

CIVITTