Uuring/protsess	Peamised kasud	Kasude suurus ja tasuvus
2000 Erialgne mõjuhindang perioodiks 2000–2020 (teostatud Netherlands Economic Institute ja ESYS poolt) ¹⁴⁰	Strateegiline väärtus, kasud ettevõtetele (kosmosevaldkonna ettevõtted, Galileo operaator, integreeritud toodete ja teenuste pakkujad), otsesed kasud tarbijatele, sotsiaalsed kasud (liiklusummikute vähenemine, keskkonnareostuse vähenemine, suurenenud turvalisus).	Strateegiline väärtus (2015. aastal võrdub kahepäevane katkestus GPS teenuses 1 mld euro suuruse kahjuga). 2000–2020 kasud: Majanduslikud kasud (ettevõtetele, tarbijatele) 62 mld eurot. Sotsiaalsed kasud 12 mld eurot. Kogukulud: 3,25 mld eurot; koos tegevuskuludega 6 mld eurot. Projekti puhasnüüdisväärtus 5% ja 10% diskontomäära korral vastavalt 31 mld ja 15 mld eurot. Negatiivse stsenaariumi korral vastavalt 21 mld eurot ja 10 mld eurot.
2001 (november) PWC: Inception Study to Support the Development of a Business Plan for the GALILEO Programme ¹⁴¹	Lähtuvalt kulude muutumisest, turu arengutest ja diskonteerimisfaktorite ülevaatamisest modifitseeriti eelmises uuringus kasutatud lähenemist. Muuhulgas ei arvestatud enam ettevõtetele (<i>suppliers</i>) avalduvate mõjudega, samuti vähendati teedel toimuva navigeerimise segmendi mõjusid (varasemat hinnangut ei peetud realistlikuks).	2008–2020 kasud: Projekti puhasnüüdisväärtuseks hinnati 17,8 mld eurot (varasema 27,2 mld euro asemel sama diskonteerimismäära korral).
2009 GSA töötas välja turu jälgimise ja ennustamise metodoloogia (<i>market monitoring and forecasting process</i>) ¹⁴²	Järjest rohkem rõhutatakse kaudseid sotsiaalseid kasusid (strateegiline sõltumatus, kasud ühiskonnale). Majandusliku mõju hindamisel keskendatakse neljale peamisele turusegmenstile: navigeerimine maanteedel, asukohapõhised teenused, lennundus ja põllumajandus.	Otseselt Galileost tulenevad oodatavad kasud neljast segmendist moodustavad 58 mld eurot. Suurimat Galileost tulenevat kasu ennustatakse transpordisektorile, mille osakaal kogukasudest ulatub 70%-ni (asukohapõhised teenused – 14%, lennundus – 8%, põllumajandus – 7%).

Tabel 2.10. Turu jälgimise ja ennustamise metodoloogia poolt arvestatavad kasud

	Asukohapõhised teenused	Maantee	Lennundus	Täppis põllumajandus
Riiklik kasu	Sotsiaalne kasu – uued töökohad*, avalik majanduslik kasu – täiendav maksutulu (käibemaks seadmetelt/teenustelt ja ettevõtete tulumaks)			
Sotsiaalne kasu	Vägivaldsete kuritegude vähenemine, elukvaliteedi parandamine*, inimeste säästmise*	Raskete vigastuste ja liiklusummikute vähenemine, inimeste säästmise*	Müra*, hiline, ümbersuunamiste ja tühistamiste vähenemine	Väsimuse vähendamine*
Keskkonnakasus		Kütusekulu vähenemine, CO ₂ emissiooni vähenemine	õhusaaste vähenemine	Pestitsiidide ja väetiste tarbimise vähendamine

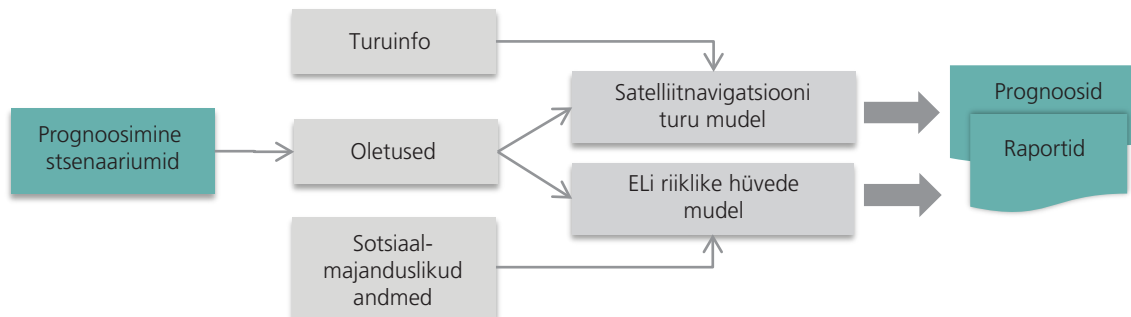
* rahaliselt mittemõõdetavad

¹⁴⁰ www.fdc.fr/oregin/fifthmeeting/GalileoOpportunities.pdf

¹⁴¹ ec.europa.eu/transport/facts-fundings/evaluations/doc/2001_galileo_business_plan.pdf

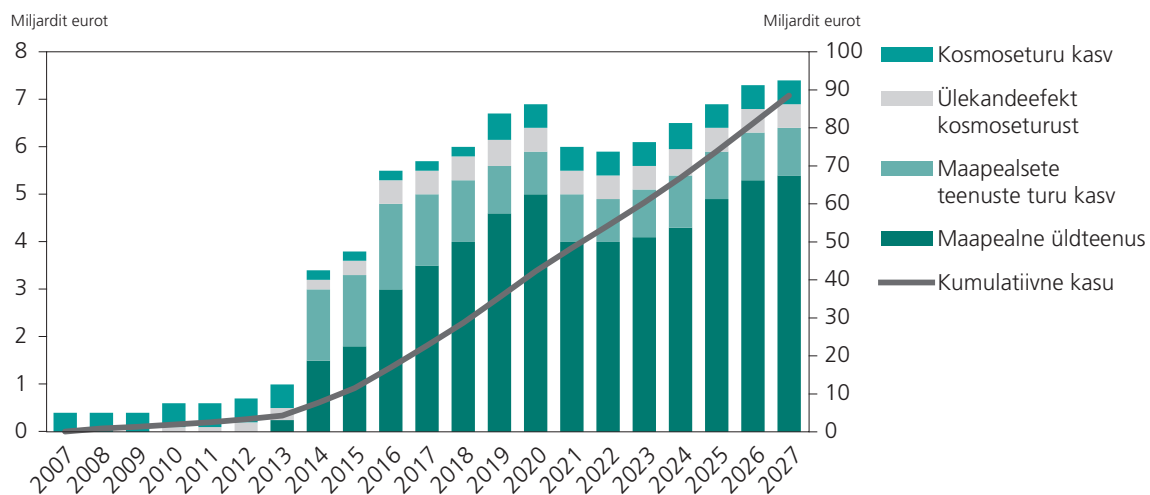
¹⁴² www.gsa.europa.eu/news/gnss-market-monitor

Potentsiaalsete mõjude kvantitatiivseks hindamiseks kasutatav turu jälgimise ja ennustamise metodoloogia põhineb ekspertide poolt valideeritud alusandmetel, ökonomeetrisel mudelitel ning vastavatel eeldustel, võimaldades Euroopa GNSS Agentuuril (GSA) jooksvalt hinnata turu ja potentsiaalsete kasude suurust ning simuleerida erinevaid stsenaariume.



Joonis 2.7. Turu jälgimise ja ennustamise protsess

Turu jälgimise ja ennustamise metoodikat kasutades on Galileo ja EGNOS-e poolt 20 aasta jooksul avaldatava kogumõju suuruseks hinnatud ligi 90 miljardit eurot.



Joonis 2.8. Turu jälgimise ja ennustamise metoodika abil arvatud mõjuhindang¹⁴³

Galileo ja EGNOS-e poolt avaldatava majandusliku mõju täpsemat hindamist (sh ka üksikute riikide tasandil) on raskendanud süsteemide operatiivsesse faasi jõudmisega seotud tähtaegade pidev edasilükkumine ning programmide eelarvete märkimisväärne suurenemine aastate jooksul. Tulenevalt mõneti ka ebarealistlikest ootustest, on algselt 2008. aastal valmima pidanud Galileo süsteemi täisoperatiivsuse saavutamise ca 10 aasta võrra edasi lükkunud, ning kui algselt pidi programmi suuremas osas erasektori poolt finantseeritama, siis praeguseks toimub kogu finantseerimine avaliku sektori poolt. Viimase põhjuseks on Galileo turuväljavaadete ja suhteliste eeliste vähenemine – ligi 1 miljardi eurose aastase tegevuskulu juures on kaasnevate tegevustulude hinnanguline suurus kahanenud vaid 80 miljoni euroni.

¹⁴³ www.aerocivil.gov.co/Aerocivil/Taller-GNSS/Memorias-del-Taller/conferencias/Documents/2_EI%20proyecto%20Galileo.%20Aplicaciones%20y%20beneficios%20multimodales%20%28European%20Comission%29.pdf

Tabel 2.11. Hinnangud Galileo väljaehitamiseks tarvilikele kuludele¹⁴⁴

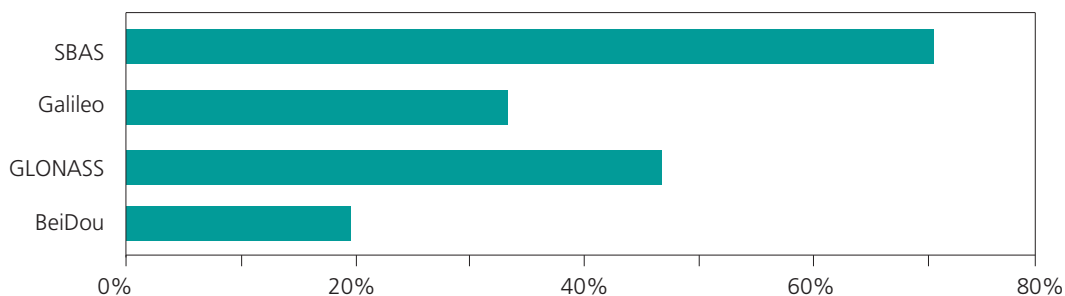
Faasid	2000: Euroopa Komisjoni esialgsed hinnangud	2007: tegelikud kulud ning hinnangud	2010: Euroopa Komisjoni/ Saksa valitsuse raporti andmed
Defineerimine	80 mln	80 mln	80 mln
Arendamine ja valideerimine	1100 mln	2100 mln	2100 mln
Kasutuselevõtmine	2150 mln	3400 mln	5000 mln
Eeldatav maksumus alates 1999. aastast kuni kasutuselevõtmiseni	3330 mln	5580 mln	7180 mln
Tegevuskulud aastas	220 mln	312 mln	750 mln
Tegevuskulud 20 aasta jooksul	4400 mln	4400 mln	15 000 mln
Kasutuselevõtmine ning 20 aasta opereerimise, hooldamise jms. kulud	7730 mln (sh 2,6 miljardit maksumaksjatelt)	11 820 mln (kogu summa maksumaksjatelt)	22 180 mln (kogu summa maksumaksjatelt)

Galileo programmi arendamisel seatud ajakavast kinnihoidmise tähtsust rõhutati juba PricewaterhouseCoopers (PwC) poolt 2001. aastal koostatud analüüsis¹⁴⁵, kus toodi välja, et 2008. aastaks jõuab satelliitnavigatsiooni rakenduste turg kiire kasvu faasi ning selleks ajaks on oodata ka uue generatsiooni GPS süsteemi (GPS III) käivitumist. Tulenevalt ajaolust, et Galileo käivitamine toimub ca 10 aastase viivitusega, on programmide algset eesmärgid ja mõjuhinnangud (veel 2007. aastal ennustati mitmetes dokumentides, et Galileol on 2010. aastal 1,8 miljardit ja 2020. aastal 3,6 miljardit kasutajat) osutunud väga suure tõenäosusega ebarealistlikeks. Ühelt poolt on nüüdseks turul tugevasti juurdunud tasuta kättesaadav GPS süsteem, teiselt poolt toimub aga konkureerivate lahenduste (GLONASS, GPS) pidev edasiarendamine, mistõttu vähenevad Galileo potentsiaalsed suhtelised eelised veelgi. Näiteks on mitmetes dokumentides¹⁴⁶ rõhutatud vajadust käivitada Galileo PRS teenus enne või äärmisel juhul samaaegselt GPS M-Code teenusega, et kasutada maksimaalselt ära turule esmasiseneja eeliseid.

2.3.2 | Euroopa Komisjoni poolsed meetmed programmide kasutuselevõtu ja mõju suurendamiseks

Kuna Galileo süsteem dubleerib suures osas GPS-i ning selle valmimise ajakava on võrreldes esialgsellega ca 12 aasta võrra edasi lükkunud, mistõttu on turuosa võitnud konkureerivad lahendused (eelkõige GPS, aga ka GLONASS), siis on programmide kasutuselevõtu suurendamiseks ja kriitilise massi kasutajate saavutamiseks vajalik aktiivsete meetmete kasutamine. Muutunud konkurentsikeskkonnast annab märku näiteks asjaolu, et Venemaa on kaalunud impordimaksude kehtestamist seadmetele, mis ei toeta GLONASS süsteemi.¹⁴⁷

Kuigi Galileoga ühilduvad vastuvõtjad on juba saadaval (joonis 2.9),¹⁴⁸ on kasutajate teadlikkus Galileo programmist madal. Vaatamata sellele, et tulevikus hakatakse kasutama Galileod, peetakse seda paljude kasutajate poolt tõenäoliselt ikkagi GPS-iks, mis on muutunud *de facto* standardiks. Ka kiipide tootjate motivatsioon arendustöök on mitmete tegurite tõttu pigem madal, sest Galileo eelised avalduvad pigem piiratud turumahuga segmentides, kiipide arendamise üldised marginaalid on langenud jne.



Joonis 2.9. GNSS vastuvõtjate ühilduvus erinevate süsteemidega (% vastuvõtjate mudelist)

¹⁴⁴ www.openeurope.org.uk/Content/Documents/PDFs/galileo2010.pdf

¹⁴⁵ ec.europa.eu/transport/facts-fundings/evaluations/doc/2001_galileo_business_plan.pdf

¹⁴⁶ www.galileo-polska.pl/wp-content/uploads/2013/01/4.-PRS-VS-in-Poland-Market-Development.pdf

¹⁴⁷ www.insidegnss.com/node/3375

¹⁴⁸ gsa.europa.eu/sites/default/files/APPAP_Workshop_EC_GSA.pdf

Soodustamiseks programmide Galileo ja EGNOS arengut ja valmistamiseks ette nende kasutuselevõttu sihtgruppide poolt, koostas Euroopa Komisjon 2010. aastal „Gloobalse satelliitnavigatsioonisüsteemi (GNSS) rakendusi käsitleva tegevuskava 2010–2013”,¹⁴⁹ mille olulisemad meetmed ja olulisemad tänaseks saavutatud tulemused on esitatud järgmises tabelis:

Tabel 2.12. „Gloobalse satelliitnavigatsioonisüsteemi rakendusi käsitleva tegevuskava 2010–2013” meetmed

Valdkond	Meetmed	Olulisemad saavutused ¹⁵⁰
Sertifitseerimine, standardimine ja koordineerimine	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sertifitseeritakse EGNOS tsiviilennunduse jaoks. ■ Tehakse ettevalmistustöö, et SBAS kataks Ida- ja Põhja-Euroopat samal tasemel, mis EGNOS ELI piires. ■ Edendatakse GALILEO ja EGNOS-e rakendustega kokkusobivaid kiipe ja käsiseadmeid, tehes koostööd GNSS-i omavate ja seda kasutavate riikide tööstusega. ■ Analüüsitakse GALILEO sertifitseerimist juhiabisüsteemide (ADAS) tarvis. ■ Võetakse ülesandeks võtta EGNOS ja GALILEO kasutusele meretranspordi sektoris ■ Organisatsioon Cospas-Sarsat võtab kasutusele GALILEO SARI funktsioonid. 	EGNOSe sertifitseerimine tsiviilennunduse jaoks
Teabe levitamine ja vahetamine ning teadlikkust suurendavad kampaaniad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Korraldatakse EGNOS-e eeliseid tutvustav kampaania, mille raames viiakse läbi rida teste nende eeliste tõestuseks. ■ Viiakse läbi turundus- ja teavituskampaaniad maanteetranspordisektoris tegutsejatele, õhusõidukite tootjatele, üldlennundusoperaatoritele ja väikelennujaamadele, laevaehitajatele, sadamaoperaatoritele ja laevaomanikele, põllumajanduse ja loodusvarade haldamise sektoris tegutsejatele. 	Turundus-kampaaniate läbiviimine
Reguleerivad meetmed	<ul style="list-style-type: none"> ■ Analüüsitakse vajadust muuta digitaalseid tahhograafe käsitlevat määrust olemasoleva GNSS-i põhise positsioneerimise ning aja- ja kiirusemääramise rakenduse kasutuselevõtuks. ■ Euroopa Komisjon võtab meetmeid EGNOS-e ja GALILEO kasutuselevõtuks ELI programmide (nt ühine põllumajanduspoliitika) juhtimis- ja kontrollisüsteemides. 	Digitaalseid tahhograafe käsitleva määruse muutmine
Horisontaalsed meetmed	<ul style="list-style-type: none"> ■ Rahastatakse teadus- ja arendustegevust, mille eesmärk on vähendada vastuvõtuseadmete maksumust. ■ Luuakse rahvusvaheline EGNOS-e ja GALILEO rakenduste foorum, kus kasutajad, arendajad, infrastruktuuride juhid ja süsteemide loojad saavad arvamusi vahetada ning seeläbi anda oma panuse GNSS-i arendamisse. ■ Asutatakse virtuaalne teabekeskus ja tagatakse selle töö. 	Rahvusvahelise rakenduste foorumi ja virtuaalse teabekeskuse loomine, teadus- ja arendustegevuse rahastamine

2013. a juuli seisuga on Euroopa Komisjon ette valmistamas tegevuskava järgmiseks perioodiks, viies muuhulgas läbi ka avaliku konsulteerimise protsessi¹⁵¹ eesmärgiga saada kodanikelt, ettevõtelt ja seotud organisatsioonidelt arvamusi ja ideid selle kohta, kuidas tagada ja maksimeerida Galileo ja EGNOS-e maapealsete teenuste (*downstream services*) kasutuselevõtt. Galileo ja EGNOS-e süsteemide kasutuselevõtu suurendamiseks lõppkasutajate poolt on Euroopa Komisjon esialgse analüüsi põhjal identifitseerinud mitmed erinevad tegevusvariandid:¹⁵²

- Pärast perioodi 2010–2013 kohta käiva tegevusplaani täitmist uusi meetmeid ei rakendata.
- Koostatakse uus tegevuskava perioodiks 2014–2018, milles sisalduvad meetmed kattuks suure osas varasema tegevusplaani omadega.

¹⁴⁹ eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:0308:FIN:ET:PDF

¹⁵⁰ Sanna Kuukka (Euroopa Komisjon) ettekanne 4. juunil 2013. a Galileo programmi infopäeval.

¹⁵¹ ec.europa.eu/enterprise/policies/satnav/pubconsult/index_en.htm

¹⁵² ec.europa.eu/enterprise/policies/satnav/files/public-consultation-files/public_consultation_document_final_en.pdf

- Koostatakse uus tegevuskava perioodiks 2014–2018, milles sisalduvad meetmed kattuks suures osas varasema tegevusplaani omadega, ning võetakse kasutusele regulatiivsed meetmed selleks, et tagada Galileo kasutamine kriitiliste tähtsusega valdkondades:
 - EL otsustab, et infrastruktuurid, mis tuginevad olulisel määral satelliitnavigatsioonisüsteemidele, peavad ühilduma Galileoga. Sellisel juhul on infrastruktuuri funktsionaalsus tagatud ka juhul, kui nt GPS või GLONASS signaalidega esineb häireid.
 - Lisaks eelmises variandis sisalduvale otsustaks EL, et Galileoga ühilduvaid süsteeme peaks kasutama kindlate kriitilise tähtsusega ja reguleeritud tegevustes (ohtlike saadetiste transport, kalalaevade tegevus jne).
- EL nõuaks, et kõik vastuvõtjad, mida EL-s turustatakse, oleksid Galileoga ühilduvad.

Tabel 2.13. Perioodiks 2014–2018 kavandatud meetmete esialgne versioon¹⁵³

Identifitseeritud kitsaskoht	Perioodiks 2014–2018 kavandatavad meetmed
Galileo programmiga seotud ebamäärasus	<ul style="list-style-type: none"> ■ Teadlikkuse suurendamine Galileo programmi osas ■ Programmiga seotud arengute parem kommunikeerimine
Galileo lisaväärtusega seotud ebamäärasus	<ul style="list-style-type: none"> ■ Rahvusvahelise rakenduste foorumi ja virtuaalse teabekeskuse tegevuse jätkamine ■ Lisaväärtusega seotud teadlikkuse tõstmine
Rahastuse puudumine	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sünergia saavutamine Copernicuse programmiga ■ Rahastusvõimaluste täiendav tutvustamine väike- ja keskmise suurusega ettevõtetele ■ Horizon2020 vahendite eraldamine projektidele
Erinevate satelliitnavigatsioonisüsteemide ühilduvusega seotud aspektid	<ul style="list-style-type: none"> ■ Teadus- ja arendustegevuse rahastamine vastuvõtuseadmete maksumuse alandamiseks ■ Ettevõtetevahelise koostöö edendamine kiipide ja vastuvõtuseadmete arendamise vallas ■ Erinevate satelliitnavigatsioonisüsteemide ühilduvuse ja Galileo poolt pakutavate eelistega seotud teadlikkuse suurendamine

Kokkuvõttes võib öelda, et Euroopa Komisjoni poolsed põhilised meetmed Galileo ja EGNOS-e kasutuselevõtu suurendamiseks on seotud programmide-alase teadlikkuse suurendamisega.

2.3.3 Galileo rakendamisega seotud potentsiaalne majanduslik mõju Eestile

Kuna Galileo hakkab olema analoogne turul tugevasti juurdunud GPS süsteemiga, mille poolt pakutavad teenused on olnud kättesaadavad juba üle kümne aasta, siis on Galileo mõju satelliitnavigatsiooni valdkonnale, mis väljendub näiteks uudsete teenuste/toodete tekkimises, efektiivsuse suurenemises või kulusäästus, nii Euroopas üldiselt kui Eestis pigem piiratud. Samuti on piiratud Eesti võimalikud kasud ESA poolt korraldatavates (programmidega seotud) hangetes osalemisest, kuna ESA täisliikmestaatuse saavutamine võtab veel aega, Galileo käivitamise programm hakkab jõudma oma lõplikku faasi ning selle infrastruktuuriga seotud hanked on juba suures osas toimunud ning olnud oma olemuselt suhteliselt keerulised – sageli on kasutatud konkureeriva dialoogi protseduuri ESA¹⁵⁴ ja võimalike peatöövõtjate (*prime contractors*) vahel. Lisaks raskendab potentsiaalse majandusliku mõju usaldusväärset hindamist see, et teenused pole veel täistoimivad, mistõttu pole ka selged nende reaalsed eelised ning puuduvad riiklikul tasemel teostatud tasuvusanalüüsid.

Tulenevalt eelnevast on majandusliku mõju hindamise käigus põhjendatud keskendumine piiratud arvule konkreetsetele rakendusvaldkondadele, kus Galileo suudab pakkuda võrreldes teiste satelliitnavigatsioonisüsteemidega selgeid eeliseid. Antud kriteeriumile vastab kõige paremini kõrgendatud töökindlusega Galileo PRS teenus, mis on suunatud autoriseeritud kasutajatele valitsussektorist (päästeteenistused, piirivalve, kriitilise tähtsusega transport jne) – teised satelliitnavigatsioonisüsteemid analoogset teenust hetkel ei paku.

Kuigi Galileo PRS teenus ei ole veel operatiivne, mistõttu puuduvad ka andmed selle reaalsete kasude ja rakenduskulude kohta, on Ühendkuningriigis läbi viidud PRS võimuorgani määramisega seotud põhjalik konsultatsiooniprotsess ja teostatud viit erinevat stsenaariumi hõlmanud esmane mõjuanalüüs (tabel 2.14).¹⁵⁵

Analüüsi käigus jõuti järeldusele, et Ühendkuningriigi jaoks on kõige eelistatumaks variant E, mille korral jäetakse juhtimise ja kontrolli ning võtmetähtsusega funktsioonid konkreetse eksisteeriva valitsusasutuse pädevusse, samas kui ülejäänud funktsioonid jaotatakse teiste valitsusasutuste vahel.

¹⁵³ Sanna Kuukka (Euroopa Komisjon) ettekanne 4. juunil 2013. a Brüsselis toimunud infopäeval.

¹⁵⁴ Euroopa Komisjoni kui Galileo programmi juhi agendiks hangete ja süsteemi disainimise valdkonnas on ESA

¹⁵⁵ www.bis.gov.uk/assets/uk-spaceagency/docs/galileo-competent-prs-authority/competent-prs-authority-impact-assessment.pdf

Tabel 2.14. Ühendkuningriigis läbi viidud PRS teenuse tasuvusanalüüsi stsenaariumid

	A	B	C	D	E
<i>Summad eurodes</i>	<i>Ei võeta midagi ette</i>	<i>Luuakse uus eraldi asutus, mis teostab kõik funktsioonid ise</i>	<i>Luuakse uus võimuorgan, mis ostab kõik seotud teenused sisse</i>	<i>Volitused antakse olemasolevale valitsusasutusele, mis jaotab funktsioonid erinevate teiste valitsusasutuste vahel</i>	<i>Juhtimis-funktsioonid jäetakse konkreetse valitsusasutuse pädevusse, funktsioonid jaotatakse teiste valitsusasutuste vahel</i>
Kontakt-punkti platvormi ehitamine	0	1,2 mln	0	1,2 mln	1,2 mln
Turvalise infrastruktuuri ehitamine	0	0,87 mln	0	0	0
Investeeringud kokku	0	2,07 mln	0	1,2 mln	1,2 mln
Asutuse majutus	0	22 000	0	6 400	21 000
Tööjõukulu	0	24 000	30 000	24 000	24 000
Infrastruktuuri käigushoidmine	0	232 000	130 000	29 000	29 000
Võtmete haldus	0	232 000	232 000	232 000	232 000
Andmesideühendus	0	19 000	44 000	19 000	19 000
Tootjate ja kasutajate kontroll	0	290 000	362 000	290 000	290 000
Ekspordikontrolli rakendamine	0	14 000	14 000	14 000	14 000
Tegevuskulud kokku (aastas)	0	833 000	812 000	614 400	629 000
Kasud	X	<ul style="list-style-type: none"> ■ Turvalisema signaali kasutamisest tulenevad kasud ■ Potentsiaalsed kasud PRS tehnoloogia tootjatele (täiendavad turuvõimalused) 			

Summad konverteeritud eurodesse

Ühendkuningriigis läbi viidud mõjuanalüüsi põhjal võib teha Eesti jaoks järgmised järeldused:

- PRS teenuse juurutamisega kaasnevateks peamisteks kasudeks on lõppkasutajatele avalduvad kasud turvalisema signaali kasutamisest ning täiendavate turuvõimaluste tekkimisega seonduvad kasud PRS tehnoloogiate väljatöötamisega ja tootmisega seotud ettevõtetele.
- Kuna teenuse täieulatuslikuks juurutamiseks on vajalikud suhteliselt kõrged alginvesteeringud (Ühendkuningriigis hinnanguliselt 1,2–2 miljonit eurot) ning üheks oluliseks kaasnevaks mõjuks on riigi ettevõtete võimetus PRS tehnoloogiaga seotud turgudel osalemiseks, siis võib eeldada, et riikliku kontakt-punkti platvormi loomine on põhjendatud rohkem suurriikides, kus ettevõtete kompetents on kõrgem ning potentsiaalsete kasutajate arv suurem.
- Väikeriigi puhul, kus puuduvad piisavat kompetentsi omavad kosmosevaldkonna tehnoloogiaettevõtted, osutub suure tõenäosusega kõige optimaalsemaks variant, mille korral määratakse küll PRS teenuse autoriseeritud võimuorgan, kuid riiklikku kontaktpunkti platvormi välja ei ehitata ning teenused ostetakse mõnest teisest liikmesriigist.
- Kuna aga ka viimase variandiga kaasnevad Ühendkuningriigi näitel märkimisväärsed iga-aastased tegevuskulud (ca 812 000 eurot, kuid Eestis on need tulenevalt madalamast hinnatasemest ja kasutajate väiksemast arvust tõenäoliselt siiski väiksemad), siis on vajalik täpsema tasuvusanalüüsi läbiviimine. See aga on võimalik alles siis, kui teenuse arendamisel ollakse jõudnud järgmisesse etappi (on viidud läbi pilootprojektid, on selgunud lõppkasutajatelt nõutavate investeeringute suurused jne).

2.3.4 | EGNOS-e rakendamisega seotud potentsiaalne majanduslik mõju Eestile

Eestis omab kõige suuremat potentsiaali EGNOS teenuste rakendamine järgmistes valdkondades:

- EGNOS ohutusteenus lennundussektoris – alles 2011. aastal käivitatud teenus, mida kasutatakse lennundussektoris mitmetes Euroopa riikides. Eesti lennujaamades teenust veel juurutatud ei ole;
- EGNOS-e avatud teenus põllumajandussektoris – alates 2009. aastast osutatav tasuta kättesaadav teenus, mille kasutamine võib olla alternatiiviks olemasolevatele tasulistele lahendustele ja mille alase teadlikkuse suurendamine võib tuua kasu kogu Eesti põllumajandussektorile.

Kuna EGNOS-e avatud teenuse potentsiaali põllumajandussektoris on käsitletud detailsemalt käesoleva raporti Peatükis 5, siis keskendutakse alljärgnevalt EGNOS ohutusteenuse potentsiaalile Eesti lennundussektoris.

Varasemad uuringud EGNOS ohutusteenuse mõjude kohta

EGNOS ohutusteenuse majanduslike mõjude hindamiseks on läbi viidud kaks põhjalikumad rahvusvahelist uuringut:

- 2009: „EGNOS Cost Benefit Analysis in Aviation“.¹⁵⁶ GSA poolt tellitud riigiülene uuring hõlmas 43 ECAC¹⁵⁷ liikmesriiki.
- 2009: „Cost Benefit Analysis for the Mediterranean Region“.¹⁵⁸ Projekti METIS raames läbi viidud uuring analüüsis potentsiaalseid mõjusid kümne Vahemere-äärse regiooni lõikes.

Uuringus „EGNOS Cost Benefit Analysis in Aviation“ võeti tasuvusanalüüsi teostamisel vaatluse alla kolme erinevat tüüpi kasud:

- viivituste, ümbersuunamiste ja tühistamiste (DDC) esinemise tõenäosuse alanemine (majanduslik kasu kütusekulu, CO2 emissiooni ning müratasemete vähenemisest hinnanguliselt 1150 miljonit eurot);
- õhusõiduki maa- või veepinnaga kokkupõrkamise (CFIT) tõenäosuse alanemine (majanduslik kasu hinnanguliselt 900 miljonit eurot);
- traditsiooniliste navigeerimissüsteemide (VOR, NDB) väljavahetamine (investeeringute ja tegevuskulude alanemine 324 miljoni euro ulatuses).

Analüüsi kohaselt tuleks kasude realiseerimiseks tuleb investeerida 99 miljonit eurot lennukite varustamiseks EGNOS vastuvõtjatega ning 10 miljonit eurot protseduuride rakendamiseks lennujaamades (teenuse rakendamiseks on vajalik kindlate standardiseeritud protseduuride juurutamine igas lennujaamas). EGNOS-e rakendamise majandusliku mõju puhasnüüdiseväärtus oleks 22 aasta jooksul (2008–2030) kokku 893 miljonit eurot.

Analüüs „Cost Benefit Analysis For The Mediterranean Region“, olles osaks suuremast METIS projektist, kasutab sisendina projekti raames varasemalt iga riigi kohta teostatud uuringute tulemusi (EGNOS teenuste staatus riigis, rakendamise võimalused, takistused, potentsiaalsemad rakendusvaldkonnad). Lisaks EGNOS ohutusteenusele lennundussektoris hõlmas analüüs endas ka ohutusteenust meretranspordi turvalisuse ning avatud teenust mere- ja raudteetranspordi vallas. Tasuvusanalüüsi teostamisel jagati lennundussektorile avalduvad potentsiaalsed kasud kaheks:

- majanduslikud kasud – viivituste, ümbersuunamiste ja tühistamiste (DDC) esinemise tõenäosuse vähenemine;
- sotsiaalsed kasud (reisijate isikliku aja maksumus, lennujaama võimekuse kasv, turvalisus – CFIT tõenäosuse vähenemine, keskkonnasääst, strateegilised kasud).

Analüüsi tulemusel jõuti järeldusele, et EGNOS-e rakendamisest tulenevate kasude puhas-nüüdiseväärtus on 10 aasta jooksul (2009–2019) kokku 200 miljonit eurot, millest enamuse moodustavad sotsiaalsed kasud.

¹⁵⁶ www.egnos-portal.eu/sites/default/files/content/study_cost_benefit_analysis_aviation_en.pdf

¹⁵⁷ www.ecac-ceac.org

¹⁵⁸ galileo.cs.telespazio.it/medusa/public/METIS%20GNSS%20Plans/Regional/METIS_2400_D-06_V7.pdf

Hinnang EGNOS-e majanduslikule mõjule Eestis

Kosmoseprogrammide majandusliku mõju hindamise peamiseks meetodiks on kaasnevate kasude ja kulude võrdlemine. Kuna Galileo ja EGNOS-e rahastamine toimub otse EL-i eelarvest, siis osaleb Eesti Galileo ja EGNOS-e väljaehitamises ja käigushoidmises kaudselt, läbi EL-i eelarvesse panustamise, mistõttu võib Eesti rahalist panust vaadelda kui pöördumatut kulutust, mille mõjutamine on sisuliselt võimatu. Seega tasuvusanalüüsi teostamisel piisab, kui arvestada kulude poole pealt vaid konkreetse teenuse juurutamiseks vajalike otseste kuludega, arvestamata Galileo ja EGNOS-e infrastruktuuri väljaehitamisse tehtud investeeringutega.

EGNOS ohutusteenuse lennundussektoris rakendamise majanduslik mõju

Esialgne hinnang EGNOS ohutusteenuse rakendamise otstarbekusele ja tasuvusele Eestis on antud projekti SHERPA raames, mille käigus viidi vastavalt ESSP poolt välja töötatud juhistele läbi EGNOS ohutusteenuse tasuvusanalüüs. Sisendinfo saamiseks saadeti küsimustikud Eestis asuvatele rahvusvahelistele lennujaamadele (Tallinn, Tartu, Kuressaare, Kärdla ja Pärnu) ja neis opereerivatele lennukompaniidele. Võttes arvesse lennujaamade külastusstatistika, osapooltelt saabunud tagasiside ning lennujaamade olemasoleva infrastruktuuri karakteristikud, jõuti järeldusele, et SBAS-põhised lähenemisprotseduurid peaks Eestis esmajoones juurutama Kuressaare lennujaamas, kus lennuraja ühel otsal on küll olemas ILS, kuid mille NDB seadmed ei vasta nõuetele ning vajavad seega väljavahetamist. Kärdla lennujaamas oleks samuti ratsionaalne kaaluda SBAS-põhiste lähenemisprotseduuride juurutamist.

Seega teostati vastavalt ESSP poolt välja töötatud juhistele EGNOS ohutusteenuse juurutamise tasuvusanalüüs Kuressaare lennujaamale. Analüüsi detailsemad tulemused on konfidentsiaalsed, kuid selle koostamisel osalenud Lennuliiklusteeninduse esindaja sõnul¹⁵⁹ jõuti tulemuseni, et EGNOS ohutusteenuse rakendamiseks tehtava investeeringu sisemine tulumäär (IRR) oleks madal. Samas võib teenuse juurutamisel olla oluline kaudne mõju, mida tasuvusanalüüsis tänu meetodika eripäradele ei arvestatud, nt turvalisuse suurendamisel ja lennujaama paremal turundamisel. See argument on kooskõlas projekti METIS raames teostatud tasuvusanalüüsi tulemustega, mille kohaselt mängivad investeerimisotsuse langetamisel majanduslikest kasudest suuremat rolli hoopis positiivseid välismõjusid omavad, sageli pigem subjektiivselt hinnatavad sotsiaalsed kasud.

EGNOS ohutusteenuse rakendamise majanduslik mõju Eesti lennunduses on lähiaastatel siiski väga väike, sest Kuressaare ja Kärdla lennujaamad teenindavad vähe lende ja reisijaid, mistõttu investeeringukulud (eelkõige protseduuride juurutamise kulud) on suhteliselt kõrged.

2.4 | Kokkuvõte

Galileo on EL poolt arendatav satelliitnavigatsioonisüsteem, millesse kuuluvate satelliitide poolt välja saadetavad signaalid võimaldavad vastavat kiipi sisaldaval vastuvõtjal välja arvutada oma asukoha (kavandatud täpsusega 4 m), kiiruse ja suuna. Süsteemi esialgne operatiivsus kavatakse saavutada aastaks 2015, mil orbiidil peaksid olema kokku 18 satelliiti (hetkel 4), ning täistoimivus aastaks 2020, mil orbiidil peaksid olema kõik kavandatud satelliidid (30). Programmi plaanipäraseks elluviimiseks vajalikud finantsvahendid summas 6,3 miljardit eurot on eraldatud EL järgmisest mitme-aastasest finantsraamistikust (2014–2020).

Kavandatud teenusteportfelli kuulub 5 teenust: avatud teenus, kommertsteenuse, avalik reguleeritud teenus (PRS), otsingu- ja päästeteenus ning terviklikkuse jälgimise teenus. Kõige olulisemad rakendusvaldkonnad on Euroopa Komisjoni hinnangul isiklike käsiseadmete ja mobiiltelefonidega seotud rakendused, maanteetranspordi, lennunduse, merenduse ja kalanduse, täppisviljeluse ja keskkonnakaitse ning tsiviilkaitse ja jälgimise. Peamised võimalused Galileo programmi rakendamiseks Eestis on seotud autoriseeritud kasutajatele suunatud kõrgendatud töökindlusega PRS teenusega, mille potentsiaalseteks kasutajateks Eestis on Päästeamet ning Politsei- ja Piirivalveamet.

Iga liikmesriik, kes soovib PRS teenust kasutada, peab määrama teenuse autoriseeritud kasutajad ja määrama kompetentse PRS võimuorgani (*Competent PRS Authority*), mille ülesandeks on jagada ligipääsuõigusi ning valida PRS vastuvõtuseadmete tootjad. Samas pole taoliste funktsioonidega võimuorgani loomine kohustuslik, kuna soovi korral võib teenuse osutamise teistelt riikidelt sisse osta. Seega peaks Eesti PRS teenusest tulevate võimaluste ärakasutamiseks **igal juhul määrama PRS kontaktpunkti** (vastavalt Euroopa Parlamendi otsusele hiljemalt 6. novembriks 2013. a) ning teostama esimeste PRS pilootprojektide läbiviimise järel (kui on selgunud lõppkasutajatelt nõutavate investeeringute suurusd jne) **täiendava analüüsi kompetentse PRS võimuorgani ja PRS infrastruktuuri loomise tasuvuse kohta**.

¹⁵⁹ Intervjuu Viktor Popov'iga (Lennuliiklusteeninduse AS), 30. mail 2013. a.

EGNOS on Euroopa satelliidipõhine tugisüsteem, mis parandab positsioneerimise täpsust satelliitnavigatsiooni-süsteemide (Galileo, GPS) kattealal (täpsuseni kuni 1 m). EGNOS on täistoimiv, pakkudes hetkel kolme navigatsiooni- ja asukohamääramise teenust: avatud teenus, ohutusteenus ja kommertsteenus.

Euroopa senine kogemus näitab, et võrreldes teiste tehnoloogiatega on EGNOS-e konkurentsivõime kõige suurem lennunduses, täppispõllumajanduses ja transpordisektoris. Lennundus on ainus valdkond, millele on välja arendatud ja rakendatud EGNOS ohutusteenuse nõuded ning sertifitseerimise ja autoriseerimise protseduurid. Täppispõllumajanduses ja transpordis kasutatakse EGNOS avatud teenust. Ka Eestis saab EGNOS-e teenuste peamiste sihtgruppidega välja tuua just põllumajandustootjad ja lennundussektori.

Esialgne hinnang EGNOS ohutusteenuse rakendamise otstarbekusele ja tasuvusele Eesti **lennunduses** on antud projekti SHERPA raames. Projekti käigus läbi viidud tasuvusanalüüsis jõuti tulemuseni, et EGNOS ohutusteenuse rakendamisel oleks seotud investeeringute sisemine tulumäär (IRR) madal, mistõttu EGNOS ohutusteenuse juurutamine hetkel Eestis märkimisväärset otsesest majanduslikku mõju ei omaks, kuid teenuse juurutamisel paraneks oluliselt turvalisus. EGNOS ohutusteenuse juurutamise erinevaid aspekte käsitlev Eesti rahvuslik PBN (*Performance based Navigation*) rakendusplaan valmib eeldatavalt 2013. aasta lõpuks.

Sarnaselt muu EL-ga on EGNOS ka Eesti **põllumajandussektoris** enim kasutatud satelliitnavigatsiooni platvorm. EGNOS-e avatud teenuse põllumajandussektoris rakendamise majanduslik mõju Eestis kulude kokkuhoiu näol võib ulatuda 0,8 miljoni euroni aastas.

EGNOS-ega seotud võimaluste täielikumaks kasutamiseks peaks Eesti **toetama kõiki initsiatiive, mis on suunatud EGNOS signaali kättesaadavuse parendamisele Ida-Euroopas**, kuna EGNOS-e signaali mõõtmised Eesti territooriumil on näidanud, et nt Tartu lennujaam Eesti idapoolseima lennuväljana asub EGNOS-e signaali piisavuse piiril.

3 | Eesti üleriiklik satelliidipiltide andmekogu

3.1 | Üleriikliku satelliidipiltide andmekogu kontseptsioon

3.1.1 | Vajadus üleriikliku satelliidipiltide andmekogu järele

Satelliidiandmete hankimiseks¹⁶⁰ kasutatakse Eestis peamiselt kolme erinevat võimalust:

Euroopa Komisjoni ja Euroopa agentuuride poolt finantseeritud satelliidiandmete kasutamine.

Antud võimalust kasutab näiteks PRIA, mis on alates 2005. aastast kasutanud kaugseiret EL ühtse põllumajanduspoliitika pindalatoetuste menetlemise protsessis kontrolli teostamiseks. Kõikides EL liikmesriikides kasutusel oleva CwRS¹⁶¹ (ehk *Control with Remote Sensing*) meetodika on välja töötanud JRC, mis on ka satelliidipiltide hankijaks.¹⁶² CwRS meetodikat kasutavad mõõtmised teostatakse toetusperioodi kestel (mai lõpust juuni alguseni) tehtud satelliidipiltide alusel. Igale liikmesriigile eraldatav satelliidipiltide ressurs sõltub eelneva aasta kohapealse kontrolli riskianalüüsi tulemustest – vastavalt sellele defineeritakse iga aasta alguses JRC-le oma vajadused (*control zone definition, acquisition windows definition*). Kui 2012. aastal oli PRIA poolt kasutada olevate VHR satelliidipiltide katvuseks kokku 810 km² (4 pilti), siis 2013. aastal suurenes see 5 VHR satelliidipildini ehk ligikaudu 1000 km² peale.

Vabakasutusse antud andmekogude kasutamine tööprotsessis või uurimistöös.

GEO poolt andme jagamispõhimõtete (*Data Sharing Principles*)¹⁶³ edendamisele suunatud tegevuste tulemusel on näiteks Hiina, Brasiilia ja Ameerika Ühendriigid lasknud vabakasutusse mitmed andmekogud, sh satelliitide täisarhiivid.

Vabakasutusse antud andmekogu näiteks on Landsat-i (USGS ja NASA ühisprojekt)¹⁶⁴ andmed, mida on masiliselt kasutatud ka Eestis (nt ülikoolide ja riigiasutuste poolt).¹⁶⁵ **Landsat 8** satelliit (vt tabel 3.1) on osaks Landsat programmist, mille käigus on koostatud mahukas keskmise resolutsiooniga optiliste multispektraalsete kaugseirepiltide andmekogu. Nelja aastakümne jooksul järjepidevalt kogutud andmed moodustavad unikaalse pildirea, mida on võimalik kasutada erinevates maakatte ja maakasutusega seotud rakendustes: põllumajanduse, geoloogia, regionaalse planeerimise, kaardistamise, globaalsete muutuste jälgimise, suurte õnnetusjuhtumite ja katastroofide kaardistamise valdkondades.

Copernicus programmi üheks keskseks eesmärgiks on arendada välja satelliidiandmete kasutajate kogukond, mistõttu antakse Sentinel satelliitide andmed alates 2014. a teisest poolaastast, mil andmeid hakkab edastama Sentinel-1, vabakasutusse nii riigistruktuuridele kui ka ettevõtlussektorile. Siiski tuleb teha ühekordseid kulusi ka tasuta litsentsiga andmete kasutamiseks lisaväärtusteenuste arendamisel. Huvitatud osapool peaks:

- katma andmete alla laadimise, s.o Sentinel maajaamadega liidestamise kulud – vastava taristu loomise ja ülalpidamise kulud;
- projitseerima satelliidipildid Eestis kasutatavasse L-EST projektsiooni;
- sõltuvalt teenuse olemusest katma andmete arhiveerimise ja seotud infrastruktuuri kulud.

160 Käesolevas uuringus peetakse satelliidiandmete kasutamise all silmas vaid tsiviilotstarbelist satelliidipiltide soetamist, vajadusel nende töötlemist ning piltidelt vajaliku informatsiooni kogumist.

161 ies.jrc.ec.europa.eu/our-activities/support-for-eu-policies/control-with-remote-sensing.html

162 Teadusuuringute Ühiskeskuse kulud satelliidipiltide hankimisele ulatusid 2012. a 6,5 miljoni euroni. mars.jrc.ec.europa.eu/Paphos2012/Presentations/3_2_Gervasini_CwRS_image_acquisition.pdf

163 www.earthobservations.org/geoss_dsp.shtml

164 Barbara J. Ryan (GEO Secretariat, Director) ettekanne „The Group on Earth Observations(GEO) & Broadening Stakeholder Engagement“, 26. juunil 2013. a.

165 Urmas Peterson (Tartu Observatoorium), intervjuu 7. juunil 2013. a.

Tabel 3.1. Landsat 8 tehniline kirjeldus^{166,167,168}

Orbiidile jõudmise aasta	2013
Missiooni kestus	5–10 aastat
Satelliitide arv	1
Ruumiline lahutus	15–100 m
Laineala	11 spektraalkanalit nähtavast valgusest keskinfrapunaseni (0.43–12.51µm)
Polarisatsioon	N/A
Kaarelaius	185 km
Seireseadmed	Operational Land Imager (OLI), Thermal Infrared Sensor (TIRS)
Orbiidi kõrgus	N/A
Kordustsükkel	16 päeva
Radiomeetriline lahutus	12 bitti

Satelliidiandmete ostmine turutingimustel.

Eesti Energia kontserni kuuluv Elektrilevi OÜ tellis satelliidipildid ja andmetöötluse erafirmalt, ostes DMCii 22 m lahutusega multispektraalsed, kogu Eesti territooriumi katvad satelliidipildid turuhinnaga välja. Seejuures ei kasutatud satelliidipiltide mitte käsitsi teostatavaks visuaalseks võrdlemiseks, vaid toodeti poolautomaatselt andmekihid.¹⁶⁹

Elektrilevi OÜ ja PRIA näidete alusel võib väita, et Eestis on satelliidiandmete riskasutamise potentsiaal avamata, sest litsentsitingimuste kohaselt saab satelliidiandmete hankija vaid ainukasutaja („single use“) kasutusõigused (kolmandate osapoolte välistamine), mis tähendab, et (arhiiv)andmete kasutamiseks kolmandate osapoolte poolt tuleb satelliidiandmete tarnijaga sõlmida uus kokkulepe. Satelliidiandmete potentsiaalsete lõppkasutajate uuring näitas, et ainukasutaja litsentsi tingimustel lisaväärtusteenuste arendamist võimaldava ruumilise lahutusega satelliidiandmete kasutamisega kaasneb ühe kasutusjuhu jaoks liiga kõrge algandmete maksumus ning seetõttu jäävad mitmed majanduslikku efekti omavad rakendused Eestis kasutusele võtmata (nt metsanduses).

Majanduslikult otstarbekas oleks algandmete soetamine litsentsitingimustega, mis võimaldaks andmete riskasutamist nii riigi- kui ka erasektoris. Rootsi kogemuse põhjal¹⁷⁰ võib väita, et kui sama andmekogu kasutab kolm lõppkasutajat, siis oleks kõigi lõppkasutajate omavahelise koostöö korral satelliidiandmete mitme kasutaja („multi use“) litsentsi soetamisel kulukokkuvõid kõigile lõppkasutajatele 1/3 ainukasutaja litsentsi maksumusest, sest mitme kasutaja litsents on üldjuhul vaid kaks korda kallim kui ainukasutaja litsents. Kommerts-satelliitide operaatorite väitel ei plaanita aastatel 2013–2014 satelliidiandmete müügihindu ja litsentsitingimusi oluliselt muuta, mistõttu jääb eelpool kirjeldatud probleem aktuaalseks ka lähiaastatel.¹⁷¹

Kui sarnaste satelliidiandmete kasutusvajadustega on juba viis osapoolt, siis oleks andmekogu ühise soetamise tulemusena igal osapooltel võimalik kokku hoida hinnanguliselt 60% ainukasutaja litsentsi maksumusest. Täiendav kokkuvõid on saavutatav veel andmetöötlusele kuluva ressursi optimeerimiselt, sest kuigi riskasutuse võimaldamine tekitab andmete hankijale täiendavaid lisakulusid nii infrastruktuuri tarkvaralise lahenduse väljatöötamise kui ka haldamise näol, on antud kulude puhul saavutatav oluline mastaabisääst.

Kuigi satelliidiandmete soetamisel on koostööpotentsiaal märkimisväärne, ei toimu Eestis erinevate osapoolte vahelist infovahetust andmete riskasutusvõimaluste hindamiseks. Selle põhjuseks on muuhulgas satelliidiandmete töötlemise ja kasutusvõimaluste (seega ka satelliidiandmete kasutamiseks vajalike investeeringute tasuvuse hindamise) alane vähene kompetents nii era- kui ka riigisektoris.

¹⁶⁶ USGS Landsati veebileht: landsat.usgs.gov/

¹⁶⁷ Tooteinfo: landsat.usgs.gov/LDCM_DataProduct.php

¹⁶⁸ Ülevaade kanalitest: www.mapbox.com/blog/putting-landsat-8-bands-to-work/

¹⁶⁹ Marti Laidre (Elektrilevi OÜ), intervjuu 13. mail 2013. a.

¹⁷⁰ Erik Willen (Metria AB), intervjuu 13. märtsil 2013. a.

¹⁷¹ Marcus Apel (Rapideye) intervjuu 26. juunil 2013. a. ja Simon Casey (Digital Globe) intervjuu 6. juunil 2013. a.

Rootsi ja Taani kogemuse kohaselt on kulude kokkuhoiu potentsiaal realiseeritav keskse üleriikliku satelliidipiltide andmekogu loomisega, mis võimaldaks satelliidipiltide portaali vahendusel pakkuda erinevaid üleriiklikke satelliidiandmeid tasuta kasutamiseks nii riigi- kui ka eraettevõtetele, kuna satelliidipiltide kasutamise litsentsilepingud sõlmitakse viisil, mis arvestab paljude erinevate osapoolte huvidega ning võimaldab andmete ühiskasutamist, st:

- kasutatakse ühtset infrastruktuuri (tarkvaraplatvormi) kõigi satelliidiandmete, sh vabakasutuses satelliidiandmekogude (Copernicus programmi raames loodavad andmekogud, Landsat, Envisat) tarbeks, nii andmete arhiveerimiseks, töötlemiseks kui publitseerimiseks;
- ühe sensori (nt RapidEye, Sentinel-1–2–3 jt) andmed on kasutuses mitme erineva asutuse ja ettevõtte poolt, maksimeerides nii ühiskondlikku kogukasu.

3.1.2 Üleriikliku satelliidipiltide andmekogu toimimine SACCESS näitel

Rootsis ja Taanis on satelliidipiltide soetamine ja avalikkusele pakkumine riiklikul tasemel toimunud nüüdseks juba üle 5 aasta. Andmebaas nimetusega SACCESS arendati välja Rootsi Maa-ameti (*Lantmateriet*¹⁷²) ning nelja partneri (Keskkonnakaitseamet, Metsaamet, Meteoroloogia- ja Hüdroloogiainstituut ning Kosmosenõukogu) eestvõttel eesmärgiga koguda, talletada ja levitada kogu riiki katvaid satelliidipilte, mis võimaldaksid huvitatud osapooltel uurida ümbritseva keskkonna seisundi muutumist ajas.¹⁷³ *Lantmateriet* on süsteemiga ühinemise võimaluse välja pakkunud ka teistele Põhjamaadele, kuid praeguse seisuga on sellega liitunud vaid Taani, mida katvaid satelliidipilte sisaldavat Saccess-DK andmebaasi opereerib *Lantmateriet*. Taani üleriikliku satelliidipiltide andmekogu loomise ja toimivuse kulud katab Taani Geoandmete Amet (*Danish Geodata Agency*).¹⁷⁴

SACCESS andmebaas sisaldab iga-aastaselt uuendatavaid kogu Rootsit katvaid andmekogusid (ruumilise lahutusega 10–30 m). Kasutuses on Landsat ning Spot-5¹⁷⁵ sensoritega toodetud andmed, lainepikkustest on kaetud nähtava valguse 3 kanalit ning kaks infrapunast kanalit. Andmed SACCESSis on kahes erinevas Rootsis kehtivas projektsioonis. Tulevikus on plaanis liita SACCESS lahendusega ka Copernicus programmi raames tarnitavad andmekogud (nt Sentinel-2), mille kasutamisel on oluline asjaolu, et kuigi andmed on kättesaadavad tasuta, tuleb Rootsis kehtivatesse projektsioonidesse viimiseks ning ortorektifitseerimiseks investeerida iga-aastaselt kümneid tuhandeid eurosid.¹⁷⁶

Rootsi andmekoguga seotud tööde (andmekasutus ja -töötlus, integreerimine ja publitseerimine, litsenside haldus, portaali haldus) vastutavaks teostajaks on Metria AB¹⁷⁷. Andmete tarnimise lepingud on sõlmitud Metria ja kommertsatelliitide andmetarnijate vahel. Selleks, et oleks võimalik pakkuda stabiilset ning võimalikult madalate püsikuludega süsteemi, on kogu lahendust hoitud ühtse tervikuna ning vastutus antud ühele konkreetsele teenusepakkujale. Portaali väljaarendamine ja haldamine on toimunud koostöös ettevõttega Spacemetric AB¹⁷⁸.

SACCESS andmekogu on vabakasutuses nii riigiasutustele, erasektorile kui eraisikutele („*free multiuse*“ litsents). Ilma lisatasudeta on võimalik kasutada ainult satelliidipilte, mitte mosaiigitud üleriigilist andmestikku¹⁷⁹. Kuna ainsaks oluliseks kasutamise piiranguks on litsentsitingimus, et SACCESS on üksnes siseriiklikuks kasutamiseks, siis peavad kasutajad satelliidiandmete kasutamiseks ja allalaadimiseks ennast portaalis registreerima. Registreeritud kasutajate nimekirjad edastatakse kommertsatelliitide operaatoritele, nt EADS Astrium'ile.

SACCESS-is pakutavad andmed on suunatud nii professionaalsetele- kui tavakasutajatele. Kõige uuem ametlik kasutusstatistika pärineb 2011. aasta keskelt, mil registreeritud kasutajaid oli kokku 2 300 ning tarnitud toodete koguarv ligikaudu 25 000. SACCESS andmekogu on leidnud kõige aktiivsemat kasutust metsandussektoris tegutsevate ettevõtete poolt – seda vaatamata asjaolule, et valdkonna ettevõtted peavad ise korraldama satelliidipiltide analüüsi lageraie, üleujutuste ja muude metsakahjustuste tuvastamiseks.

172 www.lantmateriet.se

173 Erik Willen (Metria AB), intervjuu 13. märtsil 2013. a.

174 www.gst.dk

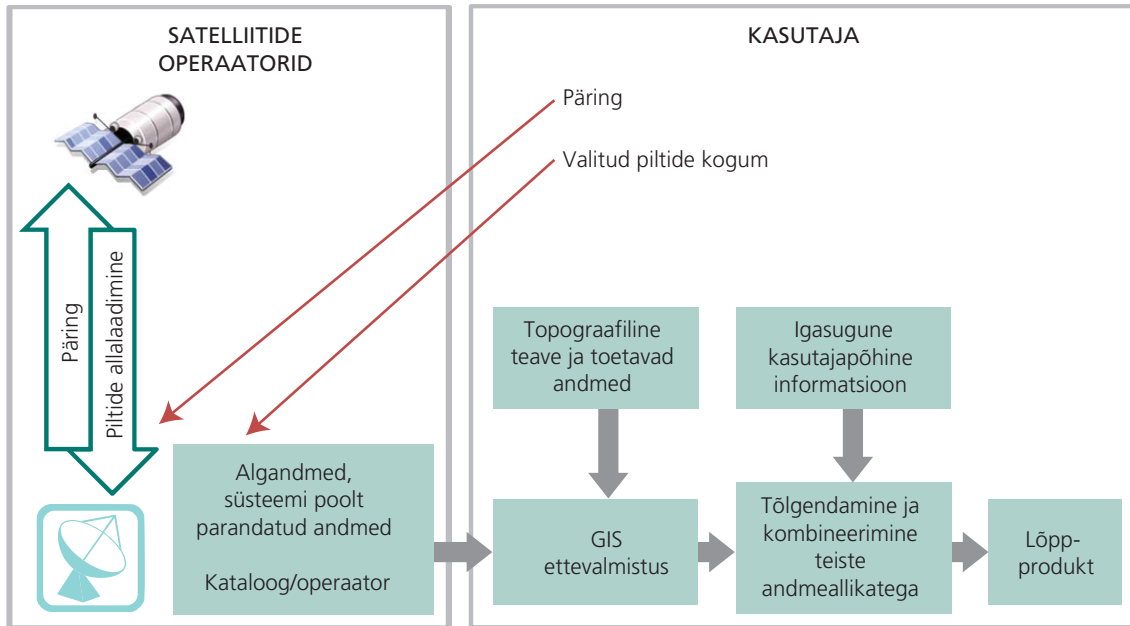
175 Astrium EADS (European Aeronautic Defence and Space Company) satelliit, mis on üks kuuest HR optilisest satelliidist.

176 Erik Willen (Metria AB), intervjuu 13. märtsil 2013. a.

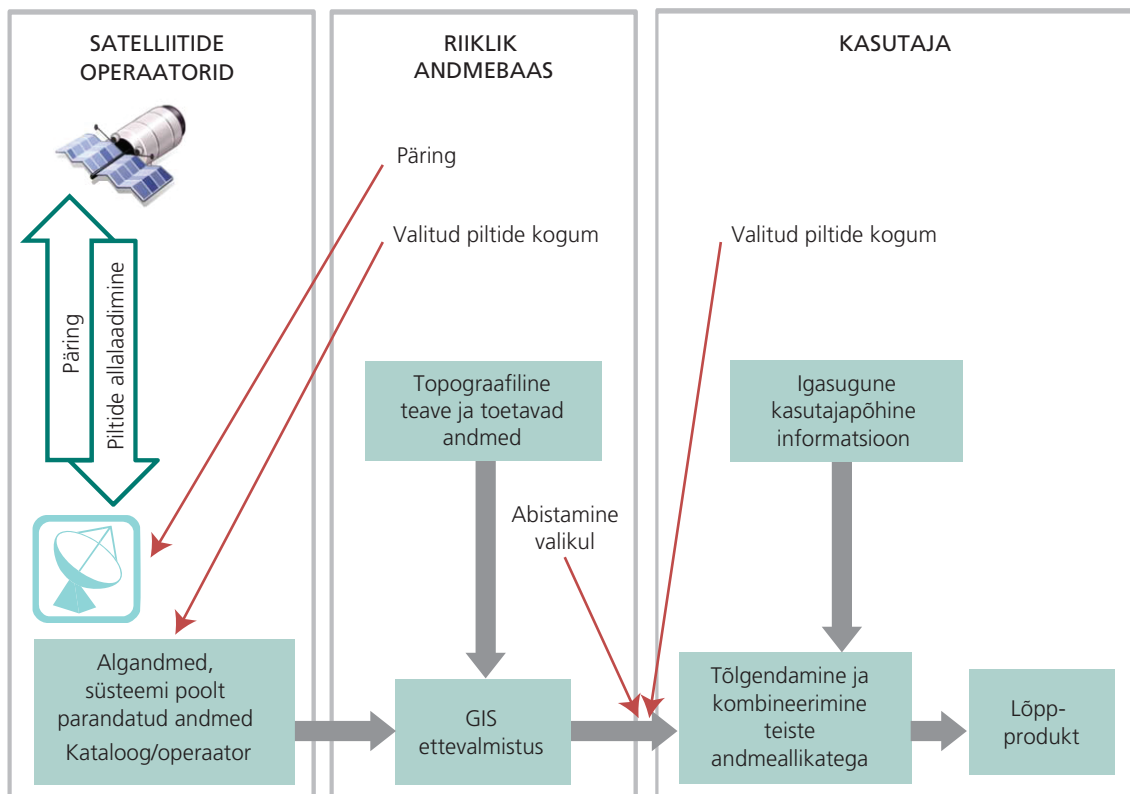
177 www.metria.se

178 www.spacemetric.com

179 Mosaiigitud andmestikus on satelliidipiltide ülekatted andmetötlusega likvideeritud ning huvi pakkuva ala kohta on võimalik saada kindlas ruutkaardi süsteemis satelliidipilt, mis võib olla kokku pandud ühest või mitmest satelliidi toorpildist.



Joonis 3.1. Satelliidiandmete hankimise „traditsiooniline“ mudel



Joonis 3.2. Riikliku andmebaasi roll satelliidiandmete väärtusahelas SACCESS näitel

3.1.3 Ülevaade üleriikliku satelliidiandmete andmekogu võimalikest teenustest

Üleriikliku satelliidiandmete andmekogu poolt pakutava andmetöötuse etapid oleksid järgmised:

- **Andmeformaatide ühtlustamine.** Tarnijate poolt saadavad toorandmed on erinevates failiformaatides ja projektsioonides, samuti võivad nad erineda töötlustaseme poolest. Ka metaandmed on esitatud erinevates formaatides. Esimene samm andmete töötlustes oleks seega nende viimine ühtsesse formaati, milleks tuleb pildid projitseerida Eestis kasutatavasse L-EST projektsiooni, maapinnal asuvate kindelobjektide (objektid, mis on piltides hästi tuvastatavad ja mille asukohakoordinaadid on väga täpselt teada) abil paika nihutada (et satelliitpildid läheksid täpselt kokku teiste ruumipõhiste andmekihtide, näiteks teede vektorkihiga), ortorektifitseerida maapinna kõrgusmuutustest tulenevate moonutuste likvideerimiseks ja salvestada ühtsesse failiformaati. Igale pildile genereeritakse ka uus ühtse formaadiga metaandmete fail. Enamus sellest tööst on automatiseeritav, kuid kvaliteedikontroll nõuab ka otsest inimese sekkumist.
- **Mosaikimine.** Järgmiseks algtootluse etapiks on satelliidipiltide mosaikimine ehk ühe kogu Eestit katva tervikliku pildi genereerimine teatud perioodilisusega.
- **Publitseerimine.** Viimaseks etapiks oleks töödeldud andmete publitseerimine ühtse piltide otsimise ja tellimise portaali vahendusel. Sellega võimaldatakse nii mosaigitud kui ka üksikute piltide allalaadimist erinevate huviliste poolt, kes soovivad satelliidiandmeid kasutada lisaväärtusteenuste loomiseks.

Andmekoguga seotud teenused võimaldavad märkimisväärselt vähendada erinevate turuosaliste kogukulusid andmete liikumise ja andmetöötuse korraldamisele, hõlbustades lisaväärtusteenuste arendamist, lühendades arendustsükli ja maandades seotud äriske. Üleriikliku satelliidipiltide andmekogu loomisega antakse laiemale huviliste ringile võimalus lisaväärtusteenuste arendamiseks ning Copernicus programmi andme- ja teabepoliitikat tulenevate võimaluste ärakasutamiseks. Eesti üleriiklik satelliidipiltide andmekogu oleks seega vastavuses Euroopa Komisjoni lõppkasutajate kaasamisele suunatud poliitikatega. Ka ESA on seisukohal, et ainus efektiivne viis satelliidiandmete kasutamiseks on otsida intensiivselt võimalusi lisaväärtusteenuste arendamiseks¹⁸⁰.

Tuginedes SACCESS edukale kogemusele, oleks ilmselt kõige otstarbekam, kui andmekogul oleks üks vastutav haldaja (litsentside haldaja ja andmetöötaja), kuna see tagaks kuluefektiivsuse. Infrastruktuuri haldus ning serverimajutus on pigem tugitegevused, mistõttu need võib vastutav haldaja sisse osta teenusena.

Üleriikliku satelliidiandmete andmekogu loomisel tuleb tagada andmekogu vastavus INSPIRE direktiivis sätestatud nõuetele. Vastavalt INSPIRE direktiivile peavad kõik avaliku sektori käsutuses olevad digitaalsed kõrgusmudelid, maapinnamudelid ja muud maapinna rasterkujutised, sh. ortofotod, aero- ja kosmosepildid, LIDAR ja RADAR skaneerimise andmestikud, olema tehtud kättesaadavaks ruumiandmete infrastruktuuri kaudu. See tähendab, et maakera pinna kujutised, st. ka kosmosest tehtud ülesvõtted, peavad olema laaditud ruumiandmete repositooriumisse ning tehtud kättesaadavaks otsingu, vaatamis-, allalaadimis- ja teisendamisteenuste kaudu. Vastavalt direktiivile peavad need andmed olema vabalt ja tasuta kättesaadavad kõigile teistele riigiasutustele ning EL vastavatele asjaomastele organisatsioonidele. Juurdepääsupiirangud võidakse seada eraõiguslikele institutsioonidele ja füüsilistele isikutele. Keskkonnaminister määras 28. juulil 2008. a käskkirjaga nr 990 Euroopa Ühenduse ruumiandmete infrastruktuuri osas Euroopa Ühenduse Komisjoniga ühenduse pidamise kontaktpunktiks Maa-ameti. Üleriikliku satelliidiandmete kogu osas on Maa-ameti esialgne seisukoht, et loodava andmekogu INSPIRE direktiiviga vastavus tuleb täita sellel osapoolel, kes süsteemi välja arendab ning hooldusteenust pakub¹⁸¹.

3.1.4 Satelliidiandmete ühiskasutuse tehnilised ja juriidilised tingimused

Satelliidipiltide litsentsilepingutes sisalduvatest tehnilistest parameetritest on olulisemad:

- **kvaliteet** – näiteks multispektraalsete piltide puhul iseloomustab kvaliteeti ja määrab andmestiku kasutatavuse pilvkatte osakaal. Üldiselt on satelliidiandmete tarnimisel levinud standardtingimuseks, et andmetest on pilvevaba minimaalselt 90%. Kui satelliidiandmete kasutaja soovib huvipakkuva ala kohta saada satelliidipilte madalama pilvkatte osakaaluga, peab ta arvestama täiendavate kuludega.
- **tarnimise sagedus** – Copernicuse programmis ei ole teadaolevalt seatud piiranguid satelliidiandmete pilvkatte osakaalule, vaid eesmärgiks on pigem seatud koguda teavet sama ala kohta keskmiselt iga 30–60 päeva tagant.

¹⁸⁰ Stephen Coulson (ESA tööstussektori osakonna juhataja) ettekanne „EOEP Value-Adding Element (VAE)“; European Association of Remote Sensing Companies (EARSC) General Assembly; 26. juunil 2013. a.

¹⁸¹ Peep Krusberg (Maa-amet), intervjuu 7. juunil 2013. a.

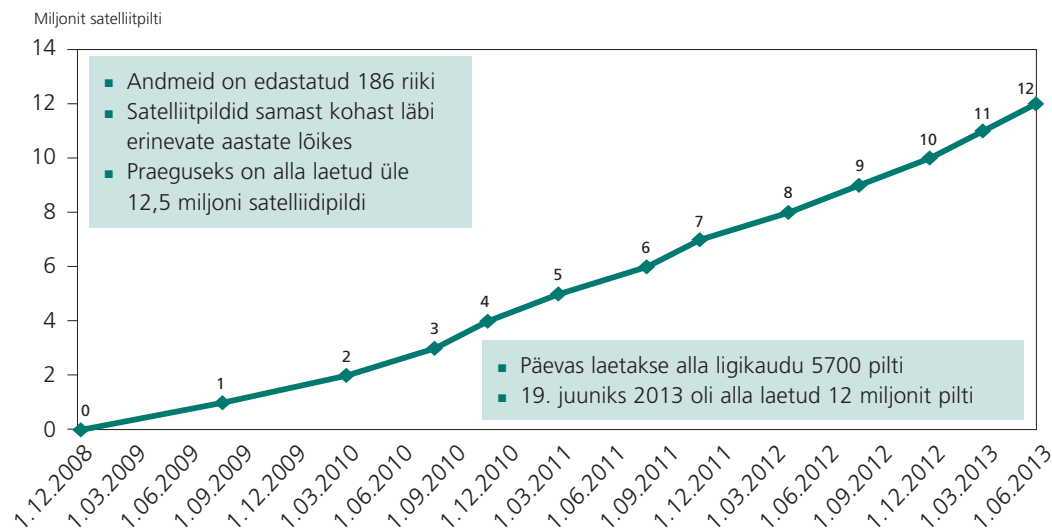
Satelliidipiltide litsentsitingimuste detailsusaste ja reglementeeritus on üheselt seotud andmete täpsusega. Madala lahutusega (250 m – 1000 m) atmosfääriseire satelliitide andmed on enamasti huvitatud osapooltele tasuta kättesaadavad¹⁸². HR ja VHR sensorite andmetooted on enamasti tasulised, kuid lähitulevikus saadaval ka tasuta. Sentinel satelliidid toodavad tulevikus HR satelliidiandmeid, mis Copernicus programmi andme- ja teabepoliitikast tulenevalt on tasuta kättesaadavad ning see avaldab tugevat survet ka HR ja VHR kommertsatelliitide operaatorite ja andmetoodete edasimüüjate litsentsipoliitikale.

HR ja VHR kommertsatelliitide andmete puhul piiritletakse väga detailselt nii litsentsivõtja (nt üks ministeerium, ainult ministeeriumid, riigiasutused, v.a omavalitsused, riigiaktsiased jne) kui seonduvad kasutusõigused. Mida suurem on litsentsivõtja poolt soetatavate andmete territoriaalne katvus ning sagedasem andmete tarne, seda paindlikumad ollakse litsentsitingimuste osas. Suurte alade (üle 10 000 km²) puhul on põhilised litsentsitingimused:

- tervet riiki katvate piltide edastamine üks kord aastas vaid riigiasutustes kasutamiseks – nt Rapideye andmetel põhinevad riiklikud andmekogud Leedus ja Armeenias¹⁸³;
- tervet riiki katvate piltide edastamine üks kord aastas ühe riigi sees kõigile asutustele ja ettevõtetele kasutamiseks – nt SACCESS Rootsis ja Taanis.

Sellise tarnesageduse juures võimaldab tervet riiki katvate piltide kasutamine tuvastada olulisi muudatusi näiteks maakasutuse osas piisavalt operatiivselt, et planeerida poliitilisi otsuseid riiklikul tasandil. Samuti on nii saavutatav minimaalselt 2–3 kuu pikkune periood pildistamiseks, mille tulemusena on tarnitavate satelliidipiltide kvaliteet parem.

Kuna satelliidiandmete vabakasutusse andmise eesmärgiks on vahe- ja lõppkasutajate arvu maksimeerimine, siis on peamiseks piiranguks selliste andmete puhul vaid nõue, et andmeid ei tohi ilma täiendava töötlemiseta edasi müüa. Satelliidiandmete vabakasutusse andmise mõju kasutusaktiivsusele iseloomustab Landsat satelliidi näide. Landsat andmed olid kuni 2008. aasta oktoobrini kasutajatele tasulised ning keskmine päevane kasutusaktiivsus oli sel perioodil 30–50 satelliidipilti. Vaba andmepoliitika rakendamise järgselt suurenes kasutusaktiivsus enam kui 100 korda – lõppkasutajad laadisid alla enam kui 5000 pilti päevas (vt ka joonis 3.3).



Joonis 3.3. Vaba andmekasutuse poliitika mõju Landsat andmete kasutusaktiivsusele¹⁸⁴

¹⁸² Eesti aladid kattev MODIS satelliidipilt (6. augustil 2013. a): kaart.otsing.delfi.ee/index.php?id=1&bbox=282850.000004319,6356034.99967993,821350.000004319,6713034.99967993&type=3&layers=1028&satDate=2013.8.5

¹⁸³ Armen Abrahamyan (Ministry of labour and social affairs, Armeenia), 13. juunil 2013. a.

¹⁸⁴ Barbara Ryan (GEO Secretariat, Director) ettekanne „The Group on Earth Observations(GEO) & Broadening Stakeholder Engagement“; European Association of Remote Sensing Companies (EARSC) General Assembly; 26. juunil 2013. a.

3.2 | Eesti üleriikliku satelliidipiltide andmekogu majanduslik mõju

Üleriikliku satelliidipiltide andmekogu teenused sarnanevad Maa-ameti tervet Eesti territooriumi katva ortofotode andmebaasiga¹⁸⁵ seotud teenustega – andmete soetamine, esmane töötlemine, kesksesse baasi koondamine ja avalikustamine/levitamine on koondatud ühte kohta. Digitaalsel kujul Maa-ameti ortofotode¹⁸⁶ kaarte saab igaüks tasuta ja taotlust esitamata kasutada Maa-ameti kaardirakenduste või avaliku WMS teenuse kaudu. Andmete kasutamise ainus tingimus on viitamine andmete allikale.¹⁸⁷

Kuna satelliidipildid ja ortofotod on vaadeldavad asenduskaupadena, siis on tabelis (tabel 3.2) esitatud satelliidipiltide andmekogu võrdlus olemasoleva riikliku ortofoto baasiga. Üldlevinud seisukoha järgi on aerofotode eelisteks kvaliteet ja täpsus, samas satelliidipiltide eelisteks on ülelendude tihedus ja suurte maa-alade puhul ka andmete suhteline hind (km² kohta). Valik aerofoto ja satelliidipildi vahel tehakse lähtuvalt lahendamist vajavast ülesandest, nõuetest andmete vastastikusele kasutatavusele erinevates seotud andmekogudes, kättesaadavate piltide informatiivsusest ja resolutsioonist, piltide hindadest jms.¹⁸⁸

Majandusliku mõju potentsiaali kiireks avamiseks peaks andmekogu tehnilise lahenduse loomisel silmas pidama kindlate lõppkasutajate vajadusi, käivitamiseks Maa kaugseire teenuseid, mille puhul on teostatavus-uuringutega kindlaks tehtud olulise majandusliku kasu võimalus.

Tabel 3.2. Satelliidipiltide andmekogu võrdlus Maa-ameti ortofoto baasiga

	Satelliidipiltide andmekogu	Maa-ameti ortofoto andmekogu
Katvus	Andmed katavad kogu Eesti territooriumi	
Litsentsitingimused	Piiramatu kasutuslitsents Eestis, kasutajate registreerimine kohustuslik, esitamaks litsentsitingimuste täitmise raporteid satelliidiandmete tootjatele.	Piiramatu kasutuslitsents Eestis, registreerimine ei ole kohustuslik
Operatiivne tellimus	Võimalik tellida pilti konkreetse ala kohta	
Infrastruktuur	Tsentraliseeritud keskus	
Arhiivandmed	Säilitatakse arhiivandmed	
Koordinaatsüsteem	L-EST 97	
Publitseerimine	Kättesaadav veebiportaalis	
Uuendamise sagedus	Eesti katvus 1 kord aastas	Eesti katvus iga 4 aasta tagant
Võimalik uuendamise kiirus	Eesti katvus – ~2 kuu jooksul Piiritletud ala – 30 päeva jooksul	Eesti katvus – ei teostata Piiritletud ala – sõltuvalt ala suuruselt 15–30 päeva
Tellimuse maksumus töödeldud pildi puhul ¹⁸⁹	Hinnanguliselt: 1 km ² (0,5m res) – 30€ (miinimumtellimus 3000€) 45 000 km ² (0,5m res) – ~900 000€ 45 000 km ² (6,5m res) – kokku 80 000€ 45 000 km ² (22m res) – kokku 14 000€	1 km ² (0,25m res) – 3€ (miinimumtellimus 15 000) 45 000 km ² (0,25m res) – maksumus üle 500 000€
Sensorite tüübid	Optiline kaamera ja SAR	Optiline kaamera ja lidar
Sensorid	Näiteks Sentinel-1–2–3, ALOS-2, RapidEye	Leica ADS digitaalkaamera ¹⁹⁰
Liidestused toorandmete baasiga	Liidestused satelliidioperaatorite maapealsetesse jaamadesse	Maa-ameti geoportaali liidestused teiste andmekogudega
Täiendavad andmekogud	Põhikaardi ruutkaart (25 × 25 km ²)	Üle 10 erineva Maa-ameti alusandmestiku

¹⁸⁵ xgis.maaamet.ee/xGIS/XGIS

¹⁸⁶ Ortofoto on töödeldud aerofoto, millelt on kõrvaldatud moonutused, mis tekivad maapinna reljeefist, kaamera kaldest maapinna suhtes pildistamise hetkel ja kaamera joonprojektsioonist.

¹⁸⁷ geoportaal.maaamet.ee/est/Andmete-tellimine/Digitaalsete-katastri-aluskaartide-tellimine-p23.html

¹⁸⁸ Invent Baltics OÜ (2009); Kosmosetehnoloogia maapealsete rakenduste kasutamine ja arendamine ning tulevikuperspektiivid Eestis; 57 lk; www.mkm.ee/public/Eesti-kosmoseraport.pdf

¹⁸⁹ Kristian Teiter (Maa-amet), intervjuu 25. juulil 2013. a.

¹⁹⁰ www.nlib.ee/html/yritus/gis/2008/ettekanded/1300-Metsur_Ortofoto.pdf

3.2.1 Üleriiklikust satelliidiandmete andmekogust kasu saavad huvigrupid

Üleriikliku satelliidiandmete kogu loomise esmane eesmärk on tagada esmase andmetöötuse läbinud satelliidiandmete kuluefektiivne kättesaadavus siseriiklikele lõppkasutajatele ja teenuste arendajatele (era- ja akadeemilises sektoris), et käivitada Maa kaugseire lisaväärtusteenuste turg Eestis.

Potentsiaalsete lõppkasutajate uuringute tulemuste kohaselt kuuluvad andmekogus olevate andmete põhjal arendatavate võimalike teenuste hulka näiteks raietuvastus ja -seire, poollooduslike ja kultuurrohumaade niitmise ja pindalade tuvastamine, metsa tormikahjude tuvastamine, muud keskkonnajärelevalve ja -seire teenused, elektriliinide hoolduse efektiivsem planeerimine ja illegaalsete ehitiste tuvastamine jne.

Kõige suurem vajadus on Eestis HR multispektraalsete satelliidiandmete järele (tabel 3.3). Välja toodud kasutusjuhud on realiseeritavad küll ka VHR andmetel, kuid VHR andmete kasutamine ei ole põhjendatud algandmete maksumuse ning töötlemisele kuluva täiendava inimressursi tõttu. VHR andmed on ligikaudu 10 korda kallimad kui HR andmed¹⁹¹ ja VHR pildi töötlemine on HR pildi töötlemisest 5–10 korda aeganõudvam 1 km² kohta¹⁹².

Tabelis (tabel 3.3) toodud kasutusjuhtude puhul on oluline märkida, et:

- **Metsanduse** valdkonna kasutusjuhud seavad väga kõrged nõudmised Maa kaugseire abil loodavatele andmekihtidele (andmete uuendamise sagedus, täpsus). Euroopa metsandussektoris ei ole kaugseire lahendused eriti levinud ning selles valdkonnas on kaugseirelahendusi pakkuvate ettevõtete huvi pigem suunatud Aasia, Ladina-Ameerika ja Aafrika turgudele¹⁹³.
- **Keskkonnaseire** valdkonna huvi Maa kaugseire põhiste lahenduste vastu tuleb lähitulevikus hinnata madalaks, sest keskkonnamõjude ja maakasutusega seotud tegevuste seire on Eestis alarahastatud¹⁹⁴. Pikemas perspektiivis võib ette näha uute kasutusjuhtude väljatöötamist ametnike ja ekspertide koostöös. Leedus ja Armeenias on Maa kaugseire põhine keskkonnaseire edukalt kasutuses, kuid satelliidiandmete kasutuselevõttu on kiirendanud asjaolu, et üleriiklikku ortofotode andmebaasi neis riikides ei ole.

Tabel 3.3. Satelliidipiltide potentsiaalsed kasutusjuhud Eesti näitel

	Satelliidiandmete tüüp	Muutused osapoolte kattuvates tegevustes	Tulemused
Metsandus:			
Raietuvastus (lage- ja harvendusraie)	HR andmed	Raiete järelevalve ja ülevaate teostamine	Metsaraietega teostatavate tegevuste kulude kokkuhoid
Biomassi hindamine	6,5 – 10m	Metsatagavara hindamine	Kõrgema väärtusega metsamaterjali tootmine
Tormikahjude hindamise operatiivne kaart		Tormimurru järgne metsamaterjali kogumine	
Põllumajandus:			
Niitmise tuvastamine ja järelevalve	HR SAR	Toetuste järelevalve informatsiooni kogumine	Halduskulude vähendamine välitööde arvelt ja katvuse tõus
Kultuuride tuvastamine ja põllumaa kasutuse järelevalve	HR ja VHR andmed	Põllumaade kasutamise järelevalve ja analüüs	Negatiivsete keskkonnamõjude vähendamine põllumajanduses
Inimtegevuse mõju jälgimine põllumajanduses	6,5 – 10m	Külvi, väetamise, kahjuritite tõrje, saagikoristuse planeerimine	Tootmise kasv põllumajanduses
	HR andmed		
	6,5 – 10m		
Infrastruktuuri haldamine:			
Liinikoridori detailinfo kogu infrastruktuuri ulatuses	HR andmed	Infrastruktuuri hooldusega seotud tegevused	Hoolduskulude vähendamine ja lisainfo suuremahuliste investeeringute planeerimisel
Operatiivne info tormimurru likvideerimiseks	6,5 – 10m	Uute liinide planeerimine ja mõjuritega arvestamine	Efektiivsem kriisiolukorra lahendamine
Sildade ja viaduktide vajumise hoiatused	HR andmed	Sildade ja viaduktide monitooring ning hoolduse planeerimine	Hoolduskulude vähendamine
	VHR SAR		
	0,5 – 2m		

191 Marcus Apel (Rapideye) intervjuu 26. juunil 2013. a ja Simon Casey (Digital Globe) intervjuu 6. juunil 2013. a.

192 Mati Tee (AS Regio, VHR ja HR satelliidipiltide edasimüüja Baltikumis), intervjuu 28. juunil 2013. a.

193 Vincent Tigny (GIM, Geographic Information Management), intervjuu 27. juunil 2013. a.

194 Reet Talkop (Keskkonnaministeerium), intervjuu, 13. mail 2013. a.

	Satelliidiandmete tüüp	Muutused osapoolte kattuvates tegevustes	Tulemused
Keskfond:			
Iga-aastane maakasutuse kaardi teenus (LULUCF)	HR andmed 6,5 – 10m	Maakasutusega seotud tegevuste planeerimine	Iga-aastane keskkonnamõjude ja inimtegevuse info
KHG bilansi arvutamise alusteenus	HR andmed 6,5 – 10m	Kasvuhoonegaaside bilansi meetodika CORINE andmeid kasutavad teenused	EU keskkonnaraportite koostamise sisendinfo Ajalooline algandmestik üleriikliku maakasutuse kohta
Transport:			
Operatiivne jääseire kaart jäämurdjatele	HR andmed 5,6 – 100m	Jäämurdjate töö planeerimine mere-transportidel talvel	Efektiivsem jäämurdja töö

Üleriikliku satelliidipiltide andmekogu loomine oleks mitmete olulise majandusliku mõjuga teenuste arendamise katalüsaatoriks – nt tehisavaradari andmetel põhinev jääseire teenus jäämurdjatele (vt ka käesoleva raporti ptk 4) või üleujutuste operatiivteavituse teenus rannikualadel (vt ka käesoleva raporti ptk 1.2.1).

Tabel 3.4. Kasud üleriikliku satelliidipiltide andmekogu käivitamisest

Jääseire	<p>Praegune lahendus: Jäämurdjate kütusekulud on perioodil 2010/2011–2012/2013 olnud keskmiselt 2 miljonit eurot aastas. Jäämurdjate töö planeerimiseks (jäämurdmise marsruutide valikuks) kasutavad jäämurdjate laeva-kaptenid teabeallikadena peamiselt meeskonna poolt tehtud vaatlusi ning KAURI jms ilmaprognose.</p> <p>Kasu üleriiklikust satelliidipiltide andmekogust: Jäämurdjate töö planeerimiseks (jäämurdmise marsruutide valikuks) on võimalik kasutada tehisavaradari andmeid, hoides nii jäämurdmise perioodil kokku minimaalselt 20% laevakütust. Rahalises väärtuses on aastaseks kokkuhoiuks hinnanguliselt 400 000 eurot. Täiendav kasu on laevade sadamasse toomise ja välja viimise ooteaja vähendamine, mis mõjutab positiivselt kaubavahetuse tõhusust.</p>
Elektrilevi OÜ	<p>Praegune lahendus: Elektrilevi OÜ haldab ~70 000 km elektri õhuliine, investeerides liinide haldamiseks ja rekonstrueerimiseks üle 10 miljoni euro aastas. Elektrilevi OÜ viib üks kord kolme aasta jooksul läbi liinide paiknemise analüüsi metsas ja lagedal alal, kuid metsaalade kohta ei saada piisavalt kvaliteetseid andmeid, v.a 22 m lahtusega satelliidiandmeid kasutades (u 20% andmete koguvajadusest).</p> <p>Kasu üleriiklikust satelliidipiltide andmekogust: Andmekogusse liidestatavate kõrglahutusega multispektraalsete satelliidiandmete abil oleks võimalik liinide paiknemise analüüsi sagedust tõsta ühe korra peale aastas, saades täiendavat teavet metsade tüübi kohta ning parandades asukohatäpsust ~3 korda, mille tulemusena saab paremini planeerida liinide haldustöid ja vähendada seotud kulusid. Kulude vähendamise määra täpseks arvutamiseks oleks vaja viia läbi põhjalik analüüs, kuid kulude vähendamine ainuüksi 1% võrra tähendaks enam kui 100 000 euro suurust kokkuhoidu.</p>
Metsa-omanikud	<p>Praegune lahendus: Sügised tormid tekitavad metsades ulatuslikke tormikahjusid, mille hindamiseks kogutakse andmeid ressursimahukatel välitöödel. Andmete kogumise vähese operatiivsuse tõttu rikneb osa metsamaterjalist enne, kui see jõutakse üles töötada ja transportida.</p> <p>Kasu üleriiklikust satelliidipiltide andmekogust: Andmekogusse liidestatavate kõrglahutusega multispektraalsete satelliidiandmete abil oleks võimalik luua raietuvastuse operatiivkaart, mida nii RMK kui ka suured metsavarumisettevõtted saavad kasutada raietööde planeerimiseks. Operatiivkaardi tootmistsükkel oleks võimalik viia 5–10 päevani. Metsamaterjali operatiivse väljaveoga metsast on võimalik vältida kümnete tuhandete tihumeetrite kvaliteetse materjali rikkumist (paberipuidu kasutamine küttepumaterjalina), kuid ka puidukahjurite massilist levikut murdunud metsa alal (oluline keskkonnamõju). Paberipuidu ja küttepuidu tihumeetri hinnavahe on ligikaudu kahekordne¹⁹⁵ (ehk 35 eurot tihumeetri kohta), mis tähendab, et raietuvastuse operatiivkaarti otsustoena kasutades on võimalik rahaliselt kokku hoida suurusjärgus 300 000–500 000 eurot ühe tormi korral.</p>

PRIA	<p>Praegune lahendus: PRIA-sse esitatud pindalatoetuste taotluste kontrollimise kiirus põllu pindala mõõtmisel (GPS mõõdistused välitööde käigus) on 2 hektarit tunnis. VHR satelliidiandmete kasutamisega kontrolli käigus on kontrollaladel kulutused kontrolli läbiviimiseks vähenenud 2–3 korda ja taotluste kontrolli kiirus tõusnud 7 hektari peale tunnis.</p> <p>Kasu üleriiklikust satelliidipiltide andmekogust: HR satelliidiandmeid ei ole seni kasutatud mitmesuguste nõuete kontrollimiseks (niitmiste tuvastamine, keskkonna nõuete kontroll jt), sest kättesaadavate vabakasutuses andmekogude satelliidiandmete lahutus selliseid rakendusi ei võimalda teostada. Andmekogusse liidestatavate kõrglahutusega multispektraalsete satelliidiandmete abil oleks võimalik suurendada 3–4 korda Maa kaugseire toel kontrollitavate taotluste arvu, tõsta taotluste kontrolli kiirust 7 hektari peale tunnis ning selle tulemusena hoida kokku niitmise tuvastamise ja keskkonna nõuete kontrolli kulusid.</p>
------	---

3.2.2 | Eesti üleriikliku satelliidipiltide andmekogu võimalik ülesehitus ja arenduskulud

Eesti üleriikliku satelliidipiltide andmekogu võimaliku kontseptsiooni ja ülesehituse väljatöötamisel saab tugineda Rootsi ja Taani kogemustele SACCCESS andmekogu käivitamisel ja opereerimisel.

Tabel 3.5. SACCCESS süsteemi tugevused ja puudused

SACCCESS süsteemi tugevused	SACCCESS süsteemi puudused
Litsentsitingimuste sõlmimise põhimõtted, mis tagavad satelliidiandmete toimiva ühiskasutuse	Tegemist on arhiivandmekoguga, mistõttu ei ole võimalik pakkuda pistelist satelliidipiltide tellimist
Toimiv koostöövorm huvitatud partnerite vahel	Andmekogul ei ole ega saa olema Copernicuse tuge
	Andmekogu ei toeta lisateenuste arendamist
	Kasutatakse vaid Landsat ja SPOT satelliitide poolt pakutavaid andmeid
	Kasutajaliidese arendamisele ei ole pööratud piisavat tähelepanu, mistõttu ei vasta see tänapäeva parimale praktikale

Kuigi vähemalt teoreetiliselt oleks võimalik ka Eesti liitumine SACCCESS süsteemiga, ei ole see otstarbekas kahel põhjusel:

- hangitavad satelliidipildid tuleks igal juhul projitseerida Eestis kasutatavasse L-EST projektsiooni, mis on kulukas ja eeldab vastutava osapoole määramist;
- SACCCESS süsteemil on mitmed põhimõttelised puudused (tabel 3.5), mis takistavad Maa kaugseire rakendamise kasude täielikku realiseerumist.

Tuginedes eeltoodule ning asjaolule, et SACCCESS andmekogu tehniline ülesehitus on taganud süsteemi efektiivse toimimise, on Eesti üleriikliku andmekogu toimimispõhimõtte väljatöötamisel põhjendatud SACCCESS süsteemiga sarnase tehnilise lahenduse kasutamine, mille rakendamisel arvestatakse nii SACCCESSi puudustega kui tugevustega. Taolise üleriikliku andmekogu kirjeldus nelja olulisema aspekti lõikes on esitatud alljärgnevalt:

1. Andmekasutus

Satelliidiandmete pakkujate arv maailmas on pidevalt suurenenud – hetkel on võimalik valida üle 60 erineva andmetarnija vahel. Lisaks võimalikele litsentsitasudele tuleb kulutusi teha ka andmete töötlemisele, et oleks võimalik neid otstarbekohaselt kasutada. Valides välja vaid vajalikud ning paljudele kasutajatele sobivad andmekogud, on võimalik nii soetamise kui ka iga-aastaseid hoolduskulusid kokku hoida.

Lähtuvalt Maa kaugseire rakendamisest huvitatud Eesti asutuste ja ettevõtete kaardistamise tulemustest ning Eesti asutuste ja ettevõtete poolt enim kasutatavate satelliidiandmete tehnilistest näitajatest ja võimalikest kasutusjuhtudest võiks andmekogu põhineda kaht tüüpi satelliidisensoritel:

- nn optilised satelliidid, mis toodavad multispektraalseid satelliidipilte, nt Rapideye;
- radarsatelliidiandmed ehk SAR tehnoloogiaga toodetud pildid, nt Sentinel-1 või Radarsat-2.

RapidEye ja Radarsat-2 näol on tegemist kommertssatelliitidega, mis pakuvad hetkel parimat kõrge lahutusega (6–10 m) piltide hinna ja kvaliteedi suhet^{196,197}.

RapidEye AG on Saksamaal asuv ettevõtte, mis pakub kaugseireandmeid erinevate juhtimisotsuste langetamiseks. Firma omab viit identset satelliiti, mis toodavad 6,5 m lahutusega ja 77 km vaatealaga satelliidipilte. Rakendusvaldkondade hulka kuuluvad:

- Põllumajandus – tänu kiirele andmekogumistsüklile on RapidEye satelliitsüsteem võimeline teostama piirkondliku ja globaalse mastaabiga põllumajanduspoliitika järelevalvet. Vastav teave aitab põllumajandustootjaid täppisviljelusega seotud toimingutes, kindlustusandjaid põllumajandusettevõtetele tekkinud kahjude hindamisel ja riskijuhtimisel ning valitsusi keskkonna nõuete täitmise järelevalvel.
- Metsandus – pakutavate satelliidiandmete abil on võimalik hinnata metsade seisundit ja tuvastada ebaseaduslikku metsaraiet.
- Julgeolek ja turvalisus – piltide tootmise ja töötlemise kiire tsükkel võimaldab saada kriisipiirkonnast operatiivse ülevaate.
- Keskkond – ettevõtetele ja valitsusasutustele on pakutavate satelliidipiltide abil võimalik hinnata inimtegevuse keskkonnamõju.
- Ruumiandmete lahendused – taustainfo kaardistamisel, navigeerimisel, lennusimulatsioonides.
- Infrastruktuur – RapidEye satelliidiandmete abil on võimalik jälgida näiteks torujuhtmete ja elektriliinide koridore. Lisaks pakub Rapideye telekommunikatsiooniettevõtetele maakatte ja maakasutuse klassifikatsiooni andmeid infrastruktuuri planeerimiseks.

Radarsat-2 on maaseire satelliit, mis saadeti Kanada Kosmoseagentuuri poolt orbiidile 2007. aastal. Satelliidil on SAR instrument, mis on võimeline koguma andmeid kuni 1 m lahutusega *Spotlight* režiimis ja 3 m lahutusega *Ultra Fine* režiimis vähemalt 100 m positsioneerimise täpsusega. *ScanSAR* laia vaateala režiimis on SAR-i nominaalne kaarelaius 500 km ja pildi lahutus 100 m. Rakenduste hulka kuuluvad laevade jälgimine, Arktika mere territooriumi seire, Põhja-Jäämeres navigeerimise ja katastroofiolukordade hindamise toetamine, kliimamuutuste seire ning loodusressursside (metsad, põllumaad, mineraalid ja energia) seire.

Tabel 3.6. RapidEye ja Radarsat-2 tehniline kirjeldus

Satelliit	RapidEye ^{198,199,200}	Radarsat-2 ^{201,202}
Orbiidile jõudmise aasta	2008	2007
Missiooni kestus	Kavandatult 7 aastat	N/A
Satelliitide arv	5	1
Ruumiline lahutus	5 m	1–100 m
Laineala	5 spektraalkanalit nähtavast valgusest lähiinfrapunaseni	C-laineala, 5.405 GHz
Polarisatsioon	N/A	HH, HV, VV, VH
Kaarelaius	77 km	100 km
Seireseadmed	Jena Spaceborne Scanner (JSS 56)	C-laineala tehisavaradar
Orbiidi kõrgus	630 km	798 km
Kordustsükkel	1 päev nadiirist eemal, 5.5 päeva nadiiris	24 päeva

¹⁹⁶ Marcus Apel (Rapideye), intervjuu 26. juunil 2013. a.

¹⁹⁷ Simon Casey (Digital Globe), intervjuu 6. juunil 2013. a.

¹⁹⁸ Produktid: www.rapideye.com/products/index.htm

¹⁹⁹ Specs & manuals: www.rapideye.com/about/resources.htm?tab=9#TabbedPanels1

²⁰⁰ EO-portal: directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/r/rapideye

²⁰¹ ESA veebilehe viide: earth.esa.int/web/guest/missions/3rd-party-missions/current-missions/radarsat-2

²⁰² earth.esa.int/workshops/polinsar2009/participants/122/pres_6_DeLisle_122.pdf

2. Litsentsitingimused ja kasutusõigused

Selleks, et tagada andmete regulaarne uuendamine ning nende riskasutuse võimalused, on satelliidiandmete tarnija ja tellija vahel tarvis sõlmida mõlemat osapoolt rahuldavad kokkulepped. Andmekogu põhieesmärgiks on satelliidiandmete laialdane kasutamine riigis ning lisandväärtuse loomine. Selle tagamiseks tuleks vältida takistuste seadmist äritegevuseks või piirangute loomist teatud huvigruppidele. Seega tuleks sõlmida pikaajalised kasutuslepingud andmekogu lahenduse pakkuja, riigi ning andmetarnijate (satelliidipiltide tootjad) vahel, et selle tulemusena oleks andmete kasutamine Eestis kõigile osapooltele tasuta.

Sentinel andmed hakkavad olema vabakasutuses nii riigi- kui erasektori jaoks. Sentinel andmed on jaotatud erinevatesse tasemetesse – kõige madalama taseme toorandmed²⁰³ on kõigile kättesaadavad, st litsentsitasusid andmete kasutamise eest ei võeta. Küll on aga vajalik kasutajate registreerimine ning tagasiside andmine selle kohta, mis andmeid kasutatakse (sarnane nõue on ka SACCESS lahendusel Rootsisis).

3. Andmekogu liidestamine

Andmekogu liidestamine satelliidiandmete pakkujatega on vajalik selleks, et oleks võimalik satelliidiandmete automaatne allalaadimine maapealsetest jaamadest ja kommertsatelliitide andmete pakkujatel. Näiteks Sentinel satelliitide andmete integreerimisel tuleb luua liidestused nelja tsentraalse andmekogumise keskusga (*ground station*, asukohtadega Itaalias Materas, Norras Svalbardis, Hispaanias Maspalomas ja USA-s Alaskas), kus toimub satelliitide töö koordineerimine, satelliitidelt andmete vastuvõtmine ja esmane töötlemine. Andmekogumise keskusest saadakse satelliidi toorpilt koos metaandmetega, mida on võimalik kasutada järgmistes töötlusprotsessides (ortorektifitseerimine, koordinaatsüsteemi viimine, mosaiikimine jne). Andmekogumiskeskustesse saabuvate ja sealt väljuvate andmete maht ulatub mitme terabaidini päevas (esmise töötlemise eest vastutavate asutuste hulka kuuluvad näiteks EUMETSAT ja Astrium EADS).

4. Andmete levitamine läbi andmeportaali

Andmeportaal kujutaks endast lõppkasutajatele suunatud kesket süsteemi, kus saaks talletada, töödelda ning esitada andmeid. Andmekogu lahenduse väljatöötaja/haldaja teostaks portaali seadistamise, tellimuskeskonna loomise, veebimajutuse ning hooldamise. Täiendavalt teostataks iga-aastane andmetöötlus uute tarnitavate andmete kvaliteedi tagamiseks. Andmekogu oleks „pilvepõhine“ (*cloud-based*) ning minimaalselt võiks selle põhifunktsionaalsuse/ülesehituse hulka kuuluda:

- portaali avaleht, tutvustus ja kasutusjuhend;
- satelliidipiltide arhiivi kasutamise võimalus (piltide kataloogide lehitsemise, otsinguvõimalus) kõigile huvilistele;
- kasutajaks registreerimine;
- autoriseeritud kasutajate võimalus arhiivipiltide, sh toorandmete ning kokkulepitud formaati teisendatud ja kohalikus koordinaatsüsteemis georefereeritud piltide allalaadimiseks;
- autoriseeritud kasutajate võimalus piltide tellimiseks satelliidiandmetel baseeruva teenuse arendamiseks, mille puhul huvipakkuva objekti muutuste tuvastamiseks on vajalik pildipaari olemasolu võrdluse teostamiseks.

Esialgsetel hinnangutel kuluks üleriikliku satelliidipiltide andmekogu loomiseks ca 18 kuud. Detailsema tegevusplaani paikapanemine eeldab erinevate huvigruppide koostööd – Eestis oleks vaja kaasata KKM (Maaamet), MKM, SM ja PM. Nende võtmeministeeriumite vahelise Maa kaugseire alase koostöö tõhustamine oleks üheks oluliseks sammuks Eesti üleriikliku satelliidiandmekogu loomisel.

²⁰³ Andmetasemed:

L1 – toorpilt, asukoht seotud vaid orbiidiparameetrite abil;
L2 – korrigeeritud asukohaga;
L3 – stereopaariga ortofoto;
L4 – satelliidiandmed mosaiik, ülekatetud piltidel likvideeritud.

Tabel 3.7. Üleriikliku satelliidipiltide andmekogu käivitamise hinnanguline maksumus ja iga-aastase hoolduse hinnangulised kulud

Üleriikliku satelliidipiltide andmekogu loomise ligikaudne maksumus	430 000
Andmekogu detailanalüüs	80 000
Süsteemi infrastruktuuri loomine	60 000
Andmekogu automaattöötuse algoritmide väljatöötamine	100 000
Tellimiskeskuse loomine	70 000
Veebiportaali arendamine	40 000
Satelliidipiltide tellimine ja lepingute sõlmimine andmete pakkujatega (ALOS-2 ja/või RapidEye)	80 000
Üleriikliku satelliidipiltide andmekogu iga-aastased hoolduskulud	130 000
Hooldus (tõrked, riistvara, tarkvara)	30 000
Sentinel-1–2–3 satelliidipiltide automaattöötlus	20 000
Satelliitide (Radarsat-2, RapidEye) kogu riiki katvate andmete iga-aastased litsentsitasud ²⁰⁴	80 000

3.3 Kokkuvõte

Järeldused:

Kõrglahutusega multispektraalsete satelliidipiltide riskasutamine looks lõppkasutajatele olulist lisaväärtust, kuid see kasutuspotentsiaal on siamaani jäänud erinevatel põhjustel avamata. Eestis seni levinud andmete soetamise lahendused ei võimalda satelliidiandmete riskasutamist, sest levinud on litsentsitingimused (Elektrilevi OÜ ja PRIA näitel), mille kohaselt saab satelliidiandmete hankija vaid ainukasutaja („*single use*“) kasutusõiguse, mis tähendab, et (arhiiv)andmete kasutamiseks kolmandate osapoolte poolt tuleb satelliidiandmete tarnijaga sõlmida uus kokkulepe.

Majanduslikult otstarbekas oleks algandmete soetamine litsentsitingimustega, mis võimaldaks andmete riskasutamist nii riigi- kui ka erasektoris. Rootsi kogemuse põhjal võib väita, et kui sama andmekogu kasutab kolm lõppkasutajat, siis oleks kõigi lõppkasutajate omavahelise koostöö korral satelliidiandmete mitme kasutaja („*multi use*“) litsentsi soetamisel kulukokkuvõid kõigile lõppkasutajatele 1/3 võrreldes ainukasutaja litsentsi maksumusega, sest mitme kasutaja litsents on üldjuhul vaid kaks korda kallim kui ainukasutaja litsents.

Rootsi SUCCESS andmebaasilahenduse ja kogemuse alusel võib öelda, et satelliidiandmete kasutamise hoo-
gustamise kõige efektiivsemaks mooduseks on keskse üleriikliku satelliidipiltide andmekogu loomine, mis võimaldaks läbi satelliidipiltide portaali pakkuda erinevaid üleriiklikke satelliidiandmeid tasuta kasutamiseks nii riigi- kui ka eraettevõtetele. Landsat satelliidi andmete vabakasutusse andmise kogemus kinnitab seda – vaba andmepoliitika rakendamise järgselt suurenes Landsat andmekogu kasutusaktiivsus enam kui 100 korda.

Multispektraalseid ja tehisavaradari kõrgresolutsiooniga andmeid sisaldava üleriikliku satelliidipiltide andmekogu käivitamine maksab hinnanguliselt 430 000 eurot, millele lisanduvad hoolduskulud kuni 130 000 eurot aastas. Investeeringu teostamine on majanduslikult põhjendatud juba juhul, kui andmekogul baseerub vähemalt kaks uuringus käsitatud kaugseire teenust.

Üleriikliku satelliidipiltide andmekogu loomine oleks mitmete olulise majandusliku mõjuga teenuste arendamise katalüsaatoriks – nt tehisavaradari andmetel põhinev jääseire teenus jäämurdjatele või üleujutuste operatiivteavituse teenus rannikualadel. Rootsi ja Soome kogemusel, ESA poolt tellitud teostatavusuuringu tulemustel ning kohalike ekspertide hinnangutel põhinevad tasuvusarvutused näitavad, et ainuüksi jääseire teenuse käivitamine võimaldaks hoida kokku riigieelarvelisi ressursse mahus, mis ületab üleriikliku satelliidipiltide andmekogu loomise prognoositavad kulud.

²⁰⁴ Andmekogu hoolduskulude ja andmete uuendamise tasud sõltuvad sellest, kui palju kasutatakse Sentinel satelliitide andmete kõrval kommertsatelliitide andmeid.

Eesti üleriiklik satelliidipiltide andmekogu oleks vastavuses Euroopa Komisjoni lõppkasutajate kaasamisele suunatud poliitikatega. Copernicus programmi kosmosekomponendi toodetavad toorandmed tehakse tasuta kättesaadavaks EL kodanikele, valitsusasutustele ja ettevõtetele, kuid andmete allalaadimine andmekeskustest ning andmete edasine töötlemine (teenuste pakkumiseks) tuleb korraldada huvitatud osapooltel endil. Üleriikliku satelliidipiltide andmekogu teenused võimaldavad märkimisväärselt vähendada erinevate turuosaliste kogukulusid andmete liikumise ja andmetöötuluse korraldamisele, hõlbustades lisaväärtusteenuste arendamist, lühendades arendustsüklit ning maandades seotud äriske.

Soovitused:

1. Kuna Copernicus programmi kosmosekomponendi (Sentinel-1) toodetavad toorandmed tehakse praeguse ajakava kohaselt tasuta kättesaadavaks 2014. a teisel poolaastal, siis tuleks üleriiklik satelliidipiltide andmekogu käivitada juba 2014.–2015. a.

Eestis oleks protsessi vaja kaasata KKM (Maa-amet), Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, SM ja PM kui võtmeministeeriumid, et riiklikul tasemel kokku leppida huvid üleriikliku satelliidi andmekogu loomiseks.

2. Ettevõtlike Arendamise Sihtasutuse (EAS) Eesti kosmosebüroo peaks lähiaastatel jätkama teadlikkuse tõstmisele suunatud tegevusi Maa kaugseire valdkonnas.

Kuigi satelliidiandmete soetamisel on koostööpotentsiaal märkimisväärne, ei toimu Eestis seni erinevate osapoolte vahelist infovahetust andmete riskikasutusvõimaluste hindamiseks. Seda tingib muu hulgas piiratud kompetents satelliidiandmete töötlemise ja kasutusvõimaluste osas nii era- kui ka riigisektoris. Tulenevalt sellest puudub sageli kompetents satelliidiandmete kasutamiseks vajalike investeeringute tasuvuse hindamiseks.

4 | Satelliitkaugseirel põhinev jääseire

4.1 | Satelliitkaugseirel põhineva jääseire rakendamise võimalused

4.1.1 | Jäämurdmise ja -seire korraldus Eestis

Jäämurdetööde korraldus Eestis

Eesti talvesadamad²⁰⁵ kuuluvad kahte jäämurdepiirkonda – Soome laht ning Liivi laht. Vastavalt jäämurdetööde korra määrusele²⁰⁶ on Eesti riigi ülesandeks teenindada jäämurdjatega kõiki neis piirkondades asuvaid suuremaid sadamaid – Muuga sadamat, Tallinna ja Kopli lahe sadamaid, Paldiski Põhjasadamat, Paldiski Lõunasadamat, Kunda sadamat, Sillamäe sadamat ja Pärnu sadamat. Kui viimast neist teenindatakse avamere poolt kuni kohani, mis on määratletud koordinaatidega 58° 21',4 N ja 24° 27',0 E, siis ülejäänuid kuni sadama akvatooriumini. Sadama akvatooriumis (Tallinna Sadama puhul 1–2 km sadama kaist) vastutab jäämurdmise eest sadam ise.

Riiklikke jäämurdetöid korraldab suuremates sadamates MKM lennundus- ja merendusosakonna valitsemisalas tegutsev VTA. VTA peadirektor võib käskkirjaga moodustada jäämurdetegevuse korraldamiseks nõuandva organina jäästaabi, kuhu on varasemalt kuulunud VTA esindajad, sadamakaptenid Tallinna, Muuga, Pärnu, Kunda ja Sillamäe sadamast, KAUR Ilmateenistuse, Logistika ja Transiidi Assotsiatsiooni²⁰⁷ ning Eesti Mereväe esindajad.

Jäämurdetööde teostamiseks kasutatakse järgmisi jäämurdjaid:

- VTA omanduses on kaks jäämurdmiseks sobivat laeva: mitmeotstarbeline laev EVA-316 (ehitatud aastal 1980) ja jäämurdja Tarmo (ehitatud aastal 1963; aktiivses kasutuses ehitusaastale vaatamata).
- AS-i Tallinna Sadam omanduses on jäämurdja Botnica (ehitatud aastal 1998), millega osutatakse VTA-le jäämurdmise teenust. Eesti riik ostab 10 aastat (2013–2022) kehtiva lepingu järgi Tallinna Sadamalt teenust fikseeritult neljaks kuuks aastas. Iga-aastasele renditasule lisandub kütusekulu.
- Puksiirfirmad AS Eesti Loots, OÜ Alfons Hakans ja AS PKL osutavad vajadusel jäämurdmise teenuseid:
 - sadamate akvatooriumides – vajadus antud teenuste järele sõltub otseselt ilmastikutingimustest (temperatuur, tuule kiirus ja suund) ning nt Tallinna Sadama akvatooriumis on talveperioodil jääga probleeme pigem ühel korral kuus.
 - riigi jäämurdepiirkondades – nt 2011./2012. a jäämurdeperioodil sõlmiti AS-ga PKL leping, mille kohaselt broneeriti varujäämurdja ettenägematute olukordade puhuks, mil EVA-316 vajab asendamist seoses teiste eriotstarbeliste ülesannetega.
- Karmimate jääoludega talvedel kaasatakse võimalusel ressursse välisriikidest. Nt 2010./2011. a jäämurdeperioodil osales jäämurdetöödel Soome puksiirlaev „Zeus“ ja 2011./2012. a jäämurdeperioodil muude sobivate jäälõhkujate puudumisel Norra reederile kuuluv mitmeotstarbeline laev „Vidar Viking“.

Eesti riigi jäämurdmise ressursid on piiratud. Valdkonda kõige põhjalikumalt käsitleva strateegilise dokumendi – Jäämurdmise arengukava 2006–2013²⁰⁸ – järgi vajab Eesti Põhja-Eesti sadamate tõhusaks teenindamiseks vähemalt kolme üheaegselt töötavat mitmeotstarbelist jäämurdjat. Seetõttu nägi arengukava ette kahe uue jäämurdja valmimist aastaks 2010, mil pidi tehtama ka otsus kolmanda uue jäämurdja ehitamise osas. Kuna kolme laeva ei lisandunud (praeguseks on siiski soetatud jäämurdja Botnica), loetakse riiklikus arengukavas „Eesti merenduspoliitika 2011–2020“²⁰⁹ Jäämurdmise arengukava 2006–2013 elluviimist ebaõnnestunuks ning rõhutatakse valdkonna suurima prioriteedina just vajadust jäämurdmise arengukavas toodud tegevuste elluviimisest perioodil 2013–2020.

205 Talvesadam on sadam, millele osutatakse jäämurdeteenust. Talvesadama staatuse määramisel lähtutakse kaubavoogudest, reisijate arvust ning strateegilistest või regionaalsetest kaalutlustest.

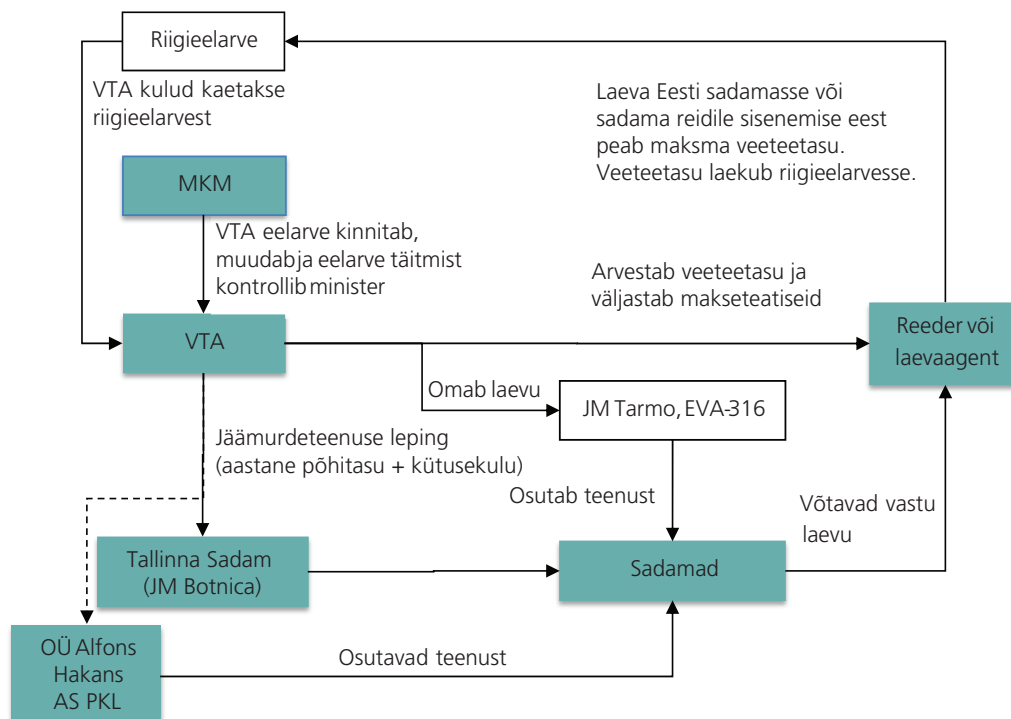
206 Jäämurdetööde kord www.riigiteataja.ee/akt/111012013006

207 www.transit.ee

208 Jäämurdmise arengukava 2006–2013 www.mkm.ee/public/Eesti_j_murdmise_arengukava._L_hiversioon_20.02.06.doc

209 Riiklik arengukava „Eesti merenduspoliitika“ 2011–2020 www.riigikogu.ee/?op=emspain&page=pub_file&file_id=9fdd1728-8b53-bfef-7ba2-862d0e29d3f5&

Jäämurdeteenuse osutamiseiga seotud kulud maksavad kaudselt kinni reederid ja laevaagendid. Vastavalt Meresõiduohutuse seadusele²¹⁰ peavad reederid või laevaagendid laeva Eesti sadamasse või sadama reidile sisenemisel tasuma riigieelarvesse laekuva veeteetasu²¹¹, mis sisaldab tasu jäämurdmise teenuse eest. Eestis toimuvate jäämurdetööde üldine korraldus on kujutatud järgmisel joonisel:



Joonis 4.1. Jäämurdmistööde üldine korraldus Eestis

Talvise navigatsiooni korraldamine Soome ja Liivi lahel kuulub VTA laevaliikluse korraldamise osakonna talvise navigatsiooni talituse pädevusse. Vastavalt VTA laevaliikluse korraldamise osakonna põhimäärusele²¹² on talvise navigatsiooni talituse peamisteks ülesanneteks:

- jäämurdetööde korraldamine talvise navigatsiooni hooajal;
- jäämurdjate töö korraldamine;
- jäämurdetööde tellimuste vormistamine ja karavanide moodustamine;
- osalemine rahvusvahelises koostöös talvise navigatsiooniga seotud küsimustes;
- jäämurdealane koostöö Eesti hüdrometeoroloogia teenistusega, laevaagentidega, sadamaoperaatoritega, sadamakaptenitega;
- jäästaabi asjaajamise korraldamine ja jäästaabile asjakohase informatsiooni edastamine;
- laevaliiklust ja talvist navigatsiooni puudutava teabe töötlemine ja infosüsteemide käitamine.

Eeltoodud ülesannete täitmiseks kasutab VTA kõiki peamisi üldlevinud meetodeid, sh liiklemispiirangute seadmist, liikluse reguleerimist (koostöö laevade vahel, liikumisteede soovitamise) ja jäämurdmist:

- Määrab vastavalt jääoludele piirkonniti jäämurdetööde perioodi alguse ja lõpu.
- Võtab vastu jäämurdjate tellimusi, koostab karavane, korraldab infovahetust ja igapäevast tööd.
- Otsustab koos jäästaabiga sadamate aastaringse lahtioleku vajaduse, jättes vajadusel sadama teenindusest välja, võttes aluseks sadamate kaubavoo, hinnangud jääoludele ja jäämurdjate hõivatus. Näiteks on kõne all olnud Pärnu sadama lühiajaline sulgemine, kuna raskete jääoludega aastal võivad Pärnu sadama jäämurdmise kulud olla ~30% riiklikest kuludest, kuid sadamat läbiv kaubavoog moodustab vaid 3% Eesti laevatranspordi kaubavoogudest.
- Planeerib jäämurdjate asukoha ja tööde graafiku.

²¹⁰ Meresõiduohutuse seadus www.riigiteataja.ee/akt/130052013010?leiaKehtiv

²¹¹ Veeteetasu on üldkasutataval veeteel navigatsioonilise korraldamise, jäämurde- ja informatsiooniteenuse ning sellele veeteele meresõiduohutuse tagamiseks paigaldatud infrastruktuuri kasutamise eest võetav tasu.

²¹² VTA laevaliikluse korraldamise osakonna põhimäärus www.vta.ee/atp/public/LKO_pohimaarus_20091117.doc

- Määrab jäämurdjate poolt teenindavate laevade miinimum-nõuded jääklassile²¹³ ja peamasina võimsusele. Nii piiratakse jäämurdmise kulusid ja tagatakse ohutus, sest jääs sõitmiseks sobimatu laev võib jääda jäässe kinni, triivida koos jääga, saada vigastusi või sattuda madalikule.
- Võtab vajadusel vastu lisaelarve ning hangib kriitiliste jääolude korral jäämurdmise teenust välisriikidest (Soomest, Norrast). Samas on Eesti senine koostöö jäämurdmise ja -seire vallas on olnud suhteliselt tagasihoidlik.²¹⁴ Koostööd tehakse vaid soomlastega raskete jääolude korral, kuid peamiselt kaptenite omavahelise koostöö vormis. Venelaste ja lätlastega koostööd praktiliselt ei toimu. Vähesese koostöö peamiseks põhjuseks on rahvusvaheliste kokkulepete puudumine, millega Eesti ja naaberriigid saaks jäämurdmisele tehtud kulutusi naaberriigilt või laevaoperaatoritelt tagasi nõuda. Samas toimib koostöö Soome ja Rootsi vahel edukalt – Botnia lahel abistavad Soome jäämurdjad tasuta Rootsi sadamatesse suunduvaid laevu ja vastupidi. Sellise koostöö aluseks on Põhjamaade leping (*common Nordic Agreement*²¹⁵), mis tõstab jäämurdjate kasutamise efektiivsust märgatavalt. Eesti jäämurdmise arengukavas toodud info kohaselt ei ole Eestil olnud seni võimalik Soome lahel sarnast vastastikuse koostöö lepingut sõlmida, kuna see eeldaks Eestilt teiste riikidega võrdväärse jäämurdmisressursi olemasolu²¹⁶.

Jäämurdjate ülesandeks on sadamatesse suunduvad juba karavani kogunenud laevad jääpiirilt läbi jää kohale (kas siis sadamasse või sadamast välja) viia, luues jää sisse liikumiseks sobivad kanalid. Kuna jäämurdjate kaptenid otsustavad erineva informatsiooni põhjal iseseisvalt, kuidas on kõige parem, ohutum ja efektiivsem laevakaravan sadamasse viia ja sealalt välja tuua, siis on operatiivse jääseireteenuse kõige olulisemaks sihtgrupiks just jäämurdjate – Eesti näitel Tarmo, EVA-316 ja Botnica – kaptenid. Sadama akvatooriumides operatiivset jääseireteenust tarvis ei ole, kuna seal saab kogu töö planeerida ja läbi viia visuaalse hinnangu alusel.

Operatiivseks jääseireks kasutatavad tehnilised lahendused

Jäämurdja kapteni vajadus operatiivse jääinfo järele tuleneb otseselt:

- vajadusest teha otsuseid marsruudi valikuks (kas sõita jääst läbi või teha manööver) nii, et oleks tagatud ohutus, seadusega pandud kohustuste täitmine ning efektiivsus (kulude kokkuvõtte);
- vajadusest otsustada, kuhu määrata jäämurdmisteenus vajavate laevade kogunemispunkt;
- võimalusest kasutada jääinfot selleks, et juhendada laevu läbi jääväljade ise kohale sõitmata – taolist lahendust kasutatakse hetkel minimaalselt, kuid see on väga suureks kütuse kokkuhoiu võimaluseks; nt Pärnu sadamasse saabuvad laevad on sageli jääoludes sõitmiseks piisava jääklassiga.²¹⁷

Optimaalse marsruudi leidmisel olulisemaks operatiivseks jääinfoks jäämurdja kaptenisillal on:²¹⁸

- jäävaba mere ja jäämassiivide asukohad ning jäämassiivide liikumistrajektorid;
- tuule suuna muutuste mõjul tekkivate lahvanduse asukohad;
- rüsi jää asukoht;
- piisava täpsusega info jää paksuse kohta.

Jäämurdjate kaptenisillal otsuste langetamiseks kasutatavad süsteemid saab jaotada kaheks – üldised süsteemid, mis sageli toetavad jäämurdmise funktsiooni, ning jäämurdmisega otseselt seotud süsteemid. Eesti jäämurdjatele paigaldatud **üldiste süsteemide** hulka kuuluvad:

- Elektrooniline kaart Transas (www.transas.com) – põhiline süsteem infovahetuseks, laeva asukoha määramiseks ning teiste laevade (30 miili ulatuses), madalike, meremärkide asukohtade nägemiseks. Kaardiuuendused on kvartaalsed, aastase maksumusega 1500 eurot. Tarkvara on paigaldatud jäämurdjatele Tarmo ja EVA-316.
- dKart Navigator (www.hamilton.lv/index-2.html) – merepoide paigaldamiseks mõeldud tarkvara, mis näitab laeva asukohta, kuid kaardi uuendamist süsteemis ei toimu. Paigaldatud jäämurdjale EVA-316.
- Laeval asuv 2–3 radarist koosnev radarsüsteem, mis annab ülevaate ümbruses toimuvast.
- Laeva automaatne identifitseerimissüsteem (AIS) ja VHF (ultralühilaine raadioside).

213 Jääklass iseloomustab laeva jääkaitsevöö ulatust ja ehitusviisi. Sisuliselt näitab jääklass laeva võimet töötada piiritletud jääoludes.

214 Intervjuu Martin Kaarjärvega (VTA talvise navigatsiooni talituse juhataja), 5. märtsil 2013. a.

215 1962. aastal Rootsi, Norra, Soome ja Taani vahel sõlmitud leping, mis reguleerib ja lihtsustab riikidevahelist jäämurdmisressursside jagamist.

www.navalhistory.dk/English/NavyNews/2006/0311_Danbojern.htm

216 Jäämurdmise arengukava 2006–2013 www.mkm.ee/public/Eesti_j_murdmise_arengukava._L_hiversioon_20.02.06.doc

217 Intervjuu Armin Sirelpuuga (jäämurdja EVA-316 kapten), 06. juunil 2013. a.

218 Intervjuu Peedu Kassiga (jäämurdja Tarmo kapten), 13. mail 2013. a.

Jääoludest ülevaate saamiseks kasutatakse Eesti jäämurdjatel Tarmo ja EVA-316 järgmisi süsteeme ja infolikaid:

- Tartu Observatooriumi internetilehelt²¹⁹ vaadatakse NOAA (www.noaa.gov) ilmapilte.
- Jääinfot internetilehelt www.baltice.org²²⁰.
- Soomlaste ja rootslaste jääkaarte²²¹ vaadatakse pigem harva, sest need ei ole piisavalt operatiivsed. Kuna jääolud võivad oluliselt muutuda 3–4 tunni jooksul, siis ei lähe jääkaartide ennustused kokku reaalsusega ega võimalda teha paremaid otsuseid.²²²
- KAUR-i poolt koostatud ilmaennustused (tuul, sademed, temperatuur), mida jäämurdja kapten võrdleb laeva anduritelt pärineva infoga (nt tuule kohta) ning annab vastavalt oma kogemustele jääoludele hinnangu. Kuigi Meresõiduohutuse seaduse²²³ kohaselt on KAUR kohustatud koostama ka Eesti merealade ning sisevete jääprognosid ja jääkaardid²²⁴ ning edastama need tasuta VTA-le, on KAURi tegelik roll jääseire teostamisel eelarvelistest piirangutest tulenevalt siiski tagasihoidlik. KAURi esindaja sõnul²²⁵ on KAUR küll kohustatud jääkaarte tootma ja ennustusi andma, kuid operatiivse teenuse jaoks ei ole vahendeid ette nähtud. Jääseire on vaid üks väike osa kogu KAURi ilmaennustuse tööst. Seetõttu ei saa ka eeldada, et jääseire andmed jäämurdjatele on sellisel tasemel, mis võimaldaks juba praegu operatiivselt jää liikumist jälgida.
- TTÜ MSI-st saadakse e-posti teel Landsat satelliidipilte jääolude hindamiseks.
- Visuaalne vaatlus laeva tekilt eelkõige rüsjää vältimiseks.
- IBNet (IceBreakerNet)²²⁶, mis on VTT poolt spetsiaalselt jäämurdmise tarbeks loodud infosüsteem, mida saab kasutada laevade liikumise (sh sadamasse pöördumise) jälgimiseks, otsesuhtluseks teenust vajava laevaga, suhtlemiseks laeva omanikuga ning sadamasillaga, jäämurdjate tegevuse koordineerimiseks rannikul asuvatest keskustest.²²⁷

IBNet tarkvara litsentsid on Eestis soetatud kahele jäämurdjale ja VTA koordineerimiskeskusele, kuid operatiivseks jääseireks vajalikke algandmeid Radarsat-2 satelliidipiltide näol Eestis ei kasutata. IBNet tarkvara pakub praegusel kujul teiste laeval paiknevate süsteemidega võrreldes siiski mitmeid unikaalseid võimalusi: läbi IBNet süsteemis sisalduva registri on võimalik saada infot kõigi Läänemerele liikuvate laevade kohta ning jälgida nende marsruute kaugemalt distantsilt kui laeva radari abil (40 miili ja rohkem 20–30 miili asemel).²²⁸

Käesoleva uuringu raames läbi viidud intervjuude käigus selgus, et lisaks jäämurdjatele ja VTA-le kasutavad jääinfot ka mitmed teised valdkonnaga seotud osapooled, kuigi seda tunduvalt väiksemas mahu.²²⁹

- Vajadusel kasutab Tallinna Sadama vahetuse ülem veebis avalikult kättesaadavat jääennustuse kaarti (EL, Soome, Rootsi või Eesti asutuste poolt pakutavat) selleks, et ennustada triivjää esinemist sadama akvatooriumis.
- Mõnikord kasutavad jääkaarte ka reisilaevade kaptenid (nt firma Silja Line laevadel).

4.1.2 | Satelliitkaugseire rakendamine jääseireks Soomes ja Rootsis

Maailmas on vaid 19 riiki, millel on riiklikud jääteenistused. Järgnevalt kirjeldatakse jääseirekorraldust Soomes ja Rootsis, kuna neis riikides on jääseire hästi arenenud ja tulenevalt geograafilisest lähedusest eksisteerib nende riikide ja Eesti vahel märkimisväärne koostööpotentsiaal. Operatiivne jääseire on Soomele ja Rootsile väga oluline, sest umbes 80% riikide kaubavahetust toimub meritsi ja Läänemeri on jääs umbes 4 kuud aastas.

Soome Meteoroloogainstituut (FMI) on kõige olulisemaks jääseirega tegelevaks asutuseks Soomes. FMI on 650 töötajaga organisatsioon, mis jaguneb kaheks suuremaks osakonnaks – teadus- ja arendusosakonnaks ning operatiivsete teenuste osakonnaks. Mereuuringute rühmas töötab hetkel ligikaudu 35 inimest ning jääseireuuringute rühmas 15 inimest.²³⁰

²¹⁹ www.aai.ee/~andres/weathergifs/index.html

²²⁰ Teenuse käivitajaks ja rahastajaks on *Baltic Icebreaking Management* (BIM) – organisatsioon, mille liige on ka Eesti.

²²¹ cdn.fmi.fi/marine-observations/products/ice-charts/latest-full-color-ice-chart.pdf; en.ilmatieteenlaitos.fi/ice-conditions; www.smhi.se/oceanografi/iceservice/is_prod_en.php

²²² Intervjuu Martin Kaarjärvega (VTA talvise navigatsiooni talituse juhataja), 5. märtsil 2013. a.

²²³ Meresõiduohutuse seadus www.riigiteataja.ee/akt/131122010063?leiaKehtiv

²²⁴ Jääkaart: www.emhi.ee/?ide=21,798

²²⁵ Intervjuu Aarne Männikuga (EMHI direktori kt), 09. aprillil 2013. a.

²²⁶ www.vtt.fi/sites/ibnet/index.jsp?lang=en

²²⁷ IBNet süsteemi on täpsemalt kirjeldatud järgmistes peatükkides.

²²⁸ Intervjuu Martin Kaarjärvega (VTA talvise navigatsiooni talituse juhataja), 22. mail 2013. a.

²²⁹ Intervjuu AS Tallinna Sadama esindajatega, 14 veebruaril 2013. a: Riina Palu (EL projektijuht), Erki Tarto (reisijateveo spetsialist), Heldur Tsänkmann (sadama vahetuse ülem).

²³⁰ Kohtumine FMI esindajatega 28. märtsil 2013: Juha Karvonen (vanemteadur), Ari Seinä (mere- ja jääuuringute valdkonna juhataja), Antti Kangas (okeanograafiliste teenuste valdkonna juhataja).

FMI jääseire operatiivkaardistuse teenus katab kogu Läänemere novembrist aprillini. Pakutakse nii jää paksuse kui jää triivimise suuna infot, alates 2014. aastast lisandub jää kontsentratsiooni info. Jääseireteenused on kättesaadavad veebiaadressidelt polarview.fimr.fi ja www.myocean.eu.org. FMI teadus- ja arendusosakonna poolt on välja arendatud ka lahendus Läänemere jää paksuse igapäevaseks määramiseks 10 cm täpsusega, kuid operatiivse teenusena pole seda veel käivitatud.

Kogu Soome poolt teostatav jääkaardistus Läänemerel on tehisaradarid piltide põhine, aerolaserskanneerimist jääseireks ei kasutata. Kasutatakse järgmisi andmeid:

- **Radarsat-2 andmed** (HH polarisatsiooniga scanSAR režiimis, 500 km vaateala ja 150 m lahutusega), mis katavad ära 95% kogu huvipakkuvast jääseirealast.
- **COSMO SkyMed andmed** (HH polarisatsiooniga pildid 200 km vaateala ja 100 m lahutusega), mis soetatakse ühiselt Rootsiga. Litsentsitingimuste kohaselt ei tohi toorandmeid edastada jäämurdjate pardaarvutitesse.
- **MODIS andmed**, mis on küll tasuta kättesaadavad, kuid väga suure osa jääseireperioodist pilved tõttu kasutuskõlbmatud, sest erinevalt radaripiltidest on optilistel piltidel kujutatud ka pilved, mis takistavad kaugseire teostamist. Kuna MODIS andmed jää kohta on radarsatelliitide andmetega võrreldes halvemini tõlgendatavad, siis kasutatakse MODIS andmeid eelkõige Radarsat-2 andmete puudumisel (võib olla tingitud nt polaarorbiidil oleva satelliidi tsüklite intervallist, mille korral satelliit on vahepeal pikemat aega liiga kaugel, et soovitatav alast pilti toota), nt Põhja-Jäämere seireks (250 m lahutusega MODIS pilte).
- Tulevikus on oodata **Sentinel-1a** ja **Sentinel-1b** andmete aktiivset kasutamist. FMI on arvestanud, et saab seoses MyOcean projektis osalemisega andmed lihtsustatud kujul kätte oodatava ulatusega 330 km ja sagedusega 2 korda päevas.

Vaatamata (pool-)automaatsete autokorrelatsioonipõhiste algoritmide arendamisele tehakse enamuse operatiivkaardistuse tööst ekspertide poolt manuaalselt:

- Radarsat-2 toorandmeid töötleb FMI ise (geokodeerimine, moonutuste eemaldamine), et jäämurdja kaptenil oleks võimalik andmeid kasutada;
- hetkel ole jääseire teostamiseks võimalik kasutada „backscatter“ e tagasipeegeldamise lahendust, mida peaks tulevikus võimaldama Sentinel-1a sensor;
- jäätüübi määramiseks kasutatakse jää tekstuuri määravaid atribuute (visuaalselt).

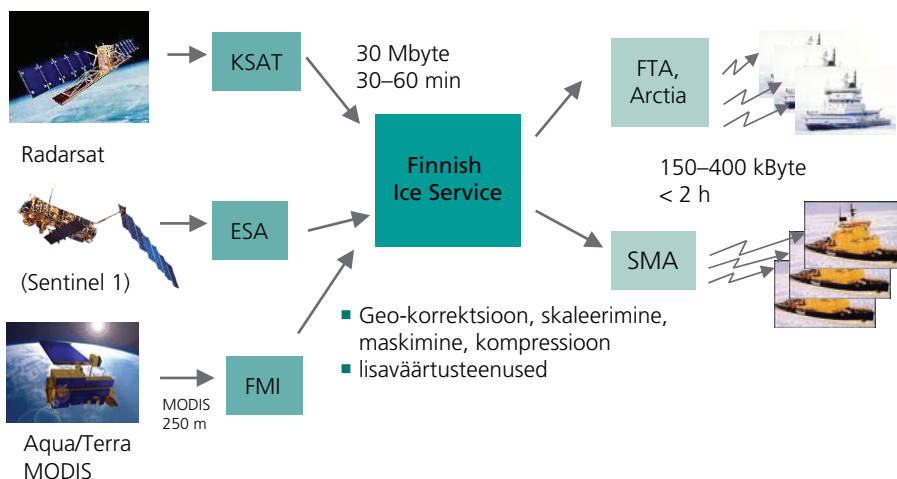
Soome ja Rootsi jäämurdmise süsteemide ning nendevahelise koostöö üheks keskseks komponendiks on alates 1996. aastast kasutatav IBNet tarkvara, mis kuulub VTT, Soome Transpordiagentuuri (FTA) ja Rootsi Mereadministratsiooni (SMA) ühisomandisse. VTT tegeleb tarkvaralitsentside müügi ja tarkvara hooldusega. Jäämurdmisega seotud operatiivsete otsuste langetamiseks kasutatav IBNet pakub jäämurdjate kaptenitele infot jää seisundi kohta, kasutades selleks sisendina satelliitpilte (Radarsat-2; võimalusel ka Sentinel-1), ilma- ja jääprognose, samuti infot laevaliikluse kohta reaajas. Süsteem toimib eri riikide vahel jagatud infosüsteemina, mis loob ühtse operatiivse pildi Läänemerel toimuvast, võimaldab riikide koostöös optimeerida jäämurdmisega seotud ressursside kasutust (seda just raskete jääoludega talvedel), minimeerib kaubalaevade ooteajad ning aitab mõõta Läänemerel läbiviidavate jäämurdmistevõime üldist efektiivsust.

Igapäevaselt uuendatavad andmed (satelliidipildid ning ilma- ja jääprognosid) sisestatakse süsteemi Rootsi Meteoroloogia- ja Hüdroloogia Instituudi (SMHI) ning FMI poolt. Lisaks on igal jäälõhkujal võimalus lisada infot laevade, jääolude ning liiklusolukorra kohta. Kogu süsteemis olev info on kättesaadav Soome ja Rootsi jäämurdjatele ning jäämurdetoid koordineerivatele keskustele.

Soome ja Rootsi jäämurdjad saavad algandmed (peaaegu reaajas Radarsat-2 satelliidipildid) IBNet süsteemi 7RP projekti „Polar View“²³¹ (*Earth observation for polar monitoring*) raames tasuta. 2013. aastal on rohkem kui 200 saadud satelliidipildiga seotud ainsaks kuluks ca 10 000 eurot, mis kulub andmete allalaadimiseks ja töötlemiseks.²³² Kogu tarkvarasse sisestatud informatsioon on piiranguteta kättesaadav kõikidele IBNet kasutajatele (jäämurdjate meeskonnad, talvise navigatsiooni talitused ja laevaliikluse korraldamise osakonnad). IBNet koosneb kasutajaliidese moodulitest ja serverimoodulitest. Igal jäämurdjal on eraldi andmebaas, millesse tehtud muudatused sünkroniseeritakse koheselt teiste osaliste andmebaasidesse mobiilse lingi vahendusel. Ülevaade süsteemi toimimisest on esitatud järgmisel joonisel.

²³¹ www.polarview.org

²³² Elektrooniline kirjavahetus Ulf Gullne'ga (Rootsi Mereadministratsiooni jäämurdeteenistuse juht), juunis 2013.



Joonis 4.2. IBNet süsteemi ülesehitus

Lähiaastatel on kavas IBNet tarkvara täiendav ulatuslik edasiarendamine. Nimelt näeb Tegevusplaan EL Läänemere regiooni strateegia²³³ elluviimiseks (*Action plan for the European Union Strategy for the Baltic Sea Region*²³⁴) ette projekti *Winter Navigation Motorways of the Sea (WINMOS)* elluviimise. Kuni 2015. aastani kestva ja hinnanguliselt 142 miljonit eurot maksva projekti eesmärgiks on suurendada Läänemeres toimuva talvise navigatsiooni efektiivsust, jätkusuutlikkust, ohutust ja keskkonnasäästlikkust. Projekti raames²³⁵ on ette nähtud uue põlvkonna IBNet süsteemi arendamine ja testimine – projekti põhjenduse kohaselt hakkab olemasolev IBNeti süsteem oma ülesehituselt aeguma ning nõuab uue IT-platvormi väljatöötamist, mis integreeriks Rootsi, Soome, Eesti ja võimalusel ka Venemaa jäämurdmisteenistused ühtsesse süsteemi. WINMOS projekti elluviivasse konsortsiumi kuuluvad valitsusasutused ja akadeemilised organisatsioonid Rootsist, Soomest ja Eestist. Juhtivaks partneriks on SMA, Eesti poolt osaleb projektis VTA.

Kuigi IBNet süsteemi kohta tasuvusanalüüse läbi viidud ei ole, näitab Soome ja Rootsi kogemus, et jää satelliitkaugseire kasutamise kasu kaasnevad mõõdetavad kasud on seotud peamiselt jäämurdjate töö optimaalsema korralduse ning kütusekulu vähenemisega. Rootsi puhul saab satelliitkaugseire rakendamise kõige otsesemate kasudena välja tuua jäämurdjate kütusekulude alanemise (10–15% võrra) ning võimaluse loobuda helikopterite opereerimisest (varasemalt olid jäämurdjate pardal helikopterid, mille aastane kulu ulatus 0,6 miljoni euroni aastas).²³⁶

4.1.3 | Satelliitkaugseire rakendamise võimalused Eestis

Eesti on teinud esimesed sammud operatiivse jääkaardi rakendamiseks jäämurdjatel, soetades tarkvara IBNet litsentsid kahele jäämurdjale ja juhtimiskeskusesse.²³⁷ Hetkel pole operatiivset jääseiret jäämurdjatel rakendatud, kuna selle toimimiseks vajalikke algandmeid on peetud liiga kulukateks. Eesti ei saa sarnaselt Soome ja Rootsi kasutada Radarsat-2 satelliidipiltide soodustingimustel. Huvi operatiivse jääinfo (ladejää, jää paksus, lahvanded, vanad jääteed) vastu on Eestis olemas. Nii jäämurdja Tarmo kapten kui ka VTA esindaja hindasid operatiivsest jääseirest tulenevat potentsiaalset majanduslikku kasu märkimisväärseks.

Tulenevalt juba tehtud investeeringutest ja tõenäoliselt aina suuremast integreerumisest Soome ja Rootsi jäämurdmisesüsteemidega seisneb peamine võimalus satelliitkaugseire rakendamiseks Eestis ikkagi eelkõige IBNet süsteemi intensiivsemas kasutamises ja selle erinevate võimaluste täielikus rakendamises, milleks on vajalik satelliidipiltide hankimine IBNet süsteemi. Satelliidiinfo ulatus ja maksumus on otseselt seotud lõpptarbijate infovajadusega, milleks tuleb määratleda:

- olulisemad seireparameetrid ja seiratava ala suurus;
- vaatluste sagedus ning ajaline viivitus vaatluse ja fototoote lõpptarbijani jõudmise vahel. Kuna jääolud võivad olla väga kiiresti muutuvad (jää võib liikuda kuni 50 kilomeetrit ööpäevas), siis on operatiivse jääteenistuse jaoks oluline, et informatsioon uueneks sageli, regulaarselt ja järjepidevalt (6–24 tunni järel).

233 EU Strategy for the Baltic Sea Region www.mkm.ee/eu-strategy-for-the-baltic-sea-region/?tpl=1120

234 Commission staff working document SEC(2009) 712/2 www.ec.europa.eu/regional_policy/sources/docoffic/official/communic/baltic/action20130222_en.doc

235 Projekt WINMOS info meeting.helcom.fi/c/document_library/get_file?p_l_id=18816&folderId=1935779&name=DLFE-51580.pdf

236 Elektrooniline kirjavahetus Ulf Gullne'ga (Rootsi Mereadministratsiooni jäämurdeteenistuse juht), juunis 2013.

237 VTA maksab tarkvaralitsentside eest iga-aastaselt 54 000 eurot, sh 34 000 eurot aastas serverilitsentsi eest VTAs ning 20 000 eurot aastas programmi litsentside eest laevadel. Intervjuu Martin Kaarjärvega (VTA talvise navigatsiooni talituse juhataja), 22. mail 2013. a.

Praeguse seisuga võtab IBNet vastu Radarsat-2 andmeid ning tagavaravariandina ka Envisat²³⁸ ja MODIS andmeid²³⁹. Seega satelliidipiltide hankimiseks süsteemi on Eestis kolm peamist varianti:

- Variant A on kasutada süsteemis tasuta kättesaadavaid MODIS ja Landsat andmeid

Praegusel hetkel kasutavad jäämurdjate kaptenid jääolude hindamiseks pisteliselt Landsat satelliidipilte, mis saadakse TTÜ MSI-st e-kirja teel. Saadud satelliidipildid trükitakse välja ja neile arvutatakse koordinaadid. Selline lahendus on EVA-316 kapteni sõnul märgatavalt parem kui jääkaardi kasutamine – viimane annab küll hinnangu, kuid otsuseid laevade ja jäämurdja tegevuse kohta selle alusel teha ei saa, kuna pole piisavalt detailne. Kaptenite töö efektiivsemaks muutmiseks oleks võimalik sisestada Landsati pildid otse IBNet süsteemi, kuid see nõuaks 100–200 tunni ulatuses geo-informaatiku ühekordset tööd ja ei toimiks pilvisel perioodil, mistõttu ei omaks antud lahendus operatiivseirele vajalikku usaldusväärsust ja järjepidevust.

- Variant B on kasutada ainult Sentinel-1a andmeid

Antud variandi rakendamise korral tuleks oodata Sentinel-1 orbiidile jõudmist, mis viimase info kohaselt võiks operatiivkasutuseks sobivaid andmeid hakata tootma kõige varem 2014./2015. a jäämurdehooajal. Sentinel-1 programmeeritakse talveperioodil Läänemere kohal jääseireks sobivaid andmeid koguma ja tema andmed on tasuta kättesaadavad nii riigiasutustele kui ettevõtetele.²⁴⁰ Soome ja Rootsi näevad Sentinel-1 andmete kasutuselevõttu võimalusena jäämurdeteenuste parendamiseks (eelkõige varuvariandina Radarsat-2 piltidele), kuid puudub konkreetne plaan Sentinel-1a andmete IBNet süsteemi integreerimiseks.^{241,242}

- Variant C on saada luba kasutada Radarsat-2 andmeid, millele lisanduksid Sentinel-1 andmed

Jäälõhkujate kaptenitele tarnitaks värsked töödeldud (georefereeritud, rannajoon ja riigipiirid lisatud) tehisavaradari pilte. Andmeallikana võiks kasutada samu Radarsat-2 pilte, mida kasutavad Soome ja Rootsi ning mis katavad tervet Läänemerd. IBNet tarkvara sellele piiranguid ei sea, kuid andmete kasutamine tuleks siiski kokku leppida FMI-ga, kes teeb ära eelneva töötluse ja kontrolli, ning samuti tuleks hankida litsents andmete kasutamiseks Eesti jäämurdjatel.²⁴³

Eeldades, et jätkuv ja intensiivistuv koostöö Soome ja Rootsi (eelkõige IBNet süsteemi arendamise ja täisfunktsionaalse kasutuselevõtu osas) on Eesti parim võimalus kaugseire rakendamiseks jääseires, on kaugseirel põhineva jääseire rakendamiseks vajalikud tegevused Eestis järgmised:

- IBNet tarkvaralitsentsi pikendamine, et intensiivistada koostööd Soome ja Rootsi; võimalusel IBNet ühine edasiarendamine projekti WINMOS raames.
- Satelliidipiltide riikliku ühisandmebaasi loomine ning sisendandmete (jääseire kontekstis just Radarsat-2 piltide) soetamine koos sobivate litsentsitingimustega (lisaks ka Sentinel-1a andmete kogumine andmekeskustest).
- Andmetöötlusprotsessi väljatöötamine (L-EST 97, radarsatelliidipildi teisendus) ja juurutamine VTA süsteemis.
- Täiendavate kaardikihtide tootmine jääpaksuse, lõhangute ning rüsi jää kohta. Võimalusel koostöö Eesti asutustega teenuse täiendavate sisendandmete hankimisel, eelkõige KAURI ja TTÜ MSI-ga ilmainfo ja jääsurutise info osas.
- IBNet tarkvara liidestamine, eesmärgiga edastada andmed tsentraalsest andmebaasist lõppkasutajale, sh ka andmevahetustarkvara paigaldamine VTA serveri ja jäämurdjate vahele.
- IBNet tarkvara koolituse läbiviimine lõppkasutajatele. Eestis on kasutusel IBNet tarkvara uusim versioon, kuid algandmete puudumise kõrval on täisfunktsionaalsuse kasutamist takistavaks teguriks just liiga vähesel määral tähelepanu pööramine süsteemi juurutamisele.
- Koostöö TTÜ MSI-ga arendustöö vallas – asutusel on olemas kompetents ja kogemus, et osaleda uute teenusekomponentide väljaarendamises.

²³⁸ Envisat missioon kuulutati ESA poolt lõppenuks 9. mail 2012. a.

²³⁹ Intervjuu Robin Berglund'iga (IBNet tarkvara arendaja VTT-s), 13. juunil 2013. a.

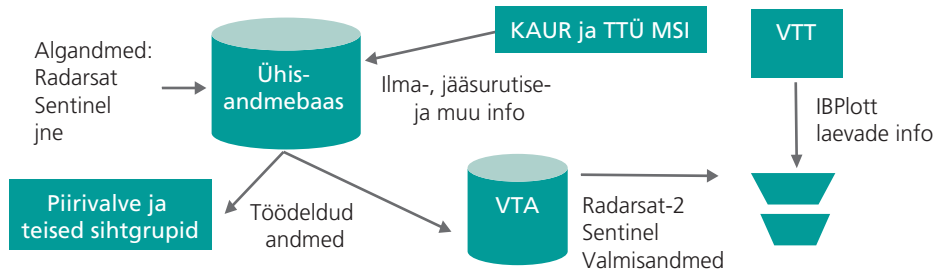
²⁴⁰ esamultimedia.esa.int/multimedia/publications/SP-1322_1

²⁴¹ Elektrooniline kirjavahetus Ulf Gullne'ga (Rootsi Mereadministratsiooni jäämurdeteenuste juht), juunis 2013. a.

²⁴² Intervjuu Robin Berglund'iga (IBNet tarkvara arendaja VTT-s), 13. juunil 2013. a.

²⁴³ Intervjuu Robin Berglund'iga (IBNet tarkvara arendaja VTT-s), 13. juunil 2013. a.

Jääseire toimimise võimalik mudel on esitatud järgmisel joonisel:



Joonis 4.3. Satelliitkaugseirel baseeruva jääseire toimimise võimalik mudel Eesti jaoks

4.2 | Satelliitkaugseirel põhineva jääseire rakendamise majanduslik mõju

4.2.1 | Jääseirest saadavad kasud ja jääseire majandusliku tasuvuse varasemad uuringud

Riiklikud jääteenistused on asutatud üldjuhul eesmärgiga toetada meretranspordi toimimist ning pelgalt sellest rakendusest tulenevad kasud on valitsuste jaoks piisavaks jääteenistuste tegevuse toetamise põhjuseks. Samas võimaldavad aga selleks konkreetseks otstarbeks loodud jääinformatsiooni tooted sageli otseselt saavutada hoopis laiemat ringi kasusid või siis nõuab viimaste saavutamiseks vaid madalaid lisakulutusi juba olemasoleva seire- ja analüüsiinfrastruktuuri modifitseerimisse. Jääinfo kasuvaldkonnad ja kasuliigid on kokku võetud Maa Kaugseire Grupi töögrupi (*GEO User Requirements and Outreach Subgroup*) poolt läbiviidud kvalitatiivses analüüsis.²⁴⁴

Tabel 4.1. Jääinformatsiooni kasutamisest tulenevate kasude liigid valdkondade lõikes

	Meretransport	Ressursside kasutamine	Looduskeskkonna seire	Regionaalareng
Risk eludele ja varale	Laevade ja avamere platvormide suurenenud turvalisus	Kalapüügi- ja avamere naftaplatvormide suurenenud turvalisus	Seireplatvormide (nt laevade) suurenenud turvalisus	Efektiivsemad üleujutuste hoiatus- ning leevendamise süsteemid
Majandustegevus	Sadamate aastaringne opereerimine	Ressursside kasutamine aladel, kus see poleks muidu võimalik	Jäämägedest ja rasketest jääoludest tuleneva õnnetus- ja reostusriski vähenemine	Suurenenud majanduslik aktiivsus Maa põhja-regioonides
Tegevuskulud	Vähenenud transpordikulud ja -aeg Jäämurdjate efektiivsem tegutsemine	Kalapüügi- ja avamere naftaplatvormide tegevuskulude vähenemine	Täpsemad ilmaennustused ilmast sõltuvatele tööstusharudele	Elamiskulude alanemine Maa põhja-regioonides
Keskkond	Merereostuste juhtumite arvu vähenemine	Avamere naftaplatvormidega seotud merereostuse vähenemine	Polaaralade ökosüsteemide ja keskkonna parem mõistmine Kliimamuutuste parem mõistmine	Inimtegevuse mõjude vähenemine
Teadmus	Laevade parem disain	Avamere naftaplatvormide parem disain Paremad ressurside kasutamise poliitika	Polaaralade keskkonna parem mõistmine Paremad keskkonnapoliitika	Paremad regionaalarengupoliitika
Elukvaliteet	–	Suurenenud majanduslik kasu tänu jätkusuutlikele ressurssidele	Kaitseb keskkonda	Võimaldab inimestel elada kus ja kuidas nad soovivad

²⁴⁴ Ice Information Services: Socio-Economic Benefits and Earth Observation Requirements
nsidc.noaa/iicwg/docs/IICWG_2007/IICWG_SE_2007_Update_Final_.pdf

Tabelis (tabel 4.1) esitatud kasutüübid on erineva tähtsusega ning enamus neist kvantitatiivselt raskesti mõõdetavad. Jääseireteenuste kõige põhjalikum kvantitatiivne tasuvusanalüüs²⁴⁵ on teostatud projekti ICEMON (*Sea ice monitoring for marine operation safety, climate research, environmental management and resource exploitation in Polar Regions*) raames. ICEMON-i projekti eesmärgiks oli töötada välja ja rakendada merejää ja atmosfääri ning ookeaniprotsesside integreeritud seireteenus, mis:

- pakuks peaaegu reaajas kõrgresolutsiooniga jääkaarte koos uute jääparameetritega (jää paksus, liikumine);
- põhineks ühtsetel andmestandarditel;
- saavutaks mastaabisäästu hangitavate algandmete osas;
- võimaldaks algoritmide ja standardite ühist arendamist.

Teenuse osutamiseks kavatseti kasutada Maa maakaugseire andmeid koos *in-situ* andmete ja modelleerimis-meetoditega²⁴⁶ – selleks planeeriti investeerida ka eraldi Polar SAR missiooni. ICEMON-i teenuste portfell koosnes mitmest peaaegu reaajas (NRT – *near real-time*) ning *offline* tootest. Peaaegu reaajas tooted olid suunatud eelkõige jäämurdeteenistustele, et parendada laevade navigeerimist, avamere toiminguid jääga kaetud piirkondades ning keskkonnaseire kvaliteeti Artikas. *Offline* tooted olid suunatud peamiselt navigeerimisega seotud riskianalüüside parendamisele, mis toob omakorda kaasa mereohutuse suurenemise. Potentsiaalsete lõppkasutajate alusel defineeriti kokku 6 erinevat turusegmenti:

- navigeerimine ning meretransport jääga kaetud piirkondades;
- avamere naftaplatvormide ja laevade disain;
- sadamad ja veeteede ametid;
- meteoroloogiateenuste turg;
- keskkonnaseire;
- kliimauuringud ning modelleerimine.

Tasuvusanalüüsi läbiviimise tulemusel selgus, et segmendiks, millele ICEMON-i väljatöötatavad teenused vaieldamatult kõige suuremat mõju avaldaks, on „navigeerimine ning meretransport jääga kaetud piirkondades“ (86% kogukasudest, millest 68% Läänemeres). Otseste kasusaajatena identifitseeriti jääga kaetud vetes opereerivad jäämurdjad, nafta- ja gaasitankerid, kauba-, kruiisi-, parv-, kala-, rannavalve- ja sõjalaevad, mille peamiseks eesmärgiks on jõuda sihtpunkti võimalikult efektiivselt, kasutades selleks kiireimat, lühimat ning turvalisimat marsruuti. Segmendile avalduvad mõjud jaotati analüüsi käigus otsesteks ja kaudseteks, millest võeti kasude arvutamisel vaatluse alla vaid esimesed.

Tabel 4.2. Navigatsiooni ja meretranspordi segmendile avalduvad otsesed ja kaudsed mõjud

	Otseselt mõõdetavad kasud	Kaudselt mõõdetavad kasud
Kasu-saajad	Laevaomanikud (jäämurdjad, naftatankerid, kauba-, kruiisi-, kala-, rannavalve- ja sõjalaevad)	Veondusettevõtted, naftakompaniid, turismiettevõtted, laiem avalikkus
Kasutüüp	Kulusääst tänu teekonna efektiivsemale planeerimisele, sh: <ul style="list-style-type: none"> ■ aja- ja kütusekulu vähenemine ■ reostusriski vähenemine Efektiivsuse kasv: <ul style="list-style-type: none"> ■ parem ülevaade jääkattest ■ kaupade ja reisijate efektiivsem transport ■ parem ülevaade kalavarudest Immateriaalsed kasud: <ul style="list-style-type: none"> ■ madalamad toormehinnad nii tootjatele kui tarbijatele ■ lühemad ooteajad soosivad laevaliikluse suurenemist ja sellega kaasnevate kasude kasvu 	Kaudsed materiaalsed kasud Kaudsed immateriaalsed kasud

Teostatud analüüsi tulemusel jõuti järeldusele, et satelliitkaugseirel põhineva jääseire kasutuselevõtuga kaasnevaks kõige suuremaks kasuks on jäistes oludes opereerivate laevade kütuse- ja ajasääst, mille väljaarvutamiseks kasutati järgmisi eeldusi:

²⁴⁵ Cost Benefit Analysis of ICEMON Service Analysis
esamultimedia.esa.int/docs/GMES/ICEMON_C2_Ph2_V2%5B1%5D.1_31_10_04.pdf

²⁴⁶ www-2.nersc.no/ICEMON/Presentations/poster_ACSYS.pdf

- ICEMON-i teenustega on võimalik tõhustada laevaliiklust 1% võrra tänu paranenud teekonna planeerimisele ning jäämurdmise vähenenud vajadusele;
- Läänemerel liikleb igal ajahetkel keskmiselt 2000 suurt laeva;
- Läänemere keskmine jääkate on 280 000 km²;
- jääkate võib esineda kuuel kuul aastas;
- jääkate esinemise ajal seilab jääga kaetud vetes igal ajahetkel hinnanguliselt 200 suurt laeva;
- keskmise suurusega kaubalaeva päevane tegevuskulu on 44 000 eurot, millest 5 000 eurot kulub kütusele;
- eeldatakse, et liiklustihedust kasvab keskmiselt 2,5% aastas.

Antud eeldusi kasutades jõuti järelduseni, et ICEMON teenusega kaasnevate kasude (kütuse- ja ajasääst) suurusks Läänemerel liikuvate laevade jaoks on 20 (aastal 2005) kuni 30 (aastal 2020) miljonit eurot aastas. Seega senisele kõige põhjalikumale jääseireteenuse tasuvusanalüüsile tuginedes võib öelda, et kõige olulisemaks operatiivse jääseireteenuse rakendamise seonduvaks otseselt mõõdetavaks kasuks on laevade aja- ja kütusesääst.

4.2.2 | Hinnangud satelliitkaugseirel põhineva jääseire rakendamise majanduslikule mõjule Eestis

Jäämurdetöödega seotud otsuste langetamisel ei saa võtta aluseks pelgalt majanduslikul analüüsil põhinevat traditsioonilist tasuvusarvestust, kuna eesmärgiks ei ole mitte kasumi teenimine, vaid hoopis laiemate, sageli kvantitatiivselt mitte-hinnatavate strateegiliste kasude saavutamine – meresõiduohutuse, merekeskkonnakaitse ning talvesadamate aastaringse avatuse tagamine. Kuna meretranspordi kulgemisega seotud kogu ettevõtete kompleks (sadamad, ekspediitorid, operaatorid, varustajad, transpordiettevõtted, sh raudtee, mitmesugused teenindajad jne) toodab ligikaudu 10%²⁴⁷ Eesti sisemajanduse koguproduktist, omab jäämurdmise valdkond Eesti majanduse ja konkurentsivõime jaoks esmajärgulist tähtsust nii eksport-import- kui transiitvedusid silmas pidades:

- **Eksport-importvedude** juures on strateegiliselt oluline just eksport, st kohalikul toorainel põhinevate kaupade jõudmine tarbijateni ka raskete jääoludega talvedel. Transiitvedudega võrreldes jaotuvad eksportveod mõneti teisiti, põhinedes enam lokaalsetel sadamatel (Pärnu, Sillamäe), millel on regionaalsele majandusarengule sageli suhteliselt suuremad mõjud.
- **Transiitvedude** liiga aeglase teenindamise korral jääb tegelik sadamaid läbiv kaubavoog väiksemaks tavapärasest, tuues kaasa majandusliku kahju kogu seotud ettevõtete klastri jaoks. 2005. a koostatud Jäämurdmise arengukavas 2006–2013 on välja toodud, et jäämurdmise katkemise korral on võimalikuks kahjuks transiidi puhul hinnatud 1,4 mld krooni (ca 90 miljonit eurot) aastas. Kuna mõju ei piirdu aga ühe aastaga, võib pikaajaline kogukahju ulatuda isegi 10 mld kroonini (ca 640 miljoni euron), sest osa kaubavoogudest võib suunduda teiste riikide sadamatesse. Kuna viimase 10 aasta jooksul pole Eestis tõeliselt raskeid jääolusid olnud, siis on tõeliselt karmide jääolude mõju Eesti merekaubanduse toimimisele keeruline hinnata²⁴⁸.

Kuna jääseirega kaasnevate kõigi mõjude (sh strateegiliste huvide) tõepärane kvantitatiivne hindamine ei ole praktikas teostatav, siis sarnaselt tasuvusanalüüsile läbiviimise üldisele praktikale on põhjendatud keskendumine piiratud hulgale (kõige olulisematele) kasuvaldkondadele, mille alusel teostatud tasuvusanalüüs alahindab tegelikult saavutatavaid kogukasusid.

VTA ei ole satelliitkaugseirel põhineva jääseire majandusliku mõju uuringuid läbi viinud,²⁴⁹ kuid operatiivse jääseirega kaasnevad peamised hinnangulisel kasud Eestis oleksid järgmised:

- Satelliitkaugseirel põhineva operatiivse jääseire kasutuselevõtu kõige olulisemaks põhjenduseks oleks potentsiaalne kütusesääst, mis võiks ulatuda isegi 30–40%-ni algtasemest.²⁵⁰ Sääst on saavutatav jäämurdjate marsruutide optimeerimise ja jäämurdmise kiiruse tõstmisega. Kütusesäästu temaatika olulisust kinnitab fakt, et 5–6 aastat tagasi otsiti kütusekulu vähendamiseks alternatiivseid võimalusi, nt töötamine madalamal võimsusel (4 peamasinast töötavad 2 või 3), optimeerimine esimese ning tagumise sõukruviga, kuid ilma märkimisväärse eduta.
- Kaubalaevade ooteaegade vähendamine – just laeva ooteaja kestus sadamasse sisse sõitmisel ja sadamast väljumisel on jäämurdmise peamiseks tulemusmõõdikuks. Näiteks Soomes on jäämurdmisel kvaliteedinõue, et keskmiselt üle 4 tunni laevad karavani kogunemiskohas ootama ei pea. Eestis analoogset indikaatorit kasutusel pole ja senised laevade keskmised ooteajad on teadmata.²⁵¹

247 www.mkm.ee/public/Eesti_j_murdmise_arengukava._L_hiversioon_20.02.06.doc

248 Intervjuu Peedu Kassiga (jäämurdja Tarmo kapten), 13. mail 2013. a.

249 Intervjuu Martin Kaarjärvega (VTA talvise navigatsiooni talituse juhataja), 22. mail 2013. a.

250 Intervjuu Peedu Kassiga (jäämurdja Tarmo kapten), 13. mail 2013. a.

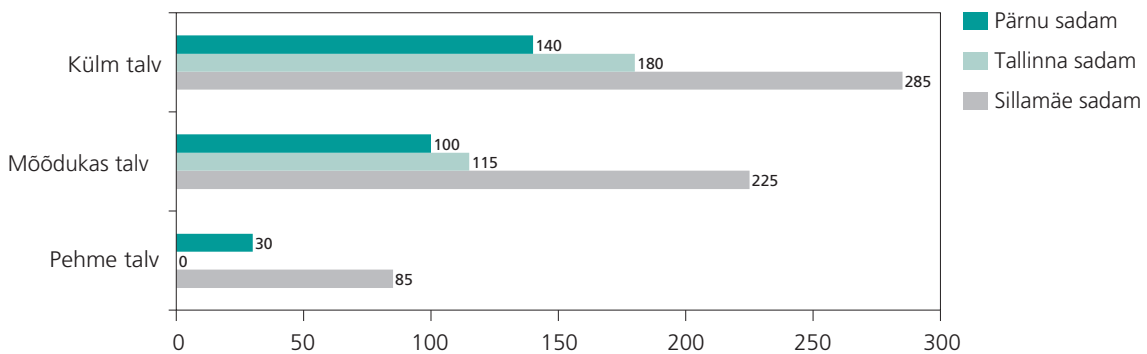
251 Carol Kirss. Magistritöö „Eesti jäämurdekontseptsioon“. Tallinna Tehnikaülikool, 2005.

1. Jäämurdjate kütusesääst

Jäämurdetööde käigus tekkiv tegelik kütusekulu kujuneb vastavalt jäämurdjate tööpäevade arvule, mis sõltub omakorda jääperioodi pikkusest ja jääoludest. Viimased on aastati erinevad – kui näiteks külma talve korral on jääpiiri kaugus Tallinna sadamast keskmiselt 180 meremiili, siis pehme talve korral laevaliiklust takistavat jääd ei tekigi, mistõttu puudub seal ka vajadus jäämurdmisteenuse järele.

Kuigi viimased 10 jäämurdmisperioodi Eestis on olnud kas pehmete (eelkõige Soome lahes) või mõõdukate (eelkõige Pärnu lahes) oludega, võib pikemate aegridade põhjal eeldada, et tulevikus on siiski oodata ka karmimate jääoludega talvesid. Viimane taoline oli 2002./2003. a jäämurdmisperioodil. Tulenevalt jääolude varieeruvusest aastate ning Eesti piirkondade lõikes on suuresti varieerunud ka jäämurdjate töökoormus ning jäämurdmisele kulunud kütusekulu:

- jäämurdja Eva-316 on viimase 5 aasta jooksul töötanud keskmiselt 3,5 kuud aastas, alates 2,5 töökuust 2008./2009. a kuni 5 töökuuni 2010./2011. a;
- jäämurdja Tarmo viimase 11 aasta keskmine tööpäevade arv on olnud 35, sh maksimaalselt 110 tööpäeva 2002./2003. a ja minimaalselt 0 tööpäeva 2008./2009. a jäämurdehooajal.



Joonis 4.4. Jääpiiri kaugus sadamatest talve erinevate liikide korral, meremiilides

Kuna Eesti jäämurdjate poolt jääseireks kasutatavate lahenduste analüüsist selgus, et Eestis operatiivset jääseiret selle kaasaegses mõistes ei kasutata, on ka realiseerimata satelliitkaugseirel põhinevast jääseirest tulenev potentsiaalne kütusesääst, muuhulgas:

- kütusesääst, mis tuleneb jäämurdjate sõidumarsruutide optimeerimisest;
- kütusesääst, mis tuleneb võimalusest juhendada satelliidiandmete põhjal laevu läbi jääväljade ilma, et jäämurdja peaks ise kohale sõitma.

Tabel 4.3. Jäämurdmisele kulunud kütusekulu (VTA andmed)

	2002/2003	2008/2009	2009/2010	2010/2011	2011/2012	2012/2013
Talve tüüp	Külm	Pehme	Pärnu lahes mõõdukas, Soome lahes pehme	Mõõdukas	Pärnu lahes mõõdukas, Soome lahes pehme	Pärnu lahes mõõdukas, Soome lahes pehme
Kütusekulu (€)	8 200 000	170 000	900 000	2 400 000	1 100 000	1 000 000
Kütusekulu (l)	ca 9 000 000*	61 000	1 438 000	2 800 000	1 132 000	1 161 000
Tarmo		13 000	300 000	1 600 000	190 000	90 000
Eva-316		48 000	738 000	500 000	242 000	410 000
Botnica	x	x	x	x	x	661 000
Vidar Viking	x	x	x	x	633 000	x
Muud			400 000	700 000	67 000	x

*2002/2003 kütusekulu on arvestatud praegustes hindades

Potentsiaalse kütusesäästu suurust määravateks kõige olulisemateks teguriteks on:

- **Saavutatava efektiivsuse kasvu määr.** Hinnangud satelliitkaugseire kasutamisest tulenevale kütusekulu vähenemise ulatusele on erinevad: Rootsi Mereadministratsiooni jäämurdeteenistuse uuringute järgi on mõju kütusekulu vähenemisele²⁵² 10–15%, Tarmo kapteni²⁵³ hinnangul võib see ulatuda 30–40%-ni ning erinevates Copernicus²⁵⁴ programmi dokumentides on võimaliku säästumäärana välja toodud isegi kuni 50%. Kuna ühtegi avalikult kättesaadavat põhjalikumat uuringut efektiivsuse suurenemise kohta ei ole ning saavutatav efektiivsuse tõus sõltub paljudest faktoritest, on alljärgnevalt tasuvuse arutamisel kasutatud kolme erinevat stsenaariumi – 10%, 20% ja 30% efektiivsuse saavutamine.
- **Kuluva kütuse kogus.** Lühiajalises plaanis sõltub kütusekulu eelkõige talve tüübist (järgnevates kalkulasioonides on aluseks võetud viimaste aastate kogemus). Pikaajalises plaanis on oluliseks teguriks ka täiendavate jäämurdjate soetamine, mis kütuse kogukulu suure tõenäosusega tõstab, kuid sellega järgnevates kalkulasioonides arvestatud ei ole.
- **Kütuse hind.** 2012./2013. a jäämurddehooajal oli jäämurdjates kasutatava kütuse hinnaks 0,8–0,9 eurot liitri kohta, sõltudes suuresti börsi hetkehinnast. Kuna VTA kasutab jäämurdjatel erimärgistusega kütust, mis alates 1. jaanuarist 2014 kaob, siis tõuseb kütuse hind alates 2014. aasta algusest 28 senti võrra ning võib ulatuda kuni 1,2 euroni liitri kohta. Järgnevates kalkulasioonides ongi kütuse hinnana kasutatud suurust 1,2 eurot liitri kohta.

Toodud eelduste põhjal arvatud potentsiaalse kütusesäästu saavutamise erinevad stsenaariumid on esitatud järgmises tabelis:

Tabel 4.4. Satelliitkaugseirel põhineva jääseire rakendamise tulenev potentsiaalne kütusesääst erinevate stsenaariumide korral

Talve tüüp	Kütuse kogus (l)	Kütuse hind (€/l)	Kütusesääst (€)		
			10%	20%	30%
Pärnu lahes mõõdukas, Soome lahes pehme (2011/2012)	1 150 000	1,2	138 000	276 000	414 000
Mõõdukas (2010/2011)	2 800 000	1,2	336 000	672 000	1 008 000
Külm (2002/2003)	ca 9 000 000	1,2	1 080 000	2 160 000	3 240 000

2. Kaubalaevade ooteaegade vähenemine

Operatiivse jääseire kasutamine jäämurdjatel (jäämurdjate marsruutide optimeerimiseks ja kaubalaevade juhendamiseks) toob kaasa otsesed kasud ka kaubalaevade jaoks. Neist üheks kõige olulisemaks on kaubalaevade kütuse- ja ajasääst (ka projekti ICEMON kõige olulisem mõju-tüüp), mille määra kujunemise kõige olulisemateks teguriteks on:

- **Kaubalaeva opereerimise maksumus.** Jääseirest tulenevaid majanduslikke kasusid on analüüsitud mitmetes uuringutes. Mõningatel andmetel võib jääolude (liikumine, kontsentratsioon, paksus) kohta käiva infoga kaasnev transpordiaja alanemine tuua kasu kuni 2000 eurot laeva kohta ööpäevas²⁵⁵. ICEMON uuringus kasutati laevadele avalduvate mõjude arutamisel eeldust, et keskmise suurusega kaubalaeva päevane tegevuskulu on 44 000 eurot, millest 5 000 eurot kulub kütusele. Alljärgnevalt on kasutatud pigem konservatiivset eeldust, et ooteaja vähenemise ja opereerimise maksumuse kombinatsioonist tulenev ajasääst väärtus jääb vahemikku 1000–3000 eurot laeva kohta.
- **Laevade ooteaeg.** Laevade ooteaeg oleneb talve tüübist ja sellest sõltub ka laevade konvoeerimise distants. Mida pikem on konvoeerimise distants, seda pikem on ka ooteaeg. 2010./2011. a varieerus ooteaeg 8 tunnist kuni 1 ööpäevani, 2011./2012. a. Soome lahel ooteaega praktiliselt ei olnud, Pärnu lahel varieerus ooteaeg 4–12 tunni vahel. Raskel talvel, nt 2002./2003. a, on Soome lahel laevade ooteaeg olnud periooditi ka kuni 2 ööpäeva. Kuna täpset hinnangut ooteaja vähenemisele on keeruline anda, siis on kalkulasioonides vaadeldud kolme erinevat stsenaariumi – ooteaja vähenemine 1, 2 ja 3 tunni võrra.
- **Teenindatud laevade arv.** Eesti jäämurdjate poolt teenindatud laevade arv on esitatud järgmises tabelis:

252 Elektrooniline kirjavahetus Ulf Gullne'ga (Rootsi Mereadministratsiooni jäämurdeteenistuse juht), juunis 2013. a.

253 Intervjuu Peedu Kassiga (jäämurdja Tarmo kapten), 13. mail 2013. a.

254 esamultimedia.esa.int/docs/EarthObservation/GMES_brief_Sealce_Issue5_June2011.pdf

255 esamultimedia.esa.int/docs/EarthObservation/GMES_brief_Sealce_Issue5_June2011.pdf

Tabel 4.5. Eesti jäämurdjate poolt teenindatud laevad (VTA andmed)

	2005/2006	2006/2007	2007/2008	2008/2009	2009/2010	2010/2011	2011/2012
Soome laht	63	4	-	-	47	400	42
Pärnu laht	140	76	27	26	172	123	71

Toodud eelduste põhjal arvatatud potentsiaalsete kasude suurus erinevate stsenaariumide korral on esitatud järgmises tabelis (tabel 4.6). Tabelist nähtub, et ka suhteliselt konservatiivseid eeldusi kasutades võivad kolmandatele osapooltele avalduvad kaudsed kasud otseste kasudega (jäämurdjate kütusesääst) sama suured või isegi suuremad olla.

Tabel 4.6. Satelliitkaugseirel põhineva jääseire rakendamise tulenev potentsiaalne kasu kaubalaevade erinevate stsenaariumide korral

Talve tüüp	Teenindatud laevade arv	Hinnanguline sääst (€/h)	Ooteaja vähenemisest tulenev sääst (€)		
			1 h	2 h	3 h
Pehme talv (nt 2007/2008)	27	1000	27 000	54 000	81 000
Mõõdukas talv Pärnu lahel, pehme talv Soome lahel (nt 2011/2012)	113	1000	113 000	226 000	339 000
Mõõdukas talv (nt 2010/2011)	523	1000	523 000	1 046 000	1 569 000

Kuigi viimase aastakümne jooksul pole Eestis raskeid jääolusid olnud ja puudub ettekujutus, mis juhtub karmide jääolude korral Eesti merekaubandusega, võib sadamate külustusstatistika põhjal eeldada, et rasketee jääolude korral on potentsiaalne mõju võrreldes mõõdukate jääoludega vähemalt kahekordne:

**Joonis 4.5. Laevaliiklus sadamate kaudu, I kvartal (vedellastilaevad, puitlastilaevad, konteinerilaevad, segalastilaevad)**

3. Vajalikud investeeringud

Investeeringuvajaduse selgitamisel on eeldatud, et luuakse riiklik satelliidipiltide andmekogu infrastruktuur (ptk 3), mis on vajalik andmevahetuse tagamiseks. Operatiivse jääseire rakendamiseks vajalike investeeringute hinnanguline maht on esitatud järgmises tabelis:

Tabel 4.7. Hinnang operatiivse jääseire rakendamiseks vajalike investeeringute ulatusele

Kulu	Kulu hinnanguline suurusjärk (€)
Ühekordne	170 000
Kokkulepete sõlmimine andmetarnijatega	20 000
Andmetöötlusprotsessi väljatöötamine ja juurutamine (liidestamine ja andmete edastamine)	25 000
Andmevahetustarkvara paigaldamine	15 000
Satelliidiandmete töötlusprotsess	100 000
IBNet tarkvara koolitus	10 000
Iga-aastane	
Radarsat-2 andmete iga-aastane soetamine ja Sentinel-1 andmetega seotud võimalik andmesidekulu ²⁵⁶	30 000–60 000

4. Hinnang operatiivse jääseire tasuvusele

Arvestades operatiivse jääseire rakendamiseks vajalike investeeringute hinnangulist suurust (alginvesteering 170 000 eurot²⁵⁷, millele lisandub iga-aastane kulu kuni 100 000 eurot), on investeeringu teostamine majanduslikult kindlasti põhjendatud juba juhul, kui kõik Eesti talved oleksid pikaajalises plaanis „keskmised“ (mõõdukas talv Pärnu lahel, pehme talv Soome lahel) ning saavutatav kütusekulu vähenemine ulatuks 20%-ni (276 000 euron). Kuna aga Eestis esineb ka mõõdukaid (nt 2010./2011. a) ja külmasid talvesid (nt 2002./2003. a), mil jäämurdmise ressursid muutub eriti nõutuks ning kütusekulu tõuseb kordades, siis võib osutada, et nt 20% kütusesäästu korral tasub kogu investeering ennast kordades ära ka vaid ühe külma talve jooksul (nt 2002./2003. aasta talvega sarnasel talvel ulatuks 20% kütusesääst 2 160 000 euron).

Seega võib teostatud kalkulatsioonide põhjal öelda, et operatiivsesse jääseiresse tehtavad investeeringud on igal juhul põhjendatavad ka vaid pelgalt jäämurdjate poolt saavutatava kütusesäästuga, arvestamata teiste oluliste (kaudsete) mõjudega (laevade kulusääst, positiivne mõju transpordisektori osalistele jne). Kuigi teostatud riskianalüüsi käigus selgus, et operatiivse jääseire rakendamise seotud suurimaks ebamäärasuseks ja tasuvust kõige rohkem mõjutavaks teguriks on jääseirega saavutatava efektiivsuse tõusu määr, annaks nt külma talve korral märkimisväärse rahalise kokkuhoiu juba ka vaid konservatiivne 5 protsendine kütusesääst (540 000 eurot).

4.3 Kokkuvõte

Maailmas on kokku vaid 19 riiki, millel on olemas riiklikud jääteenistused. Neist ühtedeks eesrindlikemateks ja jäämurdmise mastaapide ning jääolude poolest Eestiga võrreldavateks on Soome ja Rootsi, mille jäämurdmise süsteemide üheks keskseks komponendiks on alates 1996. aastast kasutatav IBNet tarkvara, mis pakub jäämurdjate kaptenitele operatiivset infot jää seisundi kohta, kasutades selleks sisendina satelliidipiltide (Radarsat-2; võimalusel ka Sentinel-1), ilma- ja jääprognoose, samuti infot laevaliikluse kohta reaajajas.

Kuigi VTA on omandanud IBNet tarkvara litsentsid kasutamiseks ka Eestis, ei ole jäämurdjate kaptenitel ligipääsu pidevalt uuenevatele satelliidiandmetele, mistõttu jäämurdjate kaptenid IBNet tarkvara operatiivsete otsuste tegemiseks kasutada ei saa. Selle tulemusena teevad Eesti jäämurdjate kaptenid oma otsused endiselt varasema kogemuse, visuaalse vaatluse ning mitte-operatiivse jääinfo (Tartu Observatooriumi ilmakaart, Soome ja Rootsi jääkaardid) põhjal. Selle tulemusena jääb aga realiseerimata potentsiaalne kulude kokkuhoiu. Kuigi IBNet süsteemi kohta tasuvusanalüüse teostatud ei ole, näitab Soome ja Rootsi kogemus, et jää satelliitkaugseire kasutamise kaasaegsed kasud on seotud peamiselt jäämurdjate töö optimaalsema korralduse ning kütusekulu vähenemisega. Rootsi Mereadministratsiooni jäämurdteenistuse uuringute järgi aitab satelliitkaugseire kasutamine jääseireks vähendada kütusekulu 10–15%, jäämurdja Tarmo kapteni hinnangul võib see ulatuda 30–40%-ni ning erinevates Copernicuse programmi dokumentides on potentsiaalse säästu suurusena välja toodud isegi kuni 50%.

²⁵⁶ Kulu täpne suurus on hetkel teadmata.

²⁵⁷ Ilma tsentraalse satelliidipiltide andmebaasi loomiseks kuluvate investeeringuteta.

Tulenevalt juba tehtud investeeringutest ning jätkuvast lõimumisest Soome ja Rootsi jäämurdesüsteemidega seisneb peamine võimalus satelliitkaugseire rakendamiseks Eestis eelkõige IBNet süsteemi intensiivsemas kasutamises ja selle erinevate võimaluste täielikus rakendamises, milleks tuleks hankida IBNet tarkvarasse pidevalt uuenevad tehisavaradarite (Radarsat-2, Sentinel-1) pildid.

Skandinaavia riikide kogemuse ja esialgsete tasuvusarvutuste põhjal on **operatiivse jääseire arendamine lühikese tasuvusajaga investeering**. Arvestades operatiivse jääseire rakendamiseks vajalike investeeringute hinnangulist suurust Eestis (alginvesteering 170 000 eurot, millele lisandub iga-aastane kulu 30 000–60 000 eurot), oleks investeeringu teostamine majanduslikult kindlasti põhjendatud juba juhul, kui kõik Eesti talved oleksid pikaajalises plaanis „keskmised“ (mõõdukas talv Pärnu lahel, pehme talv Soome lahel) ning saavutatav kütusekulu vähenemine ulatuks 20%-ni (276 000 euronit). Kuna aga Eestis esineb ka mõõdukaid (nt 2010./2011. a) ja külmasid talvesid (nt 2002./2003. a), mil jäämurdmise ressurss muutub eriti nõutuks ning kütusekulu tõuseb kordades, siis võib osutada, et nt 20% kütusesäästu korral tasub kogu investeering ennast kordades ära juba ühe külma talve jooksul (nt 2002./2003. a aasta talvega sarnasel talvel ulatuks 20% kütusesääst 2 160 000 euronit ning ka vaid 5% kütusesääst 540 000 euronit). Lisaks näitab hinnang kauba-laevade poolt potentsiaalselt saavutatavale kulusäästule (mõõdukal talvel suurusjärgus 0,5–1,5 miljonit eurot), et operatiivse jääseire rakendamisest tulenevad kolmandatele osapooltele avalduvad kaudsed kasud võivad olla isegi suuremad kui otsesed kasud riigile jäämurdjate kütusekulu kokkuhoiu näol.

Operatiivse jääseirega seotud potentsiaali võimalikult kiireks realiseerimiseks tuleks juba 2013./2014. a jäämurdehooajaks **luua ajutise lahendusena Landsat satelliidipiltide tarneahel**, millega tagatakse pilvevaba ilma korral jäämurdjate kaptenitele satelliidipilt IBNet tarkvaras. Tehisavaradari piltide (Radarsat-2 ja/või Sentinel) hankimiseks IBNet süsteemi on kaks võimalust – kas hankida need soomlastelt või luua Eestis kohalik satelliidiandmete töötlemise taristu. **Parima lahenduse leidmiseks tuleks võtta hinnapakumised mõlema variandi kohta ning hinnata satelliidiandmete riskkasutusest tulenevat potentsiaalset kasu** (maanteede lumeseire, siseveekogude jäätumine, jne). Kuigi piltide soetamine IBNet süsteemi koos Rootsi ja Soomega oleks teoreetiliselt võimalik, ei toetaks taoline lahendus Eesti riikliku satelliidipiltide andmebaasi loomist ja operatiivse kaugseireinfo laiemat jagamist (piirivalvele, kaitsevæele, looduskaitsjatele jne). Samal põhjusel tuleks ka satelliidipiltide töötlus ära teha Eestis, mis oleks suure tõenäosusega rahaliseltki soodsam. Satelliitkaugseirel põhineva jääseire võimalikult kiireks ja efektiivseks rakendamiseks tuleks **koostada konkreetne tegevusplaan ning määrata selle teostamiseks kindlad finantseerimisallikad**.

5 | Kosmosetehnoloogiate rakendused täppisviljeluses

5.1 | Kosmosetehnoloogiate rakendamise tehnilised võimalused ja majanduslik mõju

Täppisviljelus (ing. k. *Precision Farming*) on terviklik ja süsteemne lähenemine põllu omaduste ruumilise ja ajalise varieeruvusega seotud juhtimisotsuste tegemisele eesmärgiga vähendada kulusid, optimeerida saagikust ja saagi kvaliteeti ning vähendada negatiivseid keskkonnamõjusid.²⁵⁸

Täppisviljelus on viimase paarikümne aasta jooksul levinud tänu mitmete satelliitnavigatsioonil ja geoinfol põhinevate tehnoloogiate arengule. Täppisviljeluse rakendustes kasutatakse rohkelt kaasaegset infotehnoloogiat, nii riist- kui tarkvara (sensoorika, kontrollid ja aktuaatorid, kaugseirevahendid, kasutajaliidesed), mis koos toimides võimaldavad kõrge täpsusega kasvukohapõhist lähenemist, muutes nii põllumajandusliku tootmise keskkonnasõbralikumaks ja odavamaks.

5.1.1 | Satelliitpositsioneerimise rakendamise tehnilised võimalused

Satelliitpositsioneerimine on esmane ja olulisim täppisviljeluse tehnoloogiatest. Käesoleva uuringu kontekstis keskendutakse eeskätt rakendustele põllumajandusliku tootmise efektiivsuse tõstmiseks, kuigi praktilist kasutust leiab Eestis ka GPS-põhine varade jälgimine Trigon Agri AS tsentraliseeritud transpordi- ja agrotehnika jälgimiskeskuse näitel.²⁵⁹

Põllumajandussektoris kasutatavate satelliitpositsioneerimise tehnoloogiate täpsusklassid algavad üldjuhul ± 2 cm (plaaniline täpsus). Positsioneerimistehnoloogia valik sõltub lõppkasutaja vajadustest ning rahalistest võimalustest, mis omakorda on seotud tehnoloogia rakendamisest saadava oodatava kasuga. Satelliitpositsioneerimise tehnoloogia maksumus – investeeringu- ja eksploatatsioonikulu – on otseses sõltuvas täpsusklassist.

Asukohamäärangu täpsuse määramiseks kasutatakse kahte erinevat näitajat:

- töökäikudevaheline korduvus (*Pass-to-Pass Accuracy*) – asukohamäärangu korduvus lühikese ajaperioodi (15 minuti) vältel;
- hooegadevaheline korduvus (*Year-to-Year Accuracy*) – asukohamäärangu täpsus ükskõik millise ajaperioodi järel 95% ajast.

Reeglina antakse GPS vastuvõtjate täpsused töökäikudevahelise korduvusega arvestusega 95% ajast (*Circular Error Probable, CEP*) 15 minuti vältel.

Erinevate allikate põhjal saab anda ligikaudsed täpsusklassid, mis on vajalikud erinevate põllutööde tegemisel:

- põllu asukoha määramine, kivide, mullaproovikohtade märkimine (täpsusklass: 1–3 m);
- väetisekülv (täpsusklass: < 1 m) – väetisekülv on üks põhilistest operatsioonidest GPS rakendamisel. Lähtuvalt ketaslaoturite tööpõhimõttest toimub väetisekülv ülekattega agregaadiga poole töölaia ulatuses, mistõttu pole väikene juhtimisviga väetisekülvil kriitilise tähtsusega;
- pritsimine ja pritsisektsioonide lülitamine (täpsusklass: < 0,3 m);
- paralleelsõiduseadme kasutamine (täpsusklass: < 0,3 m) – nõutav täpsus on seotud juhi füüsilise juhtimistäpsusega;
- automaatroolisüsteemi kasutamine, agregaadiga roolimine (täpsusklass: < 15 cm);
- külv (täpsusklass: < 15 cm) – automaatroolisüsteemiga tehakse suurt juhtimistäpsust vajavaid töid, seega peab automaatroolisüsteem kindlustama külvirea täpsuse;
- reasharimine (täpsusklass: < 15 cm);
- külviridadevaheline (*inter-row*) tehnoloogia (täpsusklass: < 5 cm) – juhtimisviga peab jääma suurusjärku ¼ taimerea vahest.

258 Reichardt, M; Jürgens, C (2009); Adoption and future perspective of precision farming in Germany: results of several surveys among different agricultural target groups; *Precision Agric* 10:73–94

259 Rahumägi, R (2012), GIS vahendite rakendamine põllumaade kaardistamisel ja kontrollimisel; ettekane ESRI päevad 2012; vimeo.com/42269110

Ülaltoodust järeldub, et paranduseta GPS signaali täpsus võimaldab põllumajanduses vaid väga piiratud tootlikkuse kasvu andvaid rakendusi, mistõttu kasutatakse parandussignaale (nt DGPS). Teistest põllumajandussektoris levinud parandussignaali tehnikatest võib välja tuua:

- RTK (*Real Time Kinematic*), mida kutsutakse ka CPGPS (*Carrier-Phase Enhancement*), mis põhineb kandevlaine faasi mõõtmistel, mitte signaaliga edastatava info võrdlemisel (DGPS). RTK süsteemid koosnevad ühest tugijaamast ja liikuvatest vastuvõtjatest. Võimalik on kasutada individuaalset tugijaama, kuid selle lähenemise puuduseks on tööpiirkonna väike ulatus (10–15 km). Teise võimalusena saab kasutada RTK püsivõrkude teenust, mille korral on püsijaamade soovituslikuks vahekauguseks 60–80 km. RTK parand saadetakse liikuvasse, reaalsajas mõõtmise võimaldavas vastuvõtjasse peamiselt GPRS-ga²⁶⁰.
- SBAS (nt EGNOS, millega täpsustatakse GPS või Galileo asukohainfot).

Tabel 5.1. (D)GPS parandite täpsused

Parandussignaali tüüp	Töökäikudevaheline	Hooaegadevaheline
Paranduseta GPS	± 1–3 m	~ 15 m
EGNOS	± 15–30 cm	~ 75 cm
Omnistar® VBS	± 15–20 cm	< 1 m
Omnistar® XP	± 5–10 cm	10 cm
Omnistar® G2	± 2–5 cm	<10 cm
StarFire™ SF1	± 25 cm	75 cm
StarFire™ SF2	± 10 cm	± 25 cm
StarFire™ SF3	± 2,5 cm	2,5 cm
RTK	± 1–2 cm	± 2 cm (suureneb kauguse suurenedes tugimajakast)
RTK NTRIP	± 1–2 cm	± 2 cm
RTX	± 4 cm	± 4 cm

Allikas: teenusepakujate koduleheküljed, edasimüüjate andmed

Tabel 5.2. Põllumajandussektoris kasutatavate satelliitpositsioneerimise tehnoloogiate orienteeruvad maksumused

GPS liik	Vahemik, eurodes
Miniatuurvastuvõtja, 1Hz ²⁶¹	50–200
Miniatuurvastuvõtja, EGNOS & nHz	1000–400
GPS EGNOS	1000–2500
GPS XP, HP, G2	3200–5200
lisandub aastatasu	900–1300
GPS RTK NTRIP	5000–7000
lisandub võrgutasu ja andmeside (GPRS)	~ 1300
GPS RTK	12 000–16 000
GLONASS	1500–2500

Allikas: seadmetootjate ja edasimüüjate hinnakirjad

²⁶⁰ Kasutaja seade on ühendatud mobiiltelefoniga, internet tekitatakse GPRS-ühenduse abil. GPS pöördub baasjaama poole IP-aadressi järgi ja andmed hakkavad liikuma interneti vahendusel.

²⁶¹ Hertsides (Hz) mõõdetud asukoha ajakohastamise sagedus näitab mitu korda sekundis edastab GPS vastuvõtja oma asukohasignaali. Kaks kõige levinumat asukoha ajakohastamise sagedust on 1 Hz ja 5 Hz. Asukoha ajakohastamise sagedus on oluline sõidutäpsuse jälgimisel, kuna vastuvõtja on pidevas liikumises.

Täppispõllumajanduslahenduste kasutamisega seotud kulud asukohamäärangute erinevate täpsusklasside juures (vt tabel 5.2) koosnevad käesoleva uuringu raames läbi viidud intervjuude käigus kogutud info kohaselt peamiselt vastuvõtja maksumusest ja signaaliparandi litsentsitasust. Lisaväärtusteenuste – lõppkasutajate nõustamine, infotehnoloogiline nõustamine (sh vastuvõtja tarkvara uuendamine, mälu perioodiline puhastamine, integratsioon teiste täppisviljeluse seadmetega, nt traktorile oleva konsooliga), seadmete regulaarne hooldus – turgu pole veel Eestis välja arenenud ja sedalaadi muutuvkulude osakaal satelliitpositsioneerimise tehnoloogiate kasutamisega seotud kuludes on minimaalne.

5.1.2 | Satelliitkaugseire rakendamise tehnilised võimalused

Tänapäevastes täppisviljeluse süsteemides kogutakse haritava maa ja kasvatatavate põllukultuuride kohta andmeid regulaarselt pikema aja vältel. Andmete analüüsimisel saadakse infot põllukultuuride kasvutingimuste ruumilise varieeruvuse kohta, mille alusel planeeritakse asukohapõhiselt kasvuprotsessi sekkumist – väetamist, taimekaitsevahendite kasutamist, kahjurite tõrjet, niiskusežiimi kohandamist. Kasvukohapõhise lähenemisega tagatakse tootmissisendite optimaalsem kasutus.

Põllu piires võib saagikus erineda üle kahe korra, kuid praktilises tootmises toimub väetamine kogu põllu ulatuses enamasti selle keskmise näitajate alusel.²⁶² Osa väetist võib jääda taimede poolt omastamata ja sattuda põlde ümbritsevasse keskkonda, samas kui osa taimi ei saa toitaineid piisavas koguses kätte.

Kasvukohapõhist lämmastiku andmist toetavad mitmed tegurid:

- haritava maa lämmastiksisaldus põldudel varieerub;
- lämmastiku andmise tõhustamisega kasvukohapõhiselt on võimalik vähendada põllumajandustootja tegevuskulusid ning parandada vilja saagikust ning proteiinisaldust.

Tänapäevaste tehnoloogiatega saab tuvastada haritava maa lämmastiksisalduse erinevusi, nt sidudes pinnaseproovide andmed asukohainfoga, luues mullakaarte otsustamise abivahendina. Samas on saagikuse optimeerimine lämmastiku andmise normide varieerimisega väga keeruline protsess.

Kasvukohapõhine umbrohutõrje annab ülevaate umbrohu levikust, tuvastab seonduvad kahjud ning määratleb alad kemikaalidega pritsimiseks. Senised uuringud kasvukohapõhise umbrohutõrje kohta on andnud paljulubavaid tulemusi,²⁶³ kuigi erinevate umbrohuliikide automaatne tuvastamine on keeruline, seda eriti umbrohu ning põllukultuuride erinevate arenguetappide puhul, võttes arvesse vajadust hoida info hankimise kulud kontrolli all.²⁶⁴

Kasvukohapõhine lupjamine on üks lihtsamatest täppisviljeluse strateegiatest. Liigne lupjamine tõstab maa-pinna pH soovimatule tasemele, mis võib põhjustada tõsiseid probleeme.²⁶⁵ Kasvukohapõhine lupjamine nõuab erinevaid rakendamise samme ning spetsiifiliste seadmete kasutamist. Esimeseks sammuks on pH määramine mullaproovidest.

Põllutööde läbiviimine muutuva normiga (*Variable Rate Technology*, VRT) eeldab seega mitme tehnoloogia kombineerimist – satelliitpositsioneerimine asukoha määramiseks, mitmesugune geoinfo (saagikus- ja mulla-kaardid jms) otsuste tegemiseks vajalike lisaandmete sidumiseks asukohaga ning kontrollid masinagregaatide juhtimiseks. Muutuja normiga tehnoloogiate rakendamise väljundiks on sisendandmete töötlemisel saadud töökaartide alusel põllutööde teostamine. Muutuja normiga tehnoloogiate rakendamiseks on vaja (pikaajaliselt) koguda mitmesuguseid sisendandmeid, nt:

- koguda saagiskaarte, mis võimaldavad saada ülevaate põllu saagikuse dünaamikast. Kuna saagikust piiravatest teguritest on olulisel kohal vesi, siis niiske või kuiva aasta andmete kasutamine võib anda põllust ebaobjektiivse ülevaate. Kvaliteetsete otsuste tegemiseks peaks koguma andmeid aastate vältel, soovitatavalt mitte alla 3 aasta, võttes saagiskaartide interpreteerimisel arvesse mitmesuguseid tegureid (loomade tekitatud kahjustused, veekahjustused, drenaaživead).
- koguda ja analüüsida mullaproove, määraes pH, niiskusesisalduse, elektrijuhtivuse, EC, EMC, tihendatuse, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Mn, mitmesugused N vormid, orgaanilise C.
- koguda ja analüüsida infot vahetu kontaktita ehk kaugseireinfot, sh satelliidipiltidelt.

²⁶² Kuht, J; Tõrra, T; Makke, A; Kilgi, J; Kutti, J (2012), Suviniisu väetamine lähutvalt kasvukoha taimetoitainete sisaldusest; agrt.emu.ee/pdf/2012_2_kuht.pdf

²⁶³ Timmermann, C., Gerhards, R., Krohmann, P., Kühbauch, W. (2003). The economic impact of sitespecific weed control. *Precision Agriculture*, 4, 249–260.

²⁶⁴ Swinton, S (2005) Economics of site-specific weed management. *Weed Science*: March 2005, Vol. 53, No. 2, pp 259–263.

²⁶⁵ Smith, T. (2010). Some thoughts about soil pH, fertilizers and lime. Washington State University. county.wsu.edu/chelan-douglas/agriculture/treefruit/Pages/Lime.aspx.

Kaugseirel toimub sisuliselt objekti (põllu) pildistamine erinevas spektriosas – peamiselt nähtava valguse (0,4–0,7 µm), infrapuna (*Infrared, IR*, 0,7–100 µm), lähi-infrapuna (*near infrared, NIR*; 0,7–0,8 µm) lainelas – võttes aluseks, et maapinna või taimkatte erinevused põhjustavad peegeldumistegurite erinevusi.²⁶⁶ Tabelis (tabel 5.3) on välja toodud erinevate seireviiside eelised ja puudused.

Tabel 5.3. Erinevate seireviiside võrdlus

Satelliidifotod	Aerofotod	Mittekontakt – andurid (lähiseire) ²⁶⁷
Tootlikkus		
Väga suur tootlikkus kaetava maapinna osas	Suur tootlikkus, sõltuvalt kõrgusest võib olla vajalik mõnekordne ülelend	Väike tootlikkus, anduri “tööjalg” on väike, põld tuleb läbida rida-realt
Kasutatavus		
Teenus tuleb tellida pikalt ette, teatud juhtudel (väikesed tellimused) probleemid piltide kättesaadavusega	Teenus tuleb tellida, kui võrd teenusepakkuja võib olla kohalik (sh Maa-amet),	Ise andurit omades võib seiret teostada igal ajal
Ülesvõte sõltub teatud lainelas ilmastikust, nt vajalik päikesevalgus ja pilvitus	Ülesvõte sõltub ilmastikust: vajalik päikesevalgus, pilved võivad segada	Pilved üldiselt ei sega. Oma valgusallikaga andur töötab igasuguse ilmaga, ka öösel.
Töötlemine		
Tulemused tuleb “kalibreerida” maapealse baasmõõtmisega (sh atmosfääri omaduste muutumise tõttu)		Tulemused on vahetult kasutatavad
Saadakse informatsioon tõlgendamiseks, mille jaoks on vaja spetsiifilisi lisateadmisi (tellitavad nt teadus- ja arendusametustelt) Tulemused tuleb siduda koordinaatidega		Võimalik on agregandi juhtimine (mõõtmistulemuste reageerimine) vahetult ilma täiendavate eriteadmiste kasutamata
Maksumus		
Võib olla odavam aerofotodest (nt pinnaühiku kohta), sõltub kanalite arvust	Hind sõltub kasutatud tehnoloogiast, teenuse eest tuleb tasuda igakordselt	Andur on ühekordne investeering. Edasine kasutamine on tasuta, mistõttu pole piiratud mõõtmiste arv

5.1.3 | Satelliitpositsioneerimise tehnoloogiate levik Euroopa põllumajandussektoris

GSA poolt publitseeritud *Global Satellite Navigation System (GNSS) Market Report 2012*²⁶⁸ annab ülevaate satelliitpositsioneerimise tehnoloogiate levikust erinevates sektorites. Raport hindab põllumajandussektorile suunatud satelliitpositsioneerimise seadmete (vastuvõtjad jms) turu keskmiseks kasumääraks perioodil 2010–2020 ligikaudu 16% aastas. Oodatav kasumäär on ühtlaselt kõrge kõigil olulisematel geograafilistel sihtturgudel.

Mõned trendid, mis nimetatud turusegmendi arengut tagant tõukavad:

- Euroopa põllumajandusettevõtete keskmise suuruse kasv²⁶⁹ ning satelliitnavigatsiooniseadmete odavnemine²⁷⁰ on tinginud selle, et järjest rohkem põllumehi investeerib täppispõllumajanduse lahendustesse. Satelliitnavigatsiooni kasutamine võib viia märkimisväärse kulusäästuni juba keskmise suurusega põllumajandusettevõttes.
- Satelliitnavigatsiooni rakenduste turu edasist arengut Lääne-Euroopas soodustavad lähiaastatel põllumajandustootjate koondumine, ostujõu suurenemine ja tööjõu nappus põllumajanduses.

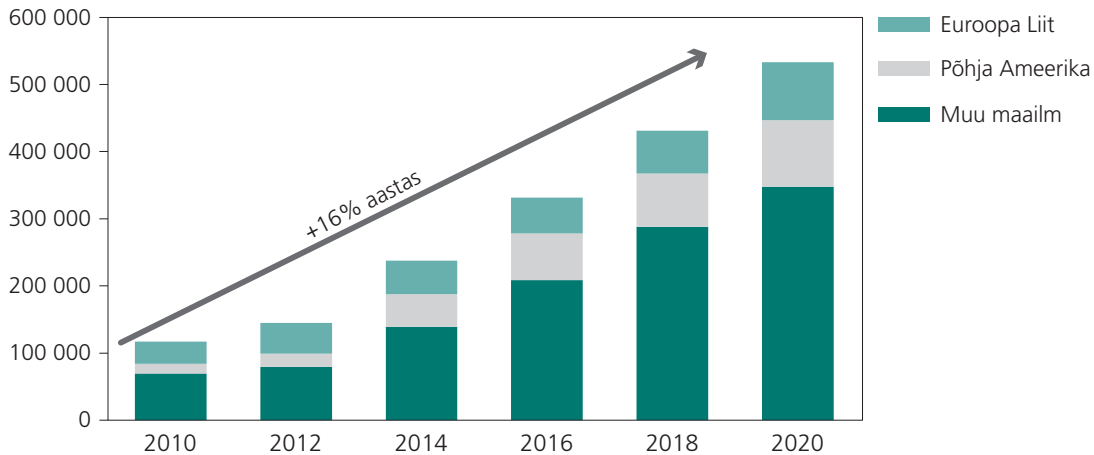
²⁶⁶ Whelan, B., Taylor, J. (2013). Precision Agriculture for Grain Production Systems. CSIRO Publishing, Australia, 199p.

²⁶⁷ Mitte-kontakt andurid (ehk nn toitumistaseme andurid) töötavad maapinna lähedal ja on üldjuhul suunatud konkreetsetele parameetritele (laine pikkustele), mõõtes taimedelt või mullalt tagasi peegelduvaid spektreid.

²⁶⁸ www.gnss.asia/sites/gnss.asia/files/Market_Report_GSA_2012.pdf

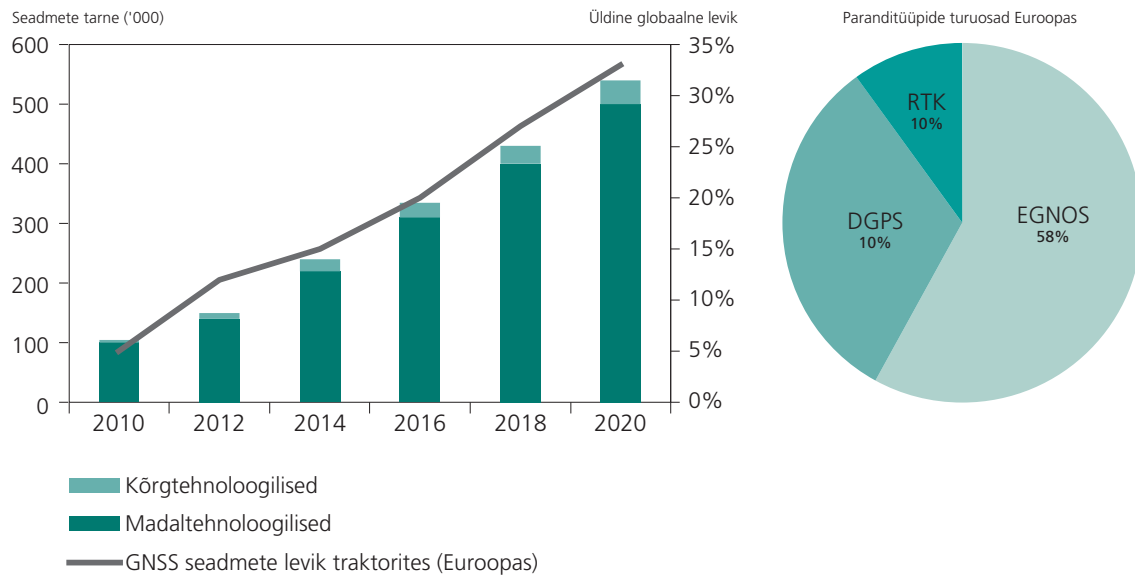
²⁶⁹ Perioodil 2003–2007 kasvas Eurostat andmetel Euroopa põllumajanduslike majapidamiste keskmine suurus 10% ehk 25 hektarilt 27 hektarile.

²⁷⁰ Ennustatakse, et kõrgtehnoloogiliste seadmete hind väheneb 12 000 eurolt (2010) 10 000 eurole (2020). Seadmete hindade langus on üks peamisi stiimuleid täppisviljeluse rakenduste kasutamiseks põllumajandussektoris. Satelliitnavigatsiooniseadmetesse investeerimine tasub end kiiresti, kuna saavutatakse märkimisväärne kütuse ning põllumajanduslike sisendite (näiteks seemned, taimekaitsevahendid, väetised, vesi) kulude kokkuhoid.



Joonis 5.1. GNSS seadmete tärned põllumajandussektorile

Täppisviljelusega alustamiseks on vaja soetada standardne GNSS vastuvõtja, kasutades tasuta GPS signaali või GPS signaaliparandusteenuseid (näiteks EGNOS), mille täpsus on alla 1 meetri ning töökaikudevaheline korduvus 15–30 cm. Euroopa põllumajandustootjad alustavad küll EGNOS-est, kuid saades kinnitust, et satelliitpositsioneerimise tehnoloogiate rakendamine on majanduslikult kasulik, liigutakse paari aasta pärast edasi arenenumate süsteemide juurde, et rahuldada kasvavaid vajadusi.²⁷¹

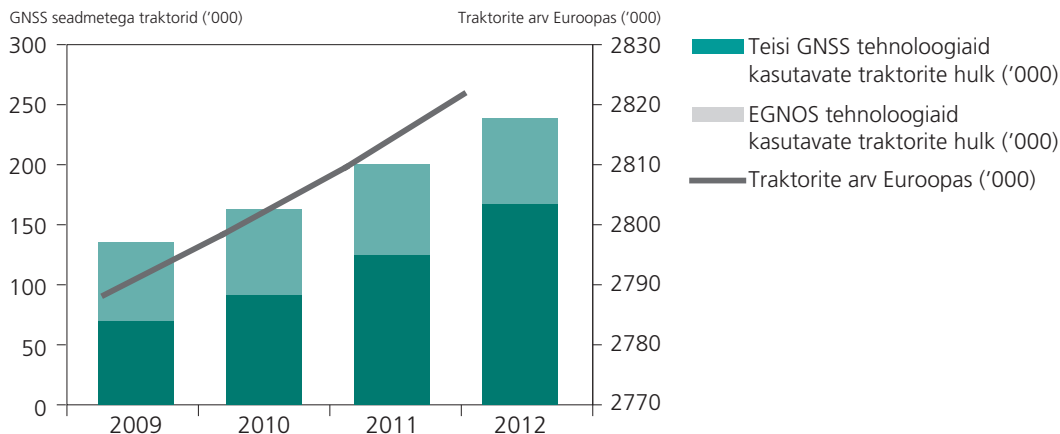


Joonis 5.2. Põllumajanduses paigaldatud GNSS seadmete tärned seadmetüübi järgi ja üldine globaalne levik (%) ning paranditüüpide turuosad Euroopas (2010)

EGNOS-e turuosa ja kasutuselevõtu dünaamika juures tuleb arvestada, et nii DGPS kui ka RTK võrkude teenustasud peaksid ajas vähenema. Itaalia konsultatsioonifirma Valdani Vicari & Associati hinnangul on just DGPS teenustasud suurema surve all, sest tasuta EGNOS signaali kõrval paraneb oluliselt RTK kättesaadavus, kuna RTK parandit pakutakse üha enam avaliku teenusena, mille tulemusena peab erasektor konkurentsipüsimeks hindu langetama. Holland on üks riike, kes toetab aktiivselt RTK parandite kasutuselevõttu põllumajandussektoris, pakkudes avalikku teenust madala hinnaga.²⁷²

²⁷¹ Intervjuu Tamme van der Wal'iga (Aerovision B.V.), 4. juunil 2013. a.

²⁷² gnssconsulting.vva.it/2013/03/14/gnss-in-agriculture-a-market-and-technological-assessment-on-north-america-eu-australia-and-brazil/



Joonis 5.3. GNSS seadmetega varustatud ja mittevastustatud traktorite arv Euroopas

GSA raporti kohaselt peaks erinevate GNSS süsteemide (GLONASS, Galileo, Compass) areng GPS kõrval ehk nn *multi-constellation* trend avaldama täppisviljeluse rakenduste turu arengule soodsat mõju, kuna mitme süsteemi koosmõjul on võimalik tõsta satelliitnavigatsiooni teenuste, sh ka EGNOS-e kvaliteeti.

Täppisviljeluse väärtusahela osalisteks on lisaks põllumajandustootjatest lõppkasutajatele:²⁷³

- **Teenusepakkujad** ehk diferentsiaalsignaali pakkujad. Tuntumad DGPS parandite pakkujad on NavCom (www.navcomtech.com) ja Omnistar (www.omnistar.com). Kaks suuremat teenusepakkujat kasutavad erinevaid strateegiaid. NavCom kasutab John Deere müügikanaleid, Omnistar suurte seadme-müüjate müügikanaleid. Turg on konsolideerunud peale Omnistari ülevõtmist Trimble poolt 2011. aastal. Nišiteenuse pakkujad (näiteks SAPOS) on aga endiselt turul.

NavCom on rahvusvahelise suurkontserni John Deere tütarettevõtte. NavCom pakub GNSS tooteid, mis on mõeldud originaalseadmete tootjatele ja süsteemiintegraatoritele, kes vajavad suure jõudlusega RTK süsteeme ja GPS parandeid. NavComi tootevalik sisaldab mitmesageduslikke GNSS ja traadita side tooteid, sealhulgas StarFire™ tootesarja.

Omnistar on üks maailma suurimatest maapealsete satelliitnavigatsioonisüsteemide teenusepakkujatest. Omnistari ülemaailmseid teenuseid kasutatakse erinevates rakendustes põllumajanduse, kaardistamise, lennunduse, kaevanduse ning muudes valdkondades. Omnistar pakub 4 tüüpi parandussignaale: Omnistar HP, OmniSTAR XP; OmniSTAR G2 ja OmniSTAR VBS. Omnistar kuulub alates 2011. aastast GNSS süsteemide ja lahenduste pakkujale Trimble Navigationile (USA).

- **Seadmete müüjad**, kes toodavad ja turustavad GNSS vastuvõtjaid nii masinatootjatele kui ka lõppkasutajatele, ja **rakenduste pakkujad**, kes töötavad välja riist- ja tarkvaralisi rakendusi masina juhtimiseks.

Valdkonna olulisemad ettevõtted, näiteks Leica Geosystems (www.leica-geosystems.com) ja Trimble (www.trimble.com), on tavaliselt nii seadmete kui rakenduste pakkujad. Kuigi viimastel aastatel on juba toimunud mitmeid ülevõtmisi, on valdkonnas oodata horisontaalse ja vertikaalse integreerumise jätkumist.

Kuigi satelliitpositsioneerimine on olulisim täppisviljeluse tehnoloogiatest, on tänapäeval arenduses kõige teravamaks probleemiks täppisviljeluse rakendamisel kogutavate andmete liikumine. Hetkel toimub kiire üleminek töölaupõhistelt tarkvarasüsteemidelt omavahel integreeritud farmihaldussüsteemidele. Ettevõtetele konsultantide ja teenusepakkujate integreerimine töövoogudesse nõuab erinevatelt põllumajandusmasinatelt ja seotud tarkvarasüsteemidelt järjepidevat andmevahetust. Telemeetriasisüsteemide suurenev kasutamine tingib andmete pideva sünkroonimisvajaduse erinevate platvormide vahel – see protsess erineb tunduvalt senisest praktikast, kus andmevahetus töölaupõhise tarkvara ja masinate vahel toimub USB mälu abil.

Seega tuleb põllumajandustehnika tootjatel teha omavahelist koostööd andmevahetuse meetodite ja andmeformaate standardiseerimiseks, et põllumajandustootjal oleks võimalik eri tootjate agregaatide kasutamine nii põllutööde tegemiseks kui ka mitmesuguste uute (nt täppisviljelus-)teenuste rakendamiseks.²⁷⁴

²⁷³ www.gnss.asia/sites/gnss.asia/files/Market_Report_GSA_2012.pdf

²⁷⁴ Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) (2013), *VDMA Agricultural Machinery Report 2012*, VDMA, Frankfurt (www.vdma.org).

- **Traktorite tootjad** on väärtusahela olulisimaks lüliks. Traktorite müük moodustab kolmandiku kogu põllumajandustehnika turust – globaalse traktorituru suuruseks on ligikaudu 15 miljardit eurot.²⁷⁵ EL on maailma suurim traktoritootja – 2006. a andmetel toodeti traktoreid 7,3 miljardit euro väärtuses. Suurim traktorite eksportija oli Saksamaa, andes 21% kogu maailma traktorite ekspordist.²⁷⁶ Itaalia, Suurbritannia ja Prantsusmaa traktorite eksport moodustas hinnanguliselt 30% kogu maailma ekspordist.

Viimase kümne aasta jooksul on Euroopas registreeritud hinnanguliselt 150 000 uut traktorit aastas ning traktorite aastane müügiimaht on 7 miljardit eurot. 2011. a müüdi enim uusi traktoreid Saksamaal ja Prantsusmaal (mõlemal turul 35 000), Itaalias (23 000) ja Suurbritannias (15 000). Turgu iseloomustab väike turuosaliste arv pakkumise poolel. 2007. aastal moodustasid kuus suuremat tootjat hinnanguliselt 85% Lääne-Euroopa turust. Turu kõrget kontsentratsioonitaset iseloomustab ka fakt, et kolme suurima tootja turuosa on kaks kolmandikku turust.

Teatud riikide turgudel on turukontsentratsioon veelgi kõrgem. 2011. aastal olid kolm suurimat traktoritootjat peaaegu täielikult hõivanud Rootsi (97% koguturust), Soome (88% koguturust) ja Hollandi (84% koguturust) turud. Euroopa suurematel turgudel on kolme suurima traktoritootja turuosa väiksem, ulatudes näiteks Itaalias 56%-ni ning Suurbritannias 75%-ni koguturust.²⁷⁷

Traktorite tootjatel on üldiselt välja kujunenud partnerlussuhted kindlate GNSS toodete ja rakenduste pakkumistega, kelle tooteid lisavarustusena pakutakse. Samuti on mitmed traktorite tootjad saavutanud ülevõtmiste tulemusena (vertikaalne integratsioon) kontsernisisesse võimekuse pakkuda GNSS tooteid ja rakendusi. Seetõttu tingib kõrge turukontsentratsioon traktoriturul pakujate koondumise ka väärtusahela eelnevates lülides.

5.1.4 | Täppisviljeluse kasud: Euroopa kogemus

Satelliitnavigatsiooni (EGNOS) kasutuselevõtu mõju majandusnäitajatele

EGNOS-e avatud teenus on Euroopas muutunud oluliseks osaks põllumajanduse infrastruktuurist, avades põllumajandustootjatele uusi võimalusi (tabel 5.4). GSA poolt välja töötatud turu jälgimise ja ennustamise metodoloogia (*market monitoring and forecasting process*)²⁷⁸ alusel hindas GSA 2009. aastal täppisviljeluses EGNOS-e kasutamisest tulenevaid kumulatiivseid rahalisi kogukasusid perioodil 2010–2030 (joonis 5.4).

GSA hinnangul võimaldab EGNOS Euroopa põllumajandustootjatel suurendada tootlikkust kõikides põllumajanduslikes tegevustes ja hoida kokku tegevuskulusid tänu aja-, kütuse- ning masinakulude kokkuhoiuile kuni 7% kogu kulubaasist²⁷⁹. See hinnang langeb kokku teaduskirjanduse andmete ning maailma juhtivate GNSS vastuvõtjate tootjate ja DGPS parandite pakujate täppisviljeluse alaste tasuvusarvutuste tulemustega.²⁸⁰

Tabel 5.4. EGNOS-e kasutusala²⁸¹

Kohaldamisala	Rakendusala	Nõutav täpsuse tase	EGNOS-e rakendusvaldkond
Põllumaa	Kõrge väärtusega põllukultuuride kasvatamine (kartulid, juurviljad jne) ja/või täppisistandused (külvmine ja istutamine)	ca 2 cm	
	Madala väärtusega põllukultuuride kasvatamine (teravili) ja madala täpsusega toimingud (väetamine ja korjamine)	ca 1 m	
Piimatööstus	Individaalne karja positsioneerimine ja virtuaalne tarastamine	ca 2–5 m	
Põllumajandus/logistika	Maatükkide identifitseerimine/geojälgimine, saagikoristusjärgne koristamine ja loomade, väetamise jne jälgimine	ca 2.5 m	
Seadusandlus/juhtimine	Põllumaade möötmine ning piiride kaardistamine ja ajakohastamine	ca 2.5 m	

275 Mehta, A. and A.C. Gross (2007), "The Global Market for Agricultural Machinery and Equipment", *Business Economics – Focusing on Industries and Markets* 42(4): 66–73.

276 Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) (2012), *VDMA Agricultural Machinery Report 2011*, VDMA, Frankfurt (www.vdma.org).

277 Jörgensen, Ch; Persson, M (2013); *The Market for Tractors in the EU Price Differences and Convergence; Factor Markets Working Paper No. 35*, February 2013; www.ceps.eu/ceps/dld/7678/pdf

278 www.gsa.europa.eu/news/gnss-market-monitor

279 Reinhard Blasi (Euroopa GNSS Agenteer) ettekanne CAPIGI 2011 (*Community on Agricultural Policy Implementation and Geo-Information*) konverentsil Amsterdams 5. aprillil 2011. a.

www.slideshare.net/CAPIGI/egnos-in-precision-agriculture-an-affordable-entry-technology-for-a-wide-range-of-applications

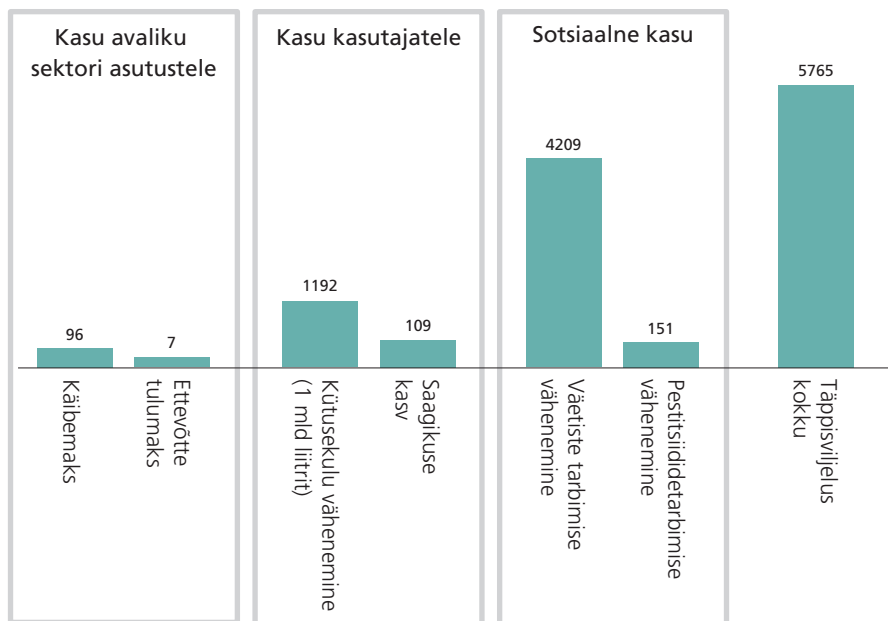
280 Nt www.trimble.com/agriculture/media/ag_calculator/index.html

281 Reinhard Blasi (Euroopa GNSS Agenteer) ettekanne CAPIGI 2011 (*Community on Agricultural Policy Implementation and Geo-Information*) konverentsil Amsterdams 5. aprillil 2011. a.

www.slideshare.net/CAPIGI/egnos-in-precision-agriculture-an-affordable-entry-technology-for-a-wide-range-of-applications

Kaks peamist rahalise kasu tüüpi on GSA hinnangul:

- väetiste kokkuvõid – GSA turuseire näitas, et EGNOSi kasutatakse laialdaselt muutuva normiga raketustes. Väetiste ja taimekaitsevahendite täpne doseerimine on võimalik tänu asukohainfole, sensorikaarengule ning individuaalsetele väetuskartidele.
- kütusekulu kokkuvõid – EGNOS võimaldab põllumajandustootjatel vältida ülekatteid.



summad miljonites eurodes

Joonis 5.4. EGNOS-e rahalised kasud täppisviljeluses 2010–2030²⁸²

Satelliitkaugseire rakendamise mõju majandusnäitajatele põllumajandussektoris

Euroopa Komisjoni tellimusel läbi viidud SpaceTec (2012) uuringu²⁸³ eesmärgiks oli hinnata Maa kaugseire valdkonna lisaväärtusteenuste turgude potentsiaalset mahtu Euroopas. Põllumajandussektoris (suurusega 342 miljardit eurot) hinnati satelliitkaugseire rakenduste turu maksimaalseks arengupotentsiaaliks EL-s 449 miljonit eurot, võttes muuhulgas arvutuse aluseks satelliitkaugseire rakenduste kiire kasutuselevõtu kõigis piisava suurusega majandusüksustes (s.o >100 hektarit haritavat maad) ja FARMSTAR teenuse²⁸⁴ hinnataseme.

FARMSTAR on näide edukast täppisviljeluse rakendusest, mis kasutab satelliitkaugseire andmeid. Astrium Services tõi teenuse Prantsusmaa turule 2002. aastal ja 2011. aastaks oli teenuse kasutajaskond kasvanud 10 000 põllumajandustootjani, kes harisid kokku ligikaudu 440 000 hektarit maad (võrdluseks 2002. a vaid 1 600 hektarit). FARMSTAR teenuse keskmine hind põllumajandustootjale on 10 eurot hektari kohta aastas. FARMSTAR teenus jõudis kasumisse 2009. a ning Astrium Services käive 2011. aastal FARMSTAR rakenduse müügist ulatus hinnanguliselt 4,4 miljonit euroni.

FARMSTAR teenuse taga on keeruline, mitut tehnoloogiat ja teenusepakkujat ühendav süsteem. Astrium kontserni poolt opereeritavad SPOT vaatlussatelliidid²⁸⁵ toodavad maapinnast väga täpseid HR pilte erinevates nähtava valguse ning infrapuna lainelades. Kogutud seireinfo seotakse teaduspartnerite poolt loodud agronoomiliste mudelitega. Saadud tulemuste põhjal koostatakse igale teenuse lõppkasutajale nõuandekaardid. Põllud jagatakse tsoonideks ning kasutajale tuuakse iga tsooni kohta välja nii sobilikud kemikaalide, pestitsiidide ja herbitsiidide kogused kui ka täpsed kasutamisujuhised.

²⁸² www.application-days.eu/presentations/day3/precision/0-ca-avi-gad_ppt_highprecision-v0.6.pdf

²⁸³ copernicus.eu/fileadmin/user_upload/Docs_for_News/Final_draft_-_Executive_Summary_-_Assessing_the_Economic_Value_of_GMES.pdf

²⁸⁴ www.farmstar-conseil.fr/index.html

²⁸⁵ www.astrium-geo.com/en/143-spot-satellite-imagery

FARMSTARi edus on suur roll Prantsusmaa põllumajandusühistutel, kes soovitasid FARMSTARi kasutamist enda liikmetele, tuginedes sõltumatutele valideerimistulemustele. Kontrollarvutuste kohaselt oli 2008. aastal teenuse kasutamisest eeldatav tulu hektarilt vahemikus 20–60 eurot. Peaaegu kõikidel juhtudel said süsteemi kasutamise kulud kaetud kas saagikuse kasvu, vilja kvaliteedi kasvu või sisendite vajaduse vähenemise tõttu:

- **ajasääst** – põllukultuuride kaughaldus võimaldab keskenduda põllutsoonidele, mis vajavad teravdatud tähelepanu, ning vähendab proovide võtmise vajadust;
- **parem tasuvus** – sisendite kokkuhoid tuleneb väetise kokkuhoiust ning sellega seotud ladustamiskulude kokkuhoiust, kattes ära FARMSTARi teenuse hinna;
- **saagikuse ning kvaliteedi kasv** – vilja puhul proteiinisalduse kasv, rapsi puhul õlisisalduse kasv.²⁸⁶

Kuigi FARMSTAR lahendus on osutunud väga edukaks Prantsusmaal, ei ole ärimudelit õnnestunud teiste suuremate EL liikmesriikide turgudel korrata. Kui Prantsusmaal oli üheks oluliseks eduteguriks teenuse kasutuselevõtt põllumajandusühistute liikmete poolt, siis näiteks Suurbritannias on ühistuline tegevus vähearenenud. Põllumajandusühistute kriitiline roll Prantsusmaal seisnes oma liikmete teavitamises FARMSTARi teenuse kasutades ja kasutajate pakkumises.

Vaatamata muutuvnormiga täppisviljeluse rakenduste vaieldamatule potentsiaalile, puudub siiski üksmeel saavutatavate kasude ulatuse osas, aga ka parima võimaliku rakendatava tehnoloogia osas. Paljude teadlaste hinnangul ei ole veel piisavalt tõendeid, mis kinnitaksid, et majanduslikud kasud mullaproovide võtmisest ja satelliitkaugseire kasutamisest nisu või teiste põllukultuuride kasvatamisel kataksid algsed kapitaliinvesteeringud ning kaugseiret kasutava tehnoloogia rakendamine omaks seeläbi positiivset majanduslikku mõju.^{287,288,289} Mittekontaktsete optiliste (ehk toitumistaseme) andurite rakendamine on seda seisukohta toetatavate teadlaste kohaselt eelistatud lähenemine, arvestades mullaproovide võtmise maksumust ning võimalikke mõõtmisvigu.²⁹⁰

5.2 Kosmetehnoloogiate rakendused eesti põllumajanduses

5.2.1 Täppisviljeluse väärtusahela osalised Eestis

Põllumajandustootjatest lõppkasutajad

2010. aasta põllumajandusloenduse tulemuste põhjal iseloomustab Eesti põllumajandustootmise koondumine suurmajapidamiste kätte ning rendimaade suur osatähtsus. Põllumajandusloenduse andmetel oli Eestis 2010. aastal 19 613 põllumajanduslikku majapidamist, kusjuures 5% neist andis ligikaudu 75% kogu riigi põllumajandustoodangust. Ligi 900 suurmajapidamise valduses (majanduslik suurusklass üle 100 tuhat euro) oli üle poole (55%) põllumajandusmaast ja 83% loomakasvatusest.²⁹¹

1996. aastal loodud Eesti Põllumajandus-Kaubanduskoda (EPKK, www.epkk.ee) on põllumajandustootjate ja -töötajate ühendus. 2013. aasta alguse seisuga on EPKK-l liikmeid 98, nende hulgas 32 mitmesugust põllumajandus- ja toidusektori ühendust (üleriigilised ja piirkondlikud tootjate ühendused, erialaühendused, ühistud). EPKK juures tegutseb teraviljatoimkond²⁹², mis koosneb Eesti juhtivatest teraviljatootjatest ja nende ühenduste esindajatest. EPKK teraviljatoimkonna esimehe Mati Koppeli sõnul ei ole EPKK teraviljatoimkonnas täppisviljeluse küsimusi kunagi arutatud, kuid koostamisele mineva Eesti teraviljastrateegia raames on käsitletavat täppisviljeluse levikut piiravad küsimused, kuna täppisviljeluse kasutamine on oluline pestitsiidide säästliku kasutamise ning keskkonnanõu (väetiste säästliku kasutamise) seisukohalt.²⁹³

286 www.lafranceagricole.fr/tracteur-et-materiel-agricole/la-vie-des-entreprises/farmstar-440-000-hectares-couverts-en-dix-ans-49216.html

287 Anselin, L., Bongiovanni, R., Lowenberg-DeBoer, J., (2004). A spatial econometric approach to the economics of site-specific nitrogen management in corn production. *Am. J. Agric. Econ.* 86(3), 675–687.

288 Berntsen, J., Thomsen, A., Schelde, K., Hansen, O. M., Knudsen, L., Broge, N., et al. (2006). Algorithms for sensor-based redistribution of nitrogen fertilizer in winter wheat. *Precision Agriculture*, 7, 65–83.

289 Biermacher, J., Brorsen, B. W., Epplin, F. M., Raun, W. R., Solie, J. B. (2009a). The potential for precision agriculture based on plant sensing. *Agricultural Economics*, 397–407.

290 Ortiz-Monasterio, J. I., Raun, W. R. (2007). Reduced nitrogen and improved farm income for irrigated spring wheat in the Yaqui Valley, Mexico, using sensor based nitrogen management. *Journal of Agricultural Science*, 145, 215–222.

291 www.agri.ee/public/juurkataloog/POLLUMAJANDUS_JA_TT/pollumajandussektor_ylevaade_2011.pdf

292 www.epkk.ee/2155

293 Mati Koppeli'i vastus päringule 20. juunil 2013. a.

Tabel 5.5. Põllumajanduslike majapidamiste jagunemine põllumajandusmaa suurusklasside järgi Eestis

Suurusklass	Majapidamiste arv suurusklassis	%	Põllumajandusmaa, ha	%
0 – < 1 ha	416	2	116	0
1 – < 2 ha	1946	10	2802	0
2 – < 5 ha	4251	22	14 099	1
5 – < 10 ha	4074	21	29 296	3
10 – < 20 ha	3465	18	48 687	6
20 – < 30 ha	1477	7	35 968	4
30 – < 50 ha	1169	6	45 045	5
50 – < 100 ha	1091	6	76 206	8
100 – < 300 ha	1070	5	182 129	19
>=300 ha	654	3	506 581	54
Kokku	19 613	100	940 930	100

Allikas: 2010. a põllumajandusloenduse andmed

Põllumajandusmasinate ja täppisviljeluse seadmete edasimüüjad

Eesti turul tegutsevad põllumajandusseadmete edasimüüjad pakuvad laia toodete ja teenuste nomenklatuuri täppisviljeluse meetodite juurutamiseks. Järgnevalt on välja toodud mõned olulisemad ettevõtted valdkonnas. Täielikuma pildi põllumajandusmasinate ja -seadmete maaletoojatest ning valmistajatest saab Eesti Maaviljeluse Instituudi koduleheküljelt.²⁹⁴

- **AS Tatoli** (www.tatoli.ee) on 1999. a asutatud põllumajandusmasinate müügi ja hooldusega tegelev ettevõtte. Tatoli põhilised lepingupartnerid on New Holland (traktorid, kombainid, heinakoristustehnika), Trima (frontaallaadurid), Caruelle (taimekaitseprepsid), Horsch (mullaharimismasinad), Akron (kuivatid), Umega (sõnnikulaotajad), JF-Stoll (heinatehnika).

Tatoli on täppisviljelussüsteeme tootva ettevõtte AgLeader (www.agleader.com) toodete maaletooja Eestis. AgLeader täppisviljelussüsteemi keskmes on täppisviljelusmonitor AgLeader INTEGRA, mis on iseseisev seade andmete kogumiseks, agregaatide ja abiseadmete juhtimiseks ning tööde jälgimiseks, sõltumata sellest, mis marki või tüüpi traktori, kombaini või agregaadiga seda kasutatakse.

Lisaks pakub Ag Leader täppisviljeluses oluliste andmete haldamiseks, analüüsimiseks, visualiseerimiseks ning tööplaanide koostamiseks spetsiaalset tarkvarapaketti AgLeader SMS, mis sobib praktiliselt kõikide põllumajanduslikes rakendustes kasutatavate andmeformaate kasutamiseks, sõltumata nende kaubamärgist või liigist.

- **OÜ Stokker Agri** (www.stokkeragri.ee) kuulub AS Mecro gruppi ja asutati 2010. a Stokker Agri on põllumajandustehnika müügi- ja hooldusettevõtte ning John Deere kaubamärgi ainuesindaja Eestis. John Deere kaubamärgiga traktorite ja kombainide turuosa Eestis on u 25%.

Terminiga AMS (*Agricultural Management Solutions*)²⁹⁵ ehk põllumajanduse juhtimislahendused tähistab John Deere oma toodetel kõige üldisemalt GPS-i kasutamisega seotud lahendusi, sh automaatroolimine, tööde dokumenteerimine, telemeetria, kombainide saagikus- ja väetiselaoturite rakenduskaardid jpt.

John Deere põllumajanduse juhtimislahenduste aluseks on kaks universaalset seadet: Starfire GPS-vastuvõtja ja GreenStar ekraan kasutajaliidesena. John Deere FarmSight ärijuhtimise tarkvara võimaldab optimeerida masinakasutust ja mitme masina jälgimist suuremate masinaparkide efektiivsuse optimeerimiseks, samuti aitab tõsta ettevõtte tootlikkust ja suurenda kasumlikkust muutuva normiga rakenduste otsustustoena.

²⁹⁴ www.eria.ee/www/wp-content/uploads/2013/05/P%C3%B5llumajandusmasinate-m%C3%BC%C3%BCjad-aprill-2013.pdf

²⁹⁵ distributor.johndeere.ee/Pollutoeomasinad/Tooted/Pollumajanduse-juhtimislahendused-AMS

- **Konekesko Eesti AS-i** (www.konekesko.com/ee/) on 2000. a loodud ettevõtte, mille põhitegevusalaks on traktorite, kombainide, haagiste, põlluharimismasinade, ehitusmasinate, metsamasinate, tee-ehitusmasinate, keskkonnatehnika ning tõstukite müük ja sellega seonduv jälrelteenindus. Konekesko Eesti lepingupartnerid on Claas (traktorid, kombainid, teleskooplaadurid), Massey Ferguson (traktorid), Lemken (külvikud), HE-VA (külvikud), Tume-Agri (külvikud), Hardi (taimekaitsepreitsid), Bogalle (väetiselaoturid).

Konekesko Eesti pakub Massey Ferguson traktoritele lisana Agco Corporation (www.agcocorp.com) Auto Guide satelliitnavigatsioonisüsteeme. Konekesko Eesti vahendab ka TeeJet Technologies (www.teejet.com) GPS juhtimissüsteemi CenterLine 220, mis ühendab endas WAAS/EGNOS GPS vastuvõtja ja valgusribaga juhtimisseadmed.

- **Agriland OÜ** (www.agriland.ee) on 2001. aastal loodud ettevõtte, mille põhitegevusalaks on traktorite, kombainide, haagiste, põlluharimismasinade müük ja sellega seonduv jälrelteenindus. Agriland esindab Eestis Fendt (traktorid, kombainid), Pöttinger (heinatehnika), Annaburger (haagised), Trioliet (sööda-jaotursegistid), WM (kartulikombainid), Bredal (väetisekülvikud), Westholt (mobiilne teravilja jahvatamise ja segamise süsteem) kaubamärke.

Agriland vahendab Fendt traktoreid ja kombaine, mis on varustatud Variotronic elektroonilise juhtseadisega, kuhu on koondatud kokku traktori ja haakemasinate juhtimine, kaamerafunktsioon ja dokumenteerimine ning paralleelsõidusüsteem VarioGuide.

Lisaks laialdase tootevalikuga põllumajandustehnika edasimüüjatele on tekkimas spetsialiseerunud edasimüüjad, näiteks:

- **Silky Ways OÜ** (www.silkyways.ee), mille põhitegevusala on Trimble esindamine kahes sfääris: (i) masinakontrolli süsteemid teedeehitusmasinatele; (ii) põllumajandusmasinate juhtimissüsteemid ning seonduvate teenuste pakkumine teistele Trimble edasimüüjatele Eestis ja Lätis.

Silky Ways paigaldab ja hooldab Eesti turul põllumajandusmasinate GPS-juhtimise süsteeme alates lihtsatest paralleelsõidulahendustest (Trimble EZ-Guide 250) ja automaatroolisüsteemist (Trimble AgGPS Autopilot) kuni täisautomaatsete 3D-graafikaga varustatud lahendusteni. Sarnaselt näiteks John Deere'le on ka Trimble'l oma täppisviljeluse täislahendus Farm Works (www.farmworks.com), mis koosneb erinevatest moodulitest: põldude andmete pidamine ja kaardistamine, saagikuskaardid, kogutud andmete analüüsimine, kasumlikkuse kaartide koostamine.

DGPS parandussignaali pakkujad

Lisaks põllumajandustehnika edasimüüjatele, kes vahendavad näiteks John Deere NavCom või Trimble Omnistar pakutavaid DGPS/RTK parandeid, opereeritakse Maa-ameti andmetel Eestis 2013. a seisuga kahte eraomanduses olevat GNSS püsijaamade võrku, kus saab rakendada on-line võrgutasandamist.²⁹⁶

- **Hades-Invest OÜ** (www.topcon.ee) põhitegevusaladeks on ehitusgeodeetilised tööd ning geodeetiliste instrumentide müük, rent ja hooldus. Hades-Invest OÜ on **Topcon Europe Positioning** positsioneerimistehnoloogia ametlik maaletooja Eestis.

Hades-Invest opereerib alates 2009. a GNSS püsijaamade võrku Hadnet, mis on ettevõtte enda hinnangul hetkeseisuga suurima püsijaamade arvuga toimiv võrk Eestis. RTK parandusandmeid GNSS püsijaamade võrgust saab liitumistasu maksmisel – alates 15 eurost päevas kuni 960 euronni aastas. Klientidel on võimalik masinakontrolli võimaldavaid seadmeid ka rentida.²⁹⁷

- **Geosoft OÜ** (www.geosoft.ee) vahendab Eestis Trimble VRSNow teenust ehk üle Eesti kohest juurdepääsu reaalaajas kinemaatilistele GPS/GLONASS parandustele.²⁹⁸ Geosoft OÜ vahendab ka VRSNow Ag teenust, mis on spetsiaalselt kohandatud täppispõllumajanduse vajadustele. VRSNow Ag teenusel on mitu erinevat paketti, nt piiramatu kasutusmahuga 1-aastase litsentsi maksumus on 1195 eurot, mille saab jagada ka igakuisteks osamakseteks.²⁹⁹ RTK püsijaamade võrgustikuga ühendumiseks on vaja andmesideühendust (üldjuhul GPRS ühendust).

²⁹⁶ Intervjuu Priit Pihlak'uga, Karin Kollo, Peep Krusberg'iga (Maa-amet) 6. märtsil 2013. a.

²⁹⁷ Intervjuu Tiit Hion'iga (Hades-Invest OÜ), 25. veebruaril 2013. a.

Vt ka topcon.ee/uploads/file/GNSS%20vorgu%20Hinnakiri_04.06.2012.pdf

²⁹⁸ www.geosoft.ee/tooted/vrs-now

²⁹⁹ Intervjuu Markus Kaukula'ga (Geosoft OÜ), 18. veebruaril 2013. a.

Täppisviljelusega seotud nõustamisteenuste pakkujad

Täppisviljelusrakenduste pakkujaid (eraldiseisva tarkvara ja/või teenuse kujul) Eesti turul ei ole, kuid spetsiaalse nõustamisteenuse kättesaadavus on kriitiline edutegur keerukamate (muutuva normiga) täppisviljeluse rakenduste levikul. 2013. a kevade seisuga võib väita, et täppisviljelusele keskendunud nõustamisteenuseid Eestis ei pakuta ja seda peamiselt nõudluse puudumise tõttu.

Teadus- ja arendusastutustest on täppisviljelusega kokkupuuted olnud järgmistel asutustel:

- **Eesti Maaülikool** (www.emu.ee) on avalik-õiguslik ülikool, mis teeb rahvusvahelisel tasemel õppe-, teadus- ja arendustööd kõigis maaelu ja maamajanduse ning inimese eluks vajalike ressursside säästliku kasutamise ja elukeskkonna säilitamisega seotud interdistsiplinaarsetes valdkondades. Eesti Maaülikooli koosseisu kuulub 5 instituuti, 1 kolledž ja 2 teaduskeskust. Eesti Maaülikoolis õpib ligi 5000 tudengit, ülikoolis töötab ligikaudu 1000 inimest.

Täppisviljeluse vastu tekkis Eesti Maaülikoolis (toonases Eesti Põllumajandusülikoolis) aktiivne huvi 1999. a, kuid viimasel 5–7 aastal on teemaga väga vähe tegeletud. Uue tõuke valdkonna arengule on andnud PM poolt rahastatud rakendusuringuprojekt „Optimeeritud kasvukohapõhine väetamine lähtuvalt keskkonna tundlikkusest erinevate taimetoiteelementide suhtes, baseerudes mullainfo elektroonilisel andmebaasil”³⁰⁰ (kestus 34 kuud: 26.01.2011–1.12.2013, projekti vastutav täitja: Jaan Kuht). Projekti on kaasatud ka Tatoli eksperdid, kes aitavad installeerida, töökorda seada ja kasutada täppisviljeluse riistvaralisi rakendusi.

Eesti Maaülikooli hinnangul on valdkonna teadusliku uurimise ja vastava kompetentsi loomise vajadus kindlasti olemas, sest:³⁰¹

- keegi peab nõustama konsulente ja ka tõstma põllumajandustootjate teadlikkust – ainuüksi põldkatsete planeerimine on sedavõrd spetsiifiline töö, et vajab spetsialisti nõu;
- tuleb erapooletult demonstreerida mitmesuguste põllutöödel kasutatavate uuenduste kuluefektiivsust;
- täppisviljeluse majanduslik efekt ja saagikus sõltuvad väga paljudest asjaoludest ja lisamõjudest, nt taimehaigused, maaparanduse kvaliteet, tallatud alad jpm – neid lisamõjusid tuleb osata arvestada.
- **Eesti Maaviljeluse Instituut** (www.eria.ee, EMVI) moodustati 1994. aastal endise Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituudi reorganiseerimise tulemusena. EMVI struktuuri aluse moodustavad kolm teadus- ja arendusosakonda: põllumajandustehnika ja –tehnoloogia, taimekasvatuse ning taimebiotehnoloogia osakond. EMVIs töötab ligikaudu 60 inimest.

EMVI-s viidi 2002.–2006. aastal läbi uurimisprojekt „Tera- ja kaunviljade ning õlikultuuride satelliitnavigatsioonipõhise täppisviljelustehnoloogia kasutusvõimaluste uuring Eesti oludes”.³⁰² Teadus-arendustöö eesmärkideks täppisviljeluse alal olid muuhulgas: Eesti oludesse sobivate seadmete ja tarkvara väljaselgitamine, turul pakutavate seadmete katsetamine ning majandusliku efektiivsuse hindamine Eesti oludes.

Uuringu tulemusena sõnastati terve rida järeldusi, sh majandusliku efektiivsuse osas:

- Eestile iseloomulikud heterogeensed mullad on oluliseks eelduseks, et põllumajandustootjatel oleks võimalik saada asukohaspetsiifilise info kasutamiseks põllutöödel märgatavat majanduslikku efekti. Kogu Eestis on võimalik asukohta määrata agrotehnilistele nõuetele piisava täpsusega.
- Täppisviljelustehnoloogiat on soovitatav kasutada haritava maa >150 ha juures, täpsusega <0,1 m seadmete korral peaks vastav pindala olema >300 ha. Täppisviljelusega seotud kulude katmiseks piisab teatud juhtudel 300 kg/ha lisasaagist või vähemalt 35% väetiste kokkuhoiust.
- Täiendavat uurimist vajaks, kuidas õigustab ennast Eesti põldudel tehnika, mis võimaldab lämmastiku lisaväetamisel reaajas määrata mingi põllupunkti taimestiku proteiinisaldust ja seega doseerida väetist vastavalt tarbele.
- Täppisviljeluse küsitlusel selgus, et ca 22% küsitlusele vastanud Eesti põllumajandustootjatest mingil moel kasutavad GPS-seadmeid (valim: 452 põllumajandustootjat, vastanuid: 73).

300 www.etis.ee/portaal/projektiAndmed.aspx?VID=c29d6285-71a7-4a07-b86b-fc5a4f1e7ac5&PersonVID=36794&lang=et&FromUrl0=isikuProjektid.aspx

301 Intervjuu Toomas Tõrra ja Jaan Kuht'iga (Eesti Maaülikool), 7. märtsil 2013. a.

302 Lõppraport: www.eria.ee/public/files/Lopparuanne_1.15_2002_2006.pdf

Alates 2006. aastast EMVI-s täppisviljeluse alaste uuringutega fokuseeritult ei tegeleta. Samas on säilinud teatav kompetents 2002.–2006. a uuringut läbi viinud meeskonna eestvedajate (Kalvi Tamm, Taavi Vösa) näol.³⁰³

Teadus-arendusasutuste kompetents peaks Eestis põllumajandustootjani jõudma ka nõuandesüsteemi kaudu.³⁰⁴ Alates 1. jaanuarist 2010. a koordineerib nõuandesüsteemi tegevust Maaelu Edendamise Sihtasutus (www.mes.ee, MES). Tuginedes põllumajandustootjate vajadustele ja teostatud uuringutele, asus MES koostöös nõuandekeskuste ja erialaliitude ning -organisatsioonidega otsima võimalust nõuande kvaliteedi parandamiseks läbi teadusasutuste kaasamise (teadmussiire).

Präegune maakondlike nõuandekeskuste killustatus – 15 erinevat juriidilist isikut ning 168 konsulenti – ei võimalda MES hinnangul pakkuda tootjatele kvaliteetset teenust, mistõttu asus MES PM heakskiidul looma üleriigilist nõustamiskeskust.³⁰⁵ Visiooni kohaselt võiksid üleriigilise nõustamiskeskuse konsulendid töötada ülikoolis laborite juures ja osaleda lepingute alusel teadustöös, et rakendusuuringute tulemused jõuaksid konsulendi kaudu ka põllumeheni.

Täppisviljelusele keskendunud nõustamisteenuste turu puudumisel toimub oskusteabe levitamine sihtgrupile projektipõhiselt. Kõigis Läänemere äärses riikides ellu viidava Baltic Deal (www.balticdeal.eu, 2011–2013) projekti raames kogutakse eri riikides põllumajandusliku tootmise efektiivsemaks muutmise edulugusid ja vahendatakse teavet kaasaegsetest keskkonnasõbralikest tehnoloogiatest, sh ka täppisviljeluse rakendustest.³⁰⁶ Eestit esindab projektis Maaelu Edendamise Sihtasutus koos PM, KKM, Eestimaa Talupidajate Keskkliidu ja Eesti Põllumeeste Keskkliiduga.

5.2.2 | Satelliitpositsioneerimise tehnoloogiate levik ja majanduslik mõju Eesti põllumajanduses

Nii 2011. a kui 2012. a oli Eestis traktorimüüjatele edukas. Maanteeameti liiklusregistri andmetel müüdi Eestis 2012. aastal 596 uut traktorit (tabel 5.6). Eesti turul müüakse enim New Holland'i (edasimüüja Tatoli AS) ja John Deere (edasimüüja Stokker Agri OÜ) kaubamärki kandvaid traktoreid.

Tabel 5.6. Uute traktorite müük Eestis 2012. aastal markide ja võimsusklasside kaupa

Traktori mark	Kuni 70 hj	71–90 hj	91–110 hj	111–130 hj	131–150 hj	151–170 hj	171–200 hj	Üle 200 hj	Kokku
NH	6	6	42	11	2	18	6	35	126
JD	12	3	20	2	9	22	10	46	124
Valtra	–	13	3	17	2	25	20	10	90
Case IH	2	1	7	11	3	3	4	17	48
Claas	–	–	1	–	3	–	17	21	42
TYM	22	–	7	–	–	–	–	–	29
Foton	22	–	4	–	–	–	–	–	26
Fendt	–	–	–	1	1	4	8	11	25
MF	–	–	4	–	1	1	5	12	23
Zetor	1	3	5	5	3	–	–	–	17
Landini	3	3	4	–	–	2	–	–	12
Kioti	8	–	–	–	–	–	–	–	8
Polaris	8	–	–	–	–	–	–	–	8
DF	–	–	6	–	–	–	–	–	6

³⁰³ Intervjuu Taavi Vösa'ga (Eesti Maaviljeluse Instituut), 22. veebruaril 2013. a.

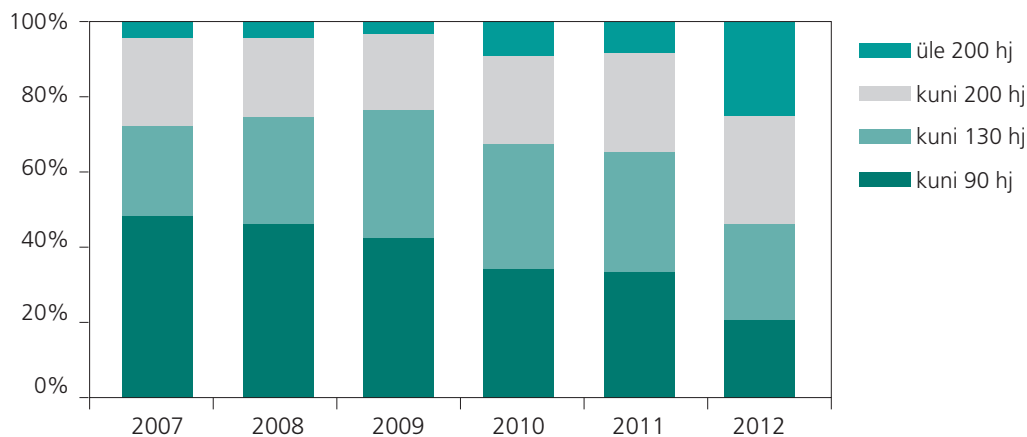
³⁰⁴ Nõuandesüsteem on üleriigiline struktuur, mille põhieesmärk on tagada nõustamine, täiendkoolitus ja teabe levitamine põllumajanduse ja maaelu valdkonnas. Nõuandesüsteemi moodustavad nõu andmisega tegelev nõuandeteenistus, info loomisega tegelevad asutused (teadusasutused, riiklikud järelevalvet korraldavad asutused infoga nõuetest ja toetustest jne) ning riiklikku korraldust ja finantseerimist korraldava asutusena Põllumajandusministerium. www.epkk.ee/262

³⁰⁵ www.mes.ee/nouandesusteemi-arendamisest

³⁰⁶ www.balticdeal.eu/measures/precision-farming/

Traktori mark	Kuni 70 hj	71–90 hj	91–110 hj	111–130 hj	131–150 hj	151–170 hj	171–200 hj	Üle 200 hj	Kokku
HTT	–	–	5	–	–	–	–	–	5
McCormick	2	–	1	–	1	–	–	–	4
Belaruss	1	–	–	–	–	–	–	–	1
Ülejäänud	2	–	–	–	–	–	–	–	2
Kokku	89	29	109	47	25	75	70	152	596

2012. a ostetud traktoritest suur osa (37%) olid üle 171 hj traktorid, mis sobivad hästi suurtootmiseks, tõstes töö tootlikkust ja võimaldades tööde tegemise tähtaegadest kinnipidamist. Suur oli ka väiketootjatele sobivate väiketraktorite (kuni 70 hj) turuosa (15%). Väike-keskklassi (91–110 hj) traktorite osa oli 18%. Selle võimsusklassi ökonoomsed traktorid sobivad levinud haakemasinatega.



Joonis 5.5. Traktorite müük Eestis võimsusklasside viisi, 2007–2012

GNSS tehnoloogiasse investeerimine võimaldab põllumajandustootjal võtta kasutusele paralleelsõiduseadmed³⁰⁷ ning automaatroolimis tehnoloogiad³⁰⁸. Viimase paari aasta soodus majanduskonjunktuur on julgustanud Eesti põllumajandustootjaid soetama üha võimsamaid traktoreid, millistest märkimisväärne osa on (valmistajatehase poolse) automaatroolimis võimekusega.

Automaatroolisüsteemid hoiavad masinat iseseisvalt ettenähtud töökäigul (harva võimaldavad ka pöörderiba manöövri). Automaatroolisüsteemid võivad olla masinaga integreeritud, mille korral toimub juhtimine traktori modifitseeritud hüdrostsüsteemi abil, või realiseeritud roolirattale paigaldatava mootori abil, mis keerab mehhaaniliselt roolimehhanismi. Masinaga integreeritud süsteem on kindlasti täpsem, võimaldades ära kasutada RTK signaali täpsuse (± 2 cm), kuid ka kallim ning tehniliselt keerulisem. Roolimootor on odavam ja teistsaldatav põllutöömasinalt -masinale, kuid ebatäpsem.

Paralleelsõiduseade on lihtsaim GPS rakendus, mis võimaldab luua virtuaalse tehnooraja³⁰⁹. Süsteemi kasutamisel loob paralleelsõiduseade juhtarvuti GNSS vastuvõtjalt saadud asukohainfo ja kasutaja sisestatud masina andmete alusel kujuteldava tehnooraja, mille väljastab indikaatorile, milleks lihtsamate seadmete puhul on valgusdiოდidest koosnev tablo, mille helendavate diოდide arv ja paigutus annavad juhile infot tehnoorajal püsimise ja tekkinud hälbe kohta. Automaatroolisüsteemide eeliseks paralleelsõiduseadmete ees on juhi oluliselt väiksem vaimne koormus põllutööde tegemisel.

307 Paralleelsõiduseade on seade, mis juhatab liikumist eelmisega paralleelsel töökäigul (või sihijoonega).

308 Ehkki automaatroolisüsteemid on realiseeritavad ka ilma GNSS vastuvõtjata – nt põllul olevate füüsiliste orientiiride abil.

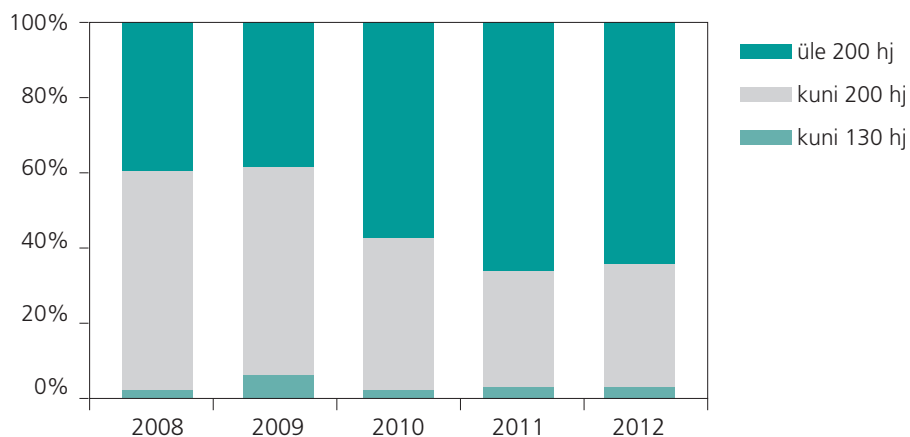
309 Tehnoorada on taimestikku jäetud külvamata rida või read, mis võimaldavad võrdsetel töölaistel sooritada kõik järgnevad hooldetööd taimestikku liigselt tallamata.

Maanteeameti liiklusregistri andmetel müüdi Eestis 2012. aastal 122 uut kombaini (tabel 5.7). Eesti turul müüakse enim Claas (edasimüüja Konekesko Eesti AS) ja New Holland'i (edasimüüja Tatoli AS) kaubamärke kandvaid kombaine.

Tabel 5.7. Uute kombainide müük Eestis 2012. aastal markide ja võimsusklasside kaupa

Kombaini mark	111–130 hj	131–150 hj	151–170 hj	171–200 hj	üle 200 hj	Kokku
CASE IH					6	6
Claas		2		8	35	45
John Deere		2		6	8	16
New Holland	3		7	8	25	43
RSM			6		3	9
Sampo			2			2
Ülejäänud					1	1
Kokku	3	4	15	22	78	122

2012. a ostetud kombainidest suur osa (64%) olid üle 200 hj kombainid, mis sobivad hästi suurtootmiseks. Kombainide ostmisel liigutakse järjest võimsamate kombainide poole. Viimasel kahel aastal ostetud kuuest võimsamast kombainist viis, sealhulgas 570 hobujõuline KRONE BIG X 700, soetati just 2012. aastal.



Joonis 5.6. Kombainide müük Eestis 2008–2012 võimsusklasside viisi

Võimsamad kombainid omavad üldjuhul saagikuse kaardistamise tehnilist valmidust ehk on varustatud näiteks massivooluanduritega ja niiskusanduritega, võimaldades kombaineril põllu keskmise saagikuse fikseerimist. Kasvukohapõhiste andmete ehk saagikuskaartide saamiseks on vaja investeerida GNSS vastuvõtjasse. Eksperthinnangute kohaselt on saagikuskaartide loomiseks kõik tehnilised eeldused ligikaudu igal kümnendal Eestis müüdnud uuel kombainil, kuid realselt kogub ja süstematiseerib saagikuskaarte vaid väga piiratud osa (mõni protsent) Eesti suurematest põllumajandustootjatest.

Eksperthinnangute kohaselt on Eesti põllumajandustootjad soetanud viimase kümnekonna aasta jooksul kokku 500–600 GNSS vastuvõtjat, sh automaatroolisüsteemide kasutuselevõtuks hinnanguliselt 120–150 vastuvõtjat. RTK signaali kasutajaid põllumajandussektoris on hinnanguliselt kuni 20 majapidamist. Sarnaselt ülejäänud EL-ga on ka Eestis enim soetatud EGNOS vastuvõtjaid, kuna need on suhteliselt odavamad ja EGNOS signaal on lõppkasutajatele tasuta. EGNOS vastuvõtjate orienteeruv turupenetratsioon Eestis on vahemikus 65–80% (müüdnud ühikute järgi). Suur osa müüdnud EGNOS käsiseadmetest on iseseisvad ostud, mitte soetatud traktori lisaseadmena. Oluline on märkida, et eksperthinnangud ei hõlma seadmete järelturgu, mille tähtsuse ja mastaabi hindamiseks oleks vaja läbi viia põhjalik põllumajandustootjate kaardistamine.

EGNOS turuosa ülemist hinnangut (80%) toetab asjaolu, et tihti kasutatakse EGNOS-e signaali Eestis ka automaatroolüsteemides, ehkki selline lahendus ei pruugi olla majanduslikult ratsionaalne, sest EGNOS signaal jääb mitmete põllutööde teostamisel, nt külvil kasutamiseks liiga ebatäpseks.

EGNOS signaali puhul on suureks probleemiks signaali kvaliteet Eesti laiuskraadil – kuna Balti riigid asuvad EGNOS-e signaali leviku äärealal, siis ei ole Eesti EGNOS-e signaaliga piisavalt kaetud.³¹⁰ Lõppkasutaja seisukohalt on EGNOS-e parandi suureks puuduseks signaali kõikumine ja kadumine eelkõige hoonete ja (eriti lõunakaares) kõrgete puude läheduses, kuid paljud põllud Eestis on just metsade vahel. EGNOS-e parandussignaali kvaliteediprobleeme Eestis võib selgitada kaugusega parandussatelliitidest ja Põhja- ning Kirde-Euroopas avalduvate geomagnetiliste ja ionosfääri mõjudega.³¹¹ EGNOS-e signaali kvaliteet on Eestis kindlasti ebapiisav selleks, et võtta efektiivselt kasutusele automaatroolüsteemid.

Eesti põllumajandustootja näeb DGPS või RTK parandite kasutuselevõtu peamise takistusena nende kõrget hinda – nii ühekordse investeeringukulu osas (vastuvõtja maksumus) kui ka pideva, iga-aastase eksploatatsioonikulu osas (litsentsitasu). Litsentsitingimustes võivad sisalduda piirangud kasutamisele, nt vastuvõtja sidumine konkreetse põllumajandusmasinaga (traktori või kombainiga).

Näiteks Trimble VRS Now Ag puhul on litsentsitasu ligi 1200 eurot seadme kohta aastas ja kahe seadme korral juba ligi 2400 eurot aastas, kuid seadmetega reaalne parandussignaali kasutamise aeg võib kõiki asjaolusid arvestades jääda ka kahe seadme puhul kokku vaid ühe kuu töömahu piiridesse ühe aasta jooksul.³¹²

Eesti kosmosevaldkonna strateegia 2011–2013 rakenduskava üks olulisemaid tegevusi on enam kui 1,2 miljonit eurot maksva GNSS-RTK püsijaamade võrgustiku loomise projekti käivitamine Maa-ameti poolt 2012. aastal. Maa-ameti GNSS jaamu on praegu 9 ja võrgutarkvara veel kasutusel ei ole, kuid eesmärk on luua 17–20 jaamast koosnev võrgustik. Maa-amet suudab anda täpset RTK teenust (plaaniline ± 1 cm, kõrguslik ± 3 –4 cm) jaamadest ainult 30 km kaugusele.

2013. a kevade seisuga ei olnud Maa-amet veel püsijaamade hanget formaalselt alustanud, kuid toimuvad põhjalikud ettevalmistustööd ning GNSS-RTK püsijaamade võrgustik saab paigaldatud 2015. a keskpaigaks.³¹³

EGNOS signaali kasutajate ja Eesti põllumajandusseadmete edasimüüjate hinnangud EGNOS signaali majanduslikele mõjudele on varieeruvad – kokkuvõtlikult:

- võimaliku kokkuhoiumäärana tootmissisendite kulude baastasemest nimetati intervjuude käigus 0–10%³¹⁴,
- sõltudes olulisel määral töödest, mida EGNOS-e parandussignaali kasutades tehakse, ja kasutatavatest agregaatidest.

Majanduslik efekt on peamiselt ülekatete vältimisest³¹⁵ tulenev võit, mis sõltub olulisel määral kasutatavate tööagregaatide haardelaiusest. Ühe lõppkasutaja hinnangu kohaselt võiks EGNOS-e rakendamisega paralleelsõidul saavutatav tootmissisendite (taimekaitsevahendite, väetise, kütuse) kulude kokkuhoid olla mastaabis **20–30 eurot hektari kohta**. Nii tasub investeerida GNSS vastuvõtjasse end vähemalt 100 hektari suuruse majapidamise juures ära vähem kui aastaga.³¹⁶

Teised lõppkasutajad EGNOS-e rakendamise majandusliku efekti osas sedavõrd optimistlikud ei ole. Kuigi GNSS-i põhine paralleelsõit on kindlasti traktoristi elu lihtsustav tehnoloogia, annab EGNOS-e signaal oma täpsusklassiga majandusliku efekti vaid suure haardelaiusega agregaatide korral, võimaldades sel juhul tegelikku ülekatet vähendada, mistõttu kaalutud keskmine tootmissisendite kulude kokkuhoiumäär jääb alla 5%. Sellise suhtelise efekti juures võiks väiksemate majapidamiste korral olla EGNOS vastuvõtjasse tehtava investeeringu tasuvusaeg isegi 3–5 aastat, mis võib põllumajandustootjate silmis olla liiga pikk periood.

310 www.gmv.com/export/sites/gmv/DocumentsPDF/magicSBAS/magicSBAS_ENC_2012.pdf

311 www.essp-sas.eu/downloads/hymei/service_notice_6_egnos_performances_dec2012.pdf

312 Intervjuu Olav Kreen'iga (Rabaveere Farm OÜ), 2. aprillil 2013. a.

313 Intervjuu Priit Pihlak'uga, Karin Kollo, Peep Krusberg'iga (Maa-amet) 6. märtsil 2013. a.

314 Intervjuu Andres Grents'iga (Rüsimäe talu), 9. aprillil 2013. a.

Intervjuu Olav Kreen'iga (Rabaveere Farm OÜ), 2. aprillil 2013. a.

315 Mitmete tööde tegemisel on tasuvusarvutuste aluseks võetav väärtus 10%-line ülekatete tööorgani töölaieus, mis ei kehti külvil, künnil ja taimekaitsetöödel, kus on nõutav suurem täpsus.

316 Intervjuu Andres Grents'iga (Rüsimäe talu), 9. aprillil 2013. a.

Eeldades, et just üle 100 hektari põllumajandusmaaga majapidamised³¹⁷ on lähiminekis soetanud 400–450 EGNOS-e vastuvõtjat, mis on võimaldanud saavutada peamiselt ülekatete vältimisest tuleneva majandusliku efekti 20 eurot hektari kohta, on EGNOS-e avatud teenuse põllumajandussektoris rakendamise majanduslik mõju Eestis kulude kokkuhoiu näol vähemalt 800 000 eurot aastas.

Samas on see tulemus väga tundlik eelduseks võetud lähteandmete muutmisele. Eesti põllumajandusettevõtete kuluarvestussüsteemid ei ole piisavalt arenenud täppisviljeluse rakendamise majanduslike tulemusindikaatorite piisavalt täpseks tuvastamiseks, mistõttu üldjuhul puudub usaldusväärne teave satelliitpositsioneerimise tehnoloogiate juurutamisest tulenevatest otsestest majanduslikest kasudest.

5.2.3 | Satelliitkaugseire tehnoloogiad Eestis

Kui satelliitpositsioneerimise tehnoloogiad on Eestis levinud, siis arenenumad täppisviljeluse rakendused, mis seostavad asukohaandmed mitmesuguste kaardikihtidega (saagikus- ja mullakaardid jne), on Eestis siiski vähetuntud. Täppisviljeluse valdkonna arengu olulisemate teetähistena käesoleva sajandi algul on välja toodud:³¹⁸

- 2000 – Eesti Põllumajanduse Mehhaniseerimise Instituut algatas täppisviljeluse töörühma;
- 2000 – Eesti esimene elektrooniline saagikuskaart Tartumaal Pilsu talus;
- 2002 – EMVI-s käivitus uurimisprojekt täppisviljeluse kasutamise võimalustest Eestis;
- 2004 – esimene roolimisautomaadiga agregaat Eesti turul.

Edumeelsemates taludes loodi 2000.–2001. a esmased eeldused arenenumate täppisviljeluse tehnoloogiate, nt muutuva normiga väetamise kasutuselevõtuks. Siiski pole neid tehnoloogiaid senimaani juurutatud ja viimasel 5–7 aastal on täppisviljeluse valdkonna areng Eestis seiskunud. Tõenäoliselt on selle üheks oluliseks põhjuseks põllumajandustootjate madal huvi. Praegu müügil ja osaliselt ka juba tootjate kasutuses olev tehnika võimaldab põllutöomasinatel töö käigus muuta jooksvalt külvi-, väetus- ja pritsimisnormi. Ometi pole tootjale hetkel kättesaadav objektiivne info, miks ja milline peaks põllul erinevas kasvukohas norm olema. Seega on oluline, et arenenud tehnoloogiale jõuaks järele ka agronoomilised teadmised.³¹⁹

Seega eeldab saagikuskaartide andmete töötlemine väetamise planeerimiseks, sh mullaproovide andmetega ühildamine, uusi agronoomilisi teadmisi, kuid teisalt nõuab ka erinevate seadmepakkujate tööagregaatidega seotud andmeformaaside ning täppisviljeluse tarkvaralahenduste omavahelist ühildamist. Põllumajandustootjad sooviksid nende vajadustele vastavaid, kuid samas minimaalse seadistamisajaga ja intuiitse kasutajaliidesega rakendusi. Sellise täppisviljelust toetava süsteemi loomine eeldab samas selget arusaama tulemuslikuks tööks vajalikest andmetest ning vastava investeerimisstrateegia kujundamist põllumajandustootja poolt.

Eelnevast järeldub, et põllumajandustootjate madal huvi keerukamate täppisviljeluse rakenduste vastu on tingitud tunnetusest, et täppisviljeluse lahendustega süvitsi minek on väga tööjõumahukas tegevus, mis esitab kõrgendatud nõudmisi ka tööjõule, kuid võimalik tasuvus on raskesti hinnatav ja ebakindel.

Olemasolevate tehnoloogiliste võimaluste laialdasemat kasutamist ja täppisviljeluse meetodite juurutamist on kindlasti võimalik stimuleerida riigipoolsete administratiivsete meetmetega. Põllumajandusministri määruse nr 46 (21. aprillist 2010. a)³²⁰, mis määratleb keskkonnasõbraliku majandamise toetuse saamiseks vajalikud nõuded ning menetluskorra, kohaselt võetakse nõuete seadmisel aluseks põldude keskmine väetisekulu, mis aga tegelikkuses ei arvesta põldude märkimisväärseid erinevusi. Samuti oleks võimalik praegu keskkonnasõbraliku majandamise toetuse taotlemisel kohustuslikud lisadokumendid (nt Veeseaduse § 26¹ lõike 7 alusel peetav põlluraamat) osaliselt asendada agregaatide ja abiseadmete juhtimisel kasutatava pardakompuutri kasutajaliidese väljundifoga. Kaasaegseid tehnoloogilisi rakendusi aktiivsemalt kasutava põllumajandustootja jaoks vähendaks administratiivset koormust oluliselt see, kui näiteks perioodil 2014–2020 käsitletak keskonnasõbraliku tootmisena täppisviljeluse rakendamist.³²¹

317 2010. aasta põllumajandusloenduse tulemuste kohaselt oli üle 100 hektari põllumajandusmaaga majapidamisi oli 1 724 ehk 9% majapidamiste koguarvust ja nende valduses oli 73% kogu põllumajandusmaast hektarites, s.o 688 710 hektarit. www.agri.ee/public/juurkataloog/POLLUMAJANDUS_JA_TT/pollumajandussektor_ylevaade_2011.pdf

318 Tamm, K; Vösa, T(2006); Täppisviljeluse eeldused ja tasuvus Eesti tingimustes; EMVI Teadustööde Kogumik, nr 71, 275–282; www.eria.ee/public/files/TTK_71_lk_275_282.pdf

319 Kuht, J; Tõrra, T; Makke, A; Kilgi, J; Kutti, J (2012), Suviniisu väetamine lähutvalt kasvukoha taimetoitainete sisaldusest; agrt.emu.ee/pdf/2012_2_kuht.pdf

320 www.riigiteataja.ee/akt/116032012005

321 Intervjuu Madis Ajaots'aga (OÜ Rannu Seeme) 25. märtsil 2013. a.

Viimase 2 aasta jooksul on Eestis märgata täppisviljeluse tehnoloogiate valdkonnas mõningast elavnemist. Pilsu talu peremehe Madis Ajaots'a aktiivsel kaasalöömisel on algatatud kaks teadus-arendusprojekti koostöös Eesti Maaülikooliga vastavalt PM ja PRIA kaasrahastamisel. Neist 2011. a algatatud projekti „Optimeeritud kasvukohapõhine väetamine lähtuvalt keskkonna tundlikkusest erinevate taimetootelementide suhtes, baseerudes mullainfo elektroonilisel andmebaasil“ eesmärkideks on:

- teha kindlaks erinevatel muldadel optimaalne väetustase, et oleks võimalik põllu lõikes vastavalt väetus- tarbele määrata kasvukohaspetsiifiliselt vajalik väetustase;
- selgitada välja täppisviljelustehnoloogia kasutusest tulenev saagi ja selle ühtlikkuse tõus ning majanduslik tasuvus;
- teha kindlaks keskkonda leostuvate tootelementide (N ja P) kogus, kasutades kasvukohapõhist agro- tehnikat;
- töötada välja soovitud GPS tehnoloogia efektiivseks kasutuseks kasvukohapõhise agrotehnika jaoks;
- selgitada välja elektrooniliste andmebaaside sobivus täppisviljeluseks.

Projekti olulised vahetulemused 2011–2012:

- kõik kasvuaegse väetamise variandid andsid 2012. a katses rapsi kasvatamisel positiivsed tulemused, samuti ka mullainfo järgi mineraalväetistega väetatud variant ja seda nii seemnesaagis kui ka rapsiõli toodangus;
- põld ja tootmiskatsetes saadud kogemused mullainfo ja taimkatte lämmastikuvajaduse hindamise alusel toimunud diferentseeritud väetamise positiivsetest tulemustest viitavad selgelt edaspidiste täppisviljelus- like uurimuste jätkamise vajadusele.

Satelliitkaugseire rakendused põllumajanduses on eeskätt seotud muutuva normiga tehnoloogiate rakendami- sega põllumajandustootjate poolt. Samas on 2013. a kevadel põllumajandustootjatega läbi viidud intervjuu- dest teada, et 2013. a alguse seisuga diferentseeritud väetamist Eestis üldiselt ei kasutata, mida kinnitavad ka eksperthinnangud. Seega võib üpris suure kindlusega väita, et 2013. a seisuga **Eesti põllumajandussektoris satelliitkaugseire rakendusi ei kasutata.**

Satelliitkaugseire rakenduste turu käivitumine sõltub Eestis suurel määral sellest, kuivõrd kiiresti võetakse kasutusele muutuva normiga rakendused. PM poolt finantseeritud projekti „Optimeeritud kasvukohapõhine väetamine lähtuvalt keskkonna tundlikkusest erinevate taimetootelementide suhtes, baseerudes mullainfo elektroonilisel andmebaasil“ esialgsed tulemused kinnitavad diferentseeritud väetamise positiivset mõju, kuid praktiliste ja eksperimentaalselt valideeritud agronoomiliste juhendmaterjalide loomine Eesti põllumajandus- tootjatele eeldab mitmeid aastaid väitavate jätkuprojektide läbiviimist ning riigipoolset kaasrahastamist.

Põllumajandustootjad vajavad intuitiivseid ja lihtsaid strateegiaid andmete otsustustoena kasutamiseks.³²² Tehnoloogia kasutuselevõtu dünaamika sõltub kindlasti spetsiaalse nõustamisteenuse kättesaadavusest ja Eesti kasutajatele kohandatud rakenduste kasutajaliideste mugavusest. Teiste riikide kogemusest on teada, et kuna kasvukohapõhised rakendused põhinevad suurtel andmemahitudel, on põllumajandustootjatel võrdlemisi suu- red raskused andmete interpreteerimisel, arvestades erinevate tõlgendamisvõimaluste paljusust.³²³

Arenenud riikide – USA³²⁴, Saksamaa³²⁵, Taani³²⁶ – kogemusest järeldub, et täppisviljeluse levik põllumajan- dussektoris on üldjuhul oodatust aeglasem, sest eeldab lisaks tipptasemel agronoomilistele teadmistele ka märkimisväärseid investeeringuid seadmeparki ning töötajate valmisolekut võtta kasutusele moodsad info- ja kommunikatsioonitehnoloogia lahendused. Käesoleva uuringu raames intervjueritud põllumajandustootjad tõid samuti välja, et eakamad töötajad ei oska tihti kasutada info- ja kommunikatsioonitehnoloogia vahendeid.

322 Sørensen, C. G., Fountas, S., Pedersen, H. H., Blackmore, S. (2002). Information sources and decision making on precision farming. In P. Robert (Ed.), Precision Agriculture 07: Proceedings of the 6th International Conference on Precision Agriculture and other Precision Resources Management, Minneapolis, USA.

323 Reichardt, M.; Jürgens, C. (2009); Adoption and future perspective of precision farming in Germany: results of several surveys among different agricultural target groups; Precision Agric 10:73–94.

324 Arnholt, M., Batte, T. M., Prochaska, S. (2001). Adoption and precision farming technologies: A survey of central Ohio precision farmers. AEDE-RP-0011–01, agricultural, environmental and development economics. Columbus, USA: Ohio State University.

325 Reichardt, M., Jürgens, C. (2009). Adoption and future perspective of precision Farming in Germany: results of several surveys among different agricultural target groups. Precision Agriculture, 10(1), 73–94.

326 Fountas, S., Blackmore, S., Ess, D., Hawkins, S., Blumhoff, G., Lowenberg-Deboer, J., et al. (2005). Farmers experience with precision agriculture in Denmark and the US Eastern Corn Belt. Precision Agriculture, 6(2), 121–141.

5.3 | Kokkuvõte

Järeldused:

Satelliitpositsioneerimine on esmane ja olulisim täppisviljeluse tehnoloogiatest. Põllumajandussektoris kasutatavate satelliitpositsioneerimise tehnoloogiate täpsusklassid algavad üldjuhul ± 2 cm. Euroopas on enim levinud tasuta EGNOS parandussignaali täpsusega 0,3–1 m. EGNOS-e asukohasignaali kasutab ligikaudu 2/3 satelliitnavigatsiooni tehnoloogiaid rakendavatest põllumajandustootjatest Euroopa Liidus. EGNOS-e vastuvõtja maksumus on suurusjärgus 1000 eurot – 2500 eurot.

Euroopa põllumajandustootjad alustavad küll EGNOS-est, kuid saades kinnitust, et satelliitpositsioneerimise tehnoloogiate rakendamine on majanduslikult kasulik, liigutakse paari aasta pärast edasi arenenumate süsteemide juurde (DGPS, RTK), et rahuldada kasvavaid vajadusi. Arenenumatesse satelliitpositsioneerimise tehnoloogiatesse investeerimine võimaldab põllumajandustootjal võtta kasutusele automaatroolisüsteemid, mis aitavad hoida masinat iseseisvalt ettenähtud töökäigul. Automaatroolisüsteemide rakendamisel põllumajanduses on üheks olulisemaks motivaatoriks vajadus pakkuda töötajatele tänapäevaseid töötingimusi.

Eksperthinnangute kohaselt on Eesti põllumajandustootjad soetanud viimase kümnekonna aasta jooksul kokku 500–600 GNSS vastuvõtjat, sh automaatroolisüsteemide kasutuselevõtuks hinnanguliselt 120–150 vastuvõtjat. RTK signaali kasutab põllumajandussektoris hinnanguliselt kuni 20 majapidamist. Sarnaselt ülejäänud Euroopa Liiduga on ka Eestis enim soetatud EGNOS vastuvõtjaid, kuna need on suhteliselt odavamad ja EGNOS signaal on lõppkasutajatele tasuta. EGNOS vastuvõtjate orienteeruv turuosa Eestis on 65–80% vahemikus (müüdnud ühikute järgi).

Arenenumatesse satelliitpositsioneerimise tehnoloogiatesse investeerimist pärsib Eestis tehnoloogiate kulukus nii ühekordse investeringukulu (vastuvõtja maksumus, mis on RTK parandite puhul isegi 12000 eurot kuni 16000 eurot) kui ka pideva, iga-aastase eksploatatsioonikulu osas (litsentsitasu, mis on RTK parandite puhul kuni 2000 eurot põllumajandusmasina kohta aastas).

Euroopa GNSS Agentuuri hinnangul võimaldab EGNOS-e signaali kasutamine Euroopa põllumajandustootjatel hoida kokku kuni 7% tegevuskuludest tänu aja-, kütuse- ning masinakulude kokkuhoiule. EGNOS signaali kasutajad Eestis ja kohalikud põllumajandusseadmete edasimüüjad hindavad EGNOS signaali kasutamist tulenevaks võimalikuks kokkuhoiumääraks 0–10% arvatuna tootmissisendite kulude baastasemest, kuid kokkuhoiu täpsemaks kindlakstegemiseks vajalikke kuluarvestussüsteeme Eesti põllumajandustootjad ei rakenda.

Põllutööde (väetamine, taimekaitse jms) läbiviimisel muutuva normiga võetakse arvesse maapinda iseloomustavate parameetrite muutusi ühe põllu piires. Muutuja normiga rakenduste edukas kasutuselevõtt eeldab tõhusat koostööd teadus-arendusasutustega, mis analüüsivad mitmetest allikatest (mullaproovid, saagikuskaardid, kaugseire) kogutavaid andmeid praktiliste soovitude pakkumiseks (töökaartide koostamiseks).

Prantsusmaal eduka FARMSTAR teenuse näitel on põllutööde läbiviimisel muutuja normiga eeldatav täiendav tulu ja kulude kokkuhoid hektarilt vahemikus 20–60 eurot aastas, kuid teenuse enda aastane maksumus on 10 eurot hektarilt.

Eestis praegu müügil olev ja osaliselt ka juba tootjate kasutusse jõudnud põllumajandustehnika võimaldab põllutöömasinatel töö käigus muuta jooksvalt külvi-, väetus- ja pritsimisnormi. Ometi pole tootjale hetkel kättesaadav objektiivne info, miks ja milline peaks põllul erinevas kasvukohas norm olema. Seetõttu Eestis diferentseeritud väetamist kui peamist muutuja normiga rakendust üldiselt ei kasutata.

Eesti oludele sobiva, mullainfo ja taimekatte lämmastikuvajaduse hindamise alusel toimuva diferentseeritud väetamise uurimiseks on Eesti Maaülikool alates 2011. aastast läbi viimas projekti „Optimeeritud kasvukohapõhine väetamine lähtuvalt keskkonna tundlikkusest erinevate taimetootelementide suhtes, baseerudes mullainfo elektroonilisel andmebaasil“, mille raames seni läbiviidud põld- ja tootmiskatsetes on diferentseeritud väetamine andnud positiivseid tulemusi ja suunad edasisteks täppisviljeluslikeks uuringuteks.

Eesti Maaülikooli esmased uurimistulemused ning muu maailma kogemus kinnitavad seda, et täppisviljelus on perspektiivikas lähenemine põllumajandusettevõtete majandusliku efektiivsuse suurendamiseks. Käesoleva uuringu tulemusena võib välja tuua 4 peamist lahendamist vajavat probleemi, mis takistavad täppispõllumajanduse rakenduste turu arengut Eestis.

Soovitused täppispõllumajanduse rakenduste turu arenguks Eestis:

1. Põllumajandustootjate hinnangul pole tootjale hetkel kättesaadav objektiivne ja Eesti oludes valideeritud teave muutuva normiga tehnoloogiate (väetamine, taimekaitse jne) rakendamiseks. Seega peaksid Eesti ametkonnad (PM, HTM, KKM) lähiaastatel jätkama **kohalikele oludele suunatud täppisviljeluse alaste rakendusuuringute rahastamist**, et selgitada välja Eesti oludes parimaid tulemusi andvad täppisviljeluse strateegiad.

Rakendusuuringute jätkamise ja täppisviljeluse alase akadeemilise kompetentsi loomise ja arendamise vajadus on Eestis olemas, kuna:

- tuleb erapooletult demonstreerida mitmesuguste põllutöödel kasutatavate uuenduste kuluefektiivsust;
 - täppisviljeluse majanduslik efekt ning saagikus sõltuvad väga paljudest asjaoludest ja lisamõjudest, nt taimehaigused, maaparanduse kvaliteet, tallatud alad jms – neid lisamõjusid tuleb osata arvestada.
2. Põllumajandustehnika edasimüüjate hinnangul on üldine teadlikkus täppisviljeluse võimalustest Eestis madal. Samuti näitab arenenud riikide kogemus, et täppisviljeluse levik põllumajandussektoris on üldjuhul oodatust aeglasem, mille üheks peamiseks põhjuseks on põllumajandustootjate madal teadlikkus. Vajalik on **kavandada ja ellu viia meetmeid täppisviljeluse alaste teadmiste levitamiseks sihtgruppi seas Eestis**.

Teadlikkuse tõstmine sõltub peamiselt kättesaadavatest infoallikatest ja teabe kvaliteedist, mistõttu on oluline viia teadus- ja arendusasutuste uurimistulemused kiiresti laiemale avalikkuse ette nii riikliku nõuandesüsteemi kui põllumajandussektori ühenduste (ühistud, katusorganisatsioonid) kaudu.

3. Võttes arvesse rahvusvahelisi trende – GNSS rakendajate osakaal põllumajandustootjate seas kasvab turu koondumise tingimustes ning tasuta GNSS signaalid (GPS, EGNOS) on üldjuhul eelnevaks vaheetapiks arenenumate süsteemide kasutamisele –, **tuleb Eestis soodustada arenenumate süsteemide (DGPS/RTK) kasutuselevõttu**.

Ennustuste kohaselt paraneb tasuta EGNOS signaali kõrval tulevikus oluliselt RTK kättesaadavus, kuna RTK parandit pakutakse üha enam avaliku teenusena, mille tulemusena peab ka erasektor konkurentsipõhises hindu langetama. Eesti peaks samuti astuma samme RTK parandi kättesaadavuse parandamiseks, sest põllumajandustootjate hinnangul on just DGPS/RTK kõrge hind peamiseks takistuseks nende tehnoloogiate kasutuselevõtul.

Maa-ameti eesmärk on 2015. aastaks välja arendada 17–20 jaamast koosnev GNSS-RTK püsijaamade võrgustik, mis suudab anda täpset RTK teenust (plaaniline ± 1 cm, kõrguslik ± 3 – 4 cm). GNSS-RTK võrgustiku ettevalmistustööd seni piirdunud tehnilise poolega ja ärimudeli osas puudub selge nägemus, sest poliitilisel tasandil pole toimunud vastavasisulisi arutelusid. Maa-ameti, KKM, PM ja ettevõtluse esindajad peaksid konsultatsioonide tulemusena leidma võimaluse anda Eesti põllumajandustootjatele soodustingimustel ligipääs riiklikule GNSS-RTK püsijaamade võrgustikule.

4. Euroopa Liidu ühtse põllumajanduspoliitikaga seotud põllumajandustoetuste (nt keskkonnasõbraliku majandamise toetuse) nõuete ning põllumajandusettevõtjate aruandluskoostuste seadmisel tuleks **eelistada tehnoloogilist arengut (sh täppisviljeluse kasutuselevõttu) soodustavaid lähenemisi**.

Täppisviljeluse rakendamine on oluline väetiste ja pestitsiidide säästliku kasutamise seisukohalt. Olemasolevate tehnoloogiliste võimaluste laialdasemat kasutamist ning täppisviljeluse meetodite juurutamist on kindlasti võimalik ergutada riigipoolsete administratiivsete meetmetega, käsitledes täppisviljelust keskkonnasõbraliku majandamisena või põllutehnika pardakompuutri kasutajaliidese väljundinfot digitaalse põlluraamatuga võrdväärseks.

Lisad

Akronüümid

7RP – Euroopa Ühenduse teadusuuringute, tehnoloogiaarenduse ja tutvustamistegevuse 7. raamprogramm ajavahemikuks 1. jaanuarist 2007 kuni 31. detsembrini 2013 võeti vastu Euroopa Parlamendi ja nõukogu otsusega nr 1982/2006/EÜ

ADS-B (*Automatic Dependent Surveillance-Broadcast*) – Automaatse sõltuva seire üldsaaed – meetod, millega õhusõidukid, lennuvälja sõidukid ja teised objektid saavad andmesidekanali kaudu üldsaaete režiimis automaatselt edastada ja/või vastu võtta selliseid andmeid nagu tunnus, asukoht ja vastavalt vajadusele täiendavat teavet. Varasemate süsteemide puhul (näiteks TCAS – Õhus kokkupõrke vältimise süsteem) said õhusõidukid näha vaid sama süsteemi kasutavaid õhusõidukeid. ADS-B kuvab aga infot kõikide piirkonnas asuvate õhusõidukite kohta.

AIS (*Automatic Identification System*) – laeva automaatne identifitseerimissüsteem. Rahvusvaheline mereohutuse konventsioon nõuab, et AIS oleks paigaldatud kõigile vähemalt 300 tonnise kogumahutavusega kaubalaevadele ning igale reisilaevale

APV (*Approach Procedure with Vertical guidance*) – instrumentaallähenedamisprotseduur, kus õhusõiduk saab navigatsioonilise informatsiooni nii horisontaal- kui ka vertikaalsuuna suhtes, kuid mis ei vasta täppislähenedamise nõuetele

Astrium EADS (*European Aeronautic Defence and Space Company; www.astrium.eads.net*) – Euroopa lennundus- ja kaitsetööstuskontserni EADSi tütarettevõtte, kes pakub kosmosetehnoloogiatel põhinevaid tooteid ja teenuseid kõikjal maailmas. Ettevõtte käive ulatus 2009. aastal 4.8 miljardi euroni ning ettevõttes töötas 15000 inimest

ATP – Copernicus programmi andme- ja teabepoliitika

Baro-VNAV (*Barometric Vertical Navigation*) – baromeetiline püstsuunaline navigeerimine

CFIT (*Controlled Flight Into Terrain*) – termin, mis kirjeldab õnnetusjuhtumit, mille korral juhitav õhusõiduk põrkab kokku maa- või veepinnaga

CIP (*Competitiveness and Innovation Framework Programme*) – Euroopa Komisjoni poolt hallatav konkurentsivõime ja uuendustegevuse raamprogramm

CORINE (*COoRdination of INformation on the Environment; www.keskkonnainfo.ee/main/index.php/et/meist/projektid/corine-land-cover*) – programm, mis algatati Euroopa Komisjoni poolt 1985. a eesmärgiga "koondada, koordineerida ja tagada sisukas informatsioon keskkonnaseisundi ja loodusvarade kohta Euroopa Ühenduses". CORINE Land Cover projekti eesmärk on luua ühtse meetodika alusel ruumiandmetel põhinev üleeuroopaline maakatte andmebaas, interpreteerides selleks ka satelliidiandmeid.

Cospas-Sarsat (*Cosmicheskaya Sistema Poiska Avariynyh Sudov – Search And Rescue Satellite-Aided Tracking; www.cospas-sarsat.org*) – USA, Kanada, Prantsusmaa ja NSV Liidu loodud ühissüsteem, milles Maa tehiskaaslaste abil määratakse kindlaks avariolukorras laevade või lennukite asukoht ning edastatakse nende häda-signaale.

CwRS (*Control with Remote Sensing*) – satelliitkaugseirel põhinev meetodika EL ühtse põllumajanduspoliitika pindalatoetuste menetlemise protsessis kontrolli teostamiseks

DAB (*Digital Audio Broadcasting*) – digitaalse audio edastamise standard

DDC (*Delays, Diversions and Cancellations*) – viivitused, ümbersuunamised ja tühistamised

DG DEVCO – Euroopa Komisjoni Arengu ja Koostöö peadirektoraat

DG ECHO – Euroopa Komisjoni Humanitaarabi peadirektoraat

DG ENTR (*DG Enterprise and Industry*) – Euroopa Komisjoni Ettevõtluse ja Tööstuse peadirektoraat

DG RELEX (*Directorate-General for the External Relations*) – Euroopa Komisjoni Välissuhete peadirektoraat

DGPS (*Differential GPS*, tihti ka *Differential GNSS*) – Diferentsiaal GPS on meetod GPS-il põhineva asukohamäärangu täpsuse parandamiseks, kasutades fikseeritud asukohas (maapealses tugijaamas) olevatelt referents-vastuvõtjatelt saadavat täiendavat infot

EAS – Ettevõtluse Arendamise Sihtasutus

ECMWF (*Centre for Medium-Range Weather Forecasting; www.ecmwf.int*) – Euroopa Keskpika Ilmaproгноosi keskus

EDAS (*EGNOS Data Access Service*) – EGNOS-e andmete levitamise teenus, mis on suunatud täiustatud rakendustele, pakub kontrollitud juurdepääsuga äriandmete levitamise teenust (näiteks interneti või mobiiltelefonide kaudu)

EEA (*European Environment Agency, www.eea.europa.eu*) – Euroopa Keskkonnaamet

EGNOS (*European Geostationary Navigation Overlay Service*) – „Euroopa geostatsionaarne navigatsiooni lisasüsteem“ – EL satelliidipõhine tugisüsteem, mis parandab positsioneerimise täpsust satelliitnavigatsioonisüsteemide (nt Galileo ja GPS) kattealal

EL – Euroopa Liit

- EMHI** – Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituut (asutustes läbiviidud ümberkorralduste tulemusel tegutses alates 1. juunist 2013 EMHI asemel Keskkonnaagentuur – KAUR)
- EMS** (*Emergency Management Service*, www.emergency.copernicus.eu) – Copernicuse hädaolukordade haldamise teenus
- EMSA** (*European Maritime Safety Agency*; www.emsa.europa.eu) – Euroopa Mereohutuse Amet
- ESA** (*European Space Agency*) – Euroopa Kosmoseagentuur
- ESSP** (*European Satellite Services Provider*) – 2001. aastal asutatud ettevõte, mille eesmärk on tagada EGNOS-e süsteemi käitamine
- EUMETSAT** (*European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites*; www.eumetsat.int) – Euroopa Meteoroloogiasatelliitide Kasutamise Organisatsioon
- EUSC** (*European Union Satellite Centre*; www.satcen.europa.eu) – 2002. aastal loodud Euroopa Liidu Satelliidikeskus on Euroopa Liidu Nõukogu asutus, mille ülesandeks on Maa satelliitkujutiste analüüsimisel saadava teabe kogumine ja kasutamine.
- FMI** (*Finnish Meteorological Institute*, en.ilmatieteenlaitos.fi) – Soome Meteoroloogianstituut
- FRONTEX** (*European Agency for the Management of Operational Cooperation at the External Borders of the Member States of the European Union*; www.frontex.europa.eu) – Euroopa Liidu liikmesriikide välispiiril tehtava operatiivkoostöö juhtimise Euroopa agentuur
- FTA** (*Finnish Transport Agency*, www.liikennevirasto.fi) – Soome Transpordiagentuur
- GEO** (*Group on Earth Observations*; www.earthobservations.org) – valitsustevaheline organisatsioon, mis koordineerib Maa jälgimise globaalse süsteemi loomist (nii kaugseire kui *in situ* andmed). GEO-l on 88 liikmesriiki ja liikmeks on ka Euroopa Komisjon. Euroopa panuseks GEO-sse on GMES programm. Eesti on GEO liige. Eesti esindajaks GEO High Level Working Group-is on Eesti esindaja Tiit Kutser (TÜ Mereinstituut) ja asendusliikmeks on Reet Talkop (Keskkonnaministeerium) alates 2005. a.
- GEOS** (*Global Earth Observation System of Systems*, www.earthobservations.org/geos.shtml) – Globaalne Maa jälgimise süsteemide süsteem
- GIS** (*Geographic Information System*) – geograafiline infosüsteem
- GLONASS** (ГЛОНАСС, Глобальная навигационная спутниковая система) – Venemaa omandis olev globaalne satelliitnavigatsioonisüsteem
- GMES** (*Global Monitoring for Environment and Security*) – Keskkonna ja turvalisuse globaalne seire – Euroopa Liidu Maa kaugseire programm, mis kannab nüüdseks nime Copernicus.
- GNSS** (*Global Navigation Satellite System*) – globaalne satelliitnavigatsioonisüsteem
- GPRS** (*General Packet Radio Service*) – üldine raadio-pakettandmeside teenus, mis võimaldab andmeedastust kiirusega 56 kuni 114 kbit/s ning pakub mobiiltelefonide ja personaalarvutite kasutajatele pidevat internetiühendust
- GPS** (*Global Positioning System*) – Globaalne Positsioneerimise Süsteem – USA omandis olev satelliitnavigatsioonisüsteem
- GSA** (*European GNSS Agency*, www.gsa.europa.eu) – Euroopa GNSSi Agentuur – Agentuuri ülesanded hõlmavad peamiselt Euroopa satelliit-raadionavigatsioonisüsteemide turvalisuse akrediteerimist ja nende turuleviimise ettevalmistamist
- HAL/VAL** (*Horizontal Alert Limit / Vertical Alert Limit*) – horisontaalne/vertikaalne hoiatuslimiit – maksimaalne lubatud viga positsiooni arvutamisel
- HELCOM** (*Helsinki Commission; Baltic Marine Environment Protection Commission*) – Läänemere piirkonna merekeskkonna kaitse konventsiooni (ehk Helsingi konventsiooni) juhtorgan, mis tegeleb Läänemere merekeskkonna kaitsmisega kõigi reostusallikate eest.
- HIROMB** (*High Resolution Operational Model for the Baltic Sea*) – Läänemere maade ühine teadus-arendusprojekt, mis on saanud alguse 1995. aastal Rootsist. Eesmärgiks on Läänemere veeolude parem prognoosimine. Eestist osaleb HIROMB konsortsiumi töös TTÜ Meresüsteemide instituut.
- HR** – kõrge lahutusega (*high resolution*) satelliidipildid (2–20m)
- HTM** – Haridus- ja Teadusministeerium
- ICAO** (*International Civil Aviation Organization*) – Rahvusvaheline Tsiviillennunduse Organisatsioon
- IFR** (*Instrument Flight Rules*) – instrumentaallennureeglid
- ILS** (*Instrument Landing System*) – pimemaandumissüsteem on raadionavigatsiooniks kasutatav süsteem, mis annab õhusõiduki kohta horisontaalset ja vertikaalset informatsiooni enne maandumist ja maandumise ajal. ILSi kasutatakse turvaliseks maandumiseks instrumentaallennuilm (IMC) puhul ehk ilmastikutingimuste korral, millede valitsedes kas nähtavust, vahemaad pilveni või pilvisuse kõrgust iseloomustav suurus on väiksem kui visuaallennuilm (VMC) jaoks määratud vastav miinimumsuurus.
- INSPIRE** (*Infrastructure for Spatial Information in the European Community*, inspire.jrc.ec.europa.eu/) – Euroopa Parlamendi ja Nõukogu direktiiv 2007/2/EÜ, 14. märts 2007, millega rajatakse Euroopa Ühenduse ruumiandmete infrastruktuur (INSPIRE).
- IP** (*Internet Protocol*) – internetiprotokoll, sideprotokoll ehk reeglistik andmepakettide edastamiseks

JRC (*Joint Research Centre*, www.ec.europa.eu/dgs/jrc) – seitsmest teadusinstituudist koosnev Teadusuuringute Ühiskeskus on Euroopa Komisjoni oma teadustalitus, mille missiooniks on pakkuda Euroopa Liidu meetmete toetamiseks sõltumatut tõenditepõhist teaduslikku ja tehnilist abi kogu poliitikatsükli vältel.

JRCC (*Joint Rescue Coordination Centre*) – Mere- ja lennupääste koordinatsioonikeskus (Eesti rahvuslik kontaktpunkt kuulub Politsei- ja Piirivalveameti piirivalveosakonna mereturvalisuse büroo koosseisu); www.politsei.ee/et/kontakt/mere--ja-lennupaaste.dot

KAUR – Keskkonnaagentuur; www.keskkonnaagentuur.ee – Keskkonnaministeeriumi hallatav riigiasutus, mille olulisemad tegevused on riikliku keskkonnaseire tegemine ja korraldamine, ilmaprognoosi ja hoiatuste koostamine, hinnangute andmine keskkonnaseisundi ja seda mõjutavate tegurite kohta, asjaomaste andmekogude pidamine ja Eesti keskkonnaseisundi kohta aruandluse esitamine. Keskkonnaagentuur on loodud Eesti Meteoroloogia- ja Hüdroloogia Instituudi ja Keskkonnateabe Keskuse tegevuse ümberkorraldamisel.

KESTA programm – Keskkonnakaitse ja -tehnoloogia teadus- ja arendustegevuse programm; www.etag.ee/rahastamine/keskkonnakaitse-ja-tehnoloogia-programm-kesta

KKI – Keskkonnainspektsioon

KKM – Keskkonnaministeerium

KSAT (Kongsberg Satellite Service AS, www.ksat.no) – Kaugseire valdkonnas tegutsev Norra ettevõtte

LNAV (*Lateral Navigation*) – rõhtsuunaline navigatsioon

LPV (*Localizer Performance with Vertical guidance*) – vertikaalse juhendamisevõimekusega kursimajakas

LR – madala lahutusega (*low resolution*) satelliidipildid (>20m)

MDA (*Minimum Decision Altitude*) – minimaalne otsustuskõrgus. Kui piloot sellele kõrgusele jõudes lennuraja olustikku visuaalselt ei näe, tuleb lähenemisprotseduur katkestada.

MEOSAR (*Medium Earth Orbit Search and Rescue satellites*) – keskmisel Maa orbiidil asuvate otsingu- ja päästesatelliitide süsteem

MKM – Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium

MSAS (*Multi-functional Satellite Augmentation System*) – Jaapanit kattev satelliidipõhine tugisüsteem (EGNOS-e analoog)

MTÜ – mittetulundusühing

NDB (*Non-Directional Beacon*) – ringsuunaline raadiomajakas

NLES (*Navigation Land Earth Stations*) – EGNOS-e maismaa-navigatsioonijaamad sidepidamiseks navigatsioonitransponderitega

NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*, www.noaa.gov) – USA riiklik ookeani- ja atmosfääri administratsioon

PBN (*Performance-Based Navigation*) – suutlikkusel põhinev navigatsioon – piirkondlik navigatsioon, mis põhineb ATS-marsruudil, instrumentaallähenemisprotseduuridel või määratud õhuruumis kasutatava õhusõiduki seadmete suutlikkusel

PM – Põllumajandusministeerium

PPA – Politsei- ja Piirivalveamet

PRIA – Põllumajanduse Registrate ja Informatsiooni Amet

P-RNAV (*Precision-Area Navigation*) – täppisnavigatsioon

PRS (*Public Regulated Service*) – Galileo avalik reguleeritud teenus, mis on mõeldud üksnes valitsuselt vastava loa saanud kasutajatele ning kasutamiseks eeskätt selliste tundlike rakenduste puhul, kus on oluline tagada katkematu teenus. PRS kasutab tugevaid ja krüpteeritud signaale, mis on erinevatele looduslikele või pahahtlikele segajatele vähem vastuvõtlikud.

RAIM (*Receiver Autonomous Integrity Monitoring*) – vastuvõtja autonoomne terviklikkuse kontroll. RAIM on üks võimalusi tagada GPS-i terviklikkuse (*integrity*) jälgimine. GPS navigatsioonis peab olema RAIM algoritmi kasutamise korral kättesaadavad kuus või enam satelliiti. RAIM-i hoiatuse saamiseks võib olla kaks põhjust: kas ei ole antud hetkel 6 või enam satelliiti kättesaadavad või on ühe satelliidi andmed „ebatäpsed“. RAIM on võimeline avastama „ebatäpsete“ andmetega satelliiti ja teavitama sellest pardasüsteemi. Ebatäpne satelliit isoleeritakse ja asendatakse teisega.

RDS (*Radio Data System*) – raadio andmesüsteem, sideprotokoll andmepakettide edastamiseks

RIMS (*Ranging and Integrity Monitoring Stations*) – EGNOS-e ülekandevõimsuse ja töökindluse seirejaamad

RMK – Riigimetsa Majandamise Keskus

RTK (*Real Time Kinematic*) – reaalaaja kinemaatiline mõõdistamine – parandussignaali tehnika, mis põhineb kandevlaine faasi mõõtmistel

SAR (*Search and Rescue*) – otsingu- ja päästetööd

SAR (*Synthetic aperture radar*) – tehisavaradar – radaritüüp, mille eripäraks on antenni ja uuritava piirkonna vahelise suhtelise liikumise kasutamine. Nii on võimalik saavutada kõrgem ruumiline lahutus kui tavalise, kiirtega skaneeriva radariga.

SBAS (*Satellite-Based Augmentation System*) – satelliidipõhine tugisüsteem, mis parandab positsioneerimise täpsust geostatsionaarse satelliidi kattealas

SHERPA (*Support ad-Hoc to Eastern Region with Pre-operational Actions on GNSS*) – 7RP projekt, mille eesmärgiks on toetada iga partnerriigi huvigruppe EGNOS-e rakendamisel

SKP – sisemajanduse koguprodukt

SM – Siseministerium

SMA (*Swedish Maritime Administration*, www.sjofartsverket.se) – Rootsi Mereadministratsioon

SMHI (*Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut*, www.smhi.se) – Rootsi Meteoroloogia- ja Hüdroloogia Instituut

SoL (*Safety-of-Life*) – Ohutusteenus teavitab kasutajaid automaatselt mõne sekundi jooksul kõikidest satelliidi rikestest või muudest sarnastest satelliidi toimimist mõjutavatest probleemidest. Teenus on mõeldud ohutuse seisukohalt oluliste rakenduste jaoks, näiteks rongide käitamine, autojuhtimine, navigeerimine ja lennundus. Teenus rahuldab ka teatavates sektorites tekkivaid vajadusi seoses katkematuse, kättesaadavuse ja täpsusega ning sisaldab funktsiooni, mis võimaldab teavitada kasutajat süsteemis esinevast häirest.

TSO – Siseministeriumi teabeseire osakond

TTÜ – Tallinna Tehnikaülikool

TTÜ MSI – Tallinna Tehnikaülikooli Meresüsteemide Instituut – osutab teadmusteenuseid (sh avalikes huvides) ja viib läbi rakenduslikke mereuuringuid, sh Läänemere jäätingimuste ja jääkatte optiliste omaduste vallas. TTÜ MSI on osalenud EL 7RP projektis SAFEWIN (Safety of winter navigation in dynamic ice, 2009–2013) ning EL 6. raamprogrammi projektis SAFEICE (Increasing the Safety of Icebound Shipping, 2004–2007), mis on olnud suunatud jääseire teemaatikale.

TÜ EMI – Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituut

UNOSAT (UNITAR's Operational Satellite Applications Programme) – ÜRO satelliidikeskus

WAAS (*Wide Area Augmentation System*) – USA-d kattev satelliidipõhine tugisüsteem (EGNOS-e analoog)

VHR – väga kõrge lahutusega (*very high resolution*) satelliidipildid (<2 m)

WINMOS (*Winter Navigation Motorways of the Sea*) – projekt, mille eesmärgiks on suurendada Läänemeresel toimuva talvise navigatsiooni efektiivsust, jätkusuutlikkust, ohutust ja keskkonnasäästlikkust.

WMS (*WebMapService*) – avatud lähtekoodiga OpenGIS-I baseeruv veebikaardi teenuse standard

VNAV (*Vertical Navigation*) – püstsuunaline navigatsioon

VOR (*VHF Omnidirectional Radio Range*) – VHF-ringsuunaline raadiomajakas

VRT (*Variable Rate Technology*) – muutuva normiga tehnoloogia – tehnoloogia, mis võimaldab põllumajandustootjatel muuta kasutatavate tootmissisendite (nt väetise) kogust vastavalt konkreetse põllu või selle osade vajadustele, eesmärgiga hoida kokku kulusid, suurendada saaki ning vähendada keskkonnamõjusid.

VTA – Veeteede Amet

VTT (*VTT Technical Research Centre of Finland*, www.vtt.fi) – Soome Riiklik Tehniline Uurimiskeskus – on Põhja-Euroopa suurim rakendusuringuid teostav organisatsioon, mis pakub klientidele erinevaid kõrgtehnoloogilisi lahendusi ja innovatsiooniga seotud teenuseid.

ÜPT – EL ühtne pindalatoetus

Intervjueritute nimekiri

1. Lauri Laasik, Leho Roots (Eesti Lennuakadeemia); 18. veebruaril 2013. a;
2. Markus Kaukula (Geosoft OÜ); 5. märtsil 2013. a;
3. Hannus Vard (AS Tallinna Lennujaam); 6. märtsil 2013. a;
4. Priit Pihlak, Karin Kollo, Peep Krusberg (Maa-amet); 6. märtsil 2013. a;
5. Priit Soom (Tehnilise Järevalve Amet); 19. märtsil 2013. a;
6. Viktor Popov (Lennuliiklusteeninduse AS); 30. mail 2013. a;
7. Kai Raudvere (Põllumajanduse Registrite ja Informatsiooni Amet); 21. veebruaril 2013. a;
8. Andrus Kroon, Heiki Heinla (Siseministeerium); 22. veebruaril 2013. a;
9. Reet Tõlkop (Keskkonnaministeerium); 22. veebruaril 2013. a;
10. Tiina Dišlis, Kait Antso (Keskkonnaagentuur); 6. märtsil 2013. a;
11. Thierry Brefort (Euroopa Komisjon, ettevõtluse ja tööstuse peadirektoraat); 13. märtsil 2013. a;
12. Himot Maran (Keskkonnainspeksioon); 19. märtsil 2013. a;
13. Heikki Kalle, Kuido Kartau, Ülli Reimets (Hendrikson & Ko OÜ); 25. märtsil ja 23. mail 2013. a;
14. Aivo Ammann (Politsei- ja Piirivalveamet, JRCC); 5. aprillil 2013. a;
15. Olaf Trieschmann (Euroopa Mereohutuse Amet), 12. aprillil 2013. a;
16. Robert Aps (Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituut); 23. aprillil 2013. a;
17. Rene Allik (Siseministeerium); 8. mail 2013. a;
18. Tiit Hion (Hades-Invest OÜ); 25. veebruaril 2013. a;
19. Taavi Võsa (Eesti Maaviljeluse Instituut); 22. veebruaril 2013. a;
20. Jaanus Kilgi (Tatoli AS); 26. veebruaril 2013. a;
21. Ergo Viil (Stokker Agri OÜ); 6. märtsil 2013. a;
22. Jaan Kuht, Toomas Tõrra (Eesti Maaülikool); 7. märtsil 2013. a;
23. Jaak Läänemets, Ott Läänemets (Uuetoa talu); 21. märtsil 2013. a;
24. Madis Ajaots (Rannu Seeme OÜ); 25. märtsil 2013. a;
25. Olav Kreen (Rabaveere Farm OÜ), 2. aprillil 2013. a;
26. Andres Grents (Rüsimäe talu); 9. aprillil 2013. a;
27. Taimo Kase (Silky Ways OÜ); 17. aprillil 2013. a;
28. Riina Palu (Tallinna Sadam AS); 14. veebruaril 2013. a;
29. Tarmo Kõuts, Urmas Raudsepp (TTÜ Meresüsteemide Instituut); 22. veebruaril 2013. a;
30. Martin Kaarjärv (Veeteede Amet); 5.03.2013, 22. mail 2013. a;
31. Antti Kangas (*Finnish Meteorological Institute*); 28. märtsil 2013. a;
32. Juha Karvonen (*Finnish Meteorological Institute*); 28. märtsil 2013. a;
33. Aarne Männik (Keskkonnaagentuur); 9. aprillil 2013. a;
34. Bernard Zufferey (*European Space Agency*); 23. aprillil 2013. a;
35. Peedu Kass (Veeteede Amet, jäämurdja Tarmo kapten); 7. mail 2013. a;
36. Armin Sirelpuu (Veeteede amet, EVA-316 kapten); 7. juunil 2013. a;
37. Robin Berglund (*VTT Technical Research Centre of Finland*); mais 2013;
38. Ulf Gullne (*Swedish Meteorological and Hydrological Institute*); mais 2013;
39. Hillar Tork (Euroopa Komisjon, ettevõtluse ja tööstuse peadirektoraat, Galileo töögrupp), 12. märtsil 2013. a;
40. Erik Willen (Metria AB, Earth Observation), 14. märtsil 2013. a;
41. Eduard Pukkonen (Maa-amet), 21. märtsil 2013. a;
42. Andrus Kross (Maanteeamet), 21. märtsil 2013. a;
43. Tiit Valt (Maanteeamet), 11. aprillil 2013. a;
44. Kristiina Kitsik (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium), 18. aprillil 2013. a;
45. Gunnar Reinapu (Erametsakeskus SA) 13. mail 2013. a;
46. Marti Laidre (Elektrilevi OÜ), 13. mail 2013. a;
47. Armen Abrahamyan (Ministry of Labour and Social Affairs, Armeenia), 13. juunil 2013. a;
48. Vincent Tigny (GIM, Geographic Information Management), 27. juunil 2013. a

“Innovation Studies” sarjas ilmunud uuringud:

- 1/2002 Competence Centre Programme Estonia. Feasibility Study
- 2/2002 Innovation in Estonian Enterprises 1998–2000
Saadaval eesti- ja ingliskeelsena
- 3/2003 Business Incubation: Review of Current Situation and Guidelines for Government Intervention in Estonia
- 4/2003 Optimising the Design and Delivery of Innovation Policy in Estonia: an Evaluation of Policy Instruments for Intensifying Business Innovation
- 5/2004 Access of Enterprises to Venture Financing in Estonia: Feasibility Study of Government Support Scheme
- 6/2006 Evaluation of the Design and Implementation of Estonian RTDI Policy: Implications for Policy Planning
- 7/2007 Innovation in Estonian Enterprises 2002–2004
Saadaval eesti- ja ingliskeelsena
- 8/2007 Impact Evaluation of Spinno Programme in 2001–2006
- 9/2007 Innovation Staff Recruitment Programme Feasibility Study
- 10/2007 Evaluation of Estonian RTDI Policy Mix
- 11/2008 Ettevõtete tehnoloogiainvesteeringu teostatavuse analüüsi lõppraport
- 12/2008 Mid-Term Evaluation of the Competence Centre Programme
- 13/2010 Estonian Biotechnology Programme. Feasibility study for an Estonian Biotechnology Programme
- 14/2010 Eesti ettevõtete uued võimalused – ärimudelid, avatud innovatsioon ja riigi valikud
- 15/2011 Feasibility Study for an Estonian Materials Technology Programme
- 16/2011 Innovaatiline tegevus ettevõtetes aastatel 2006–2008
- 17/2011 Evaluation Framework for Innovation and Enterprise Support Policies in Estonia
- 18/2012 The Role of Green ICT in Enabling Smart Growth in Estonia
- 19/2012 Peer-Review of the Estonian Research and Innovation System. Steady Progress Towards Knowledge Society
- 20/2012 Energiatehnoloogia programmi vahehindamine. Aruanne
- 21/2012 Ettevõtlus- ja innovatsioonipoliitika vahehindamine

“Innovation Studies” seeria koondab uuringuid, hindamisi ja analüüse Eesti innovatsioonisüsteemi ja innovatsioonipoliitika kohta. Tegevus on kantud eesmärgist tõsta innovatsioonialast teadlikkust ja edendada innovatsioonipoliitika teadmistepõhisust Eestis.

“Innovation Studies” väljaanded leiab veebiaadressilt www.mkm.ee alajaotusest Innovatsioon/Uuringud/Innovation Studies

ISBN 978-9949-9163-6-8 (pdf)
ISSN 1406-7692

ISBN 978-9949-9163-6-8



9 789949 916368

ISSN 1406-7692



9 771406 769006

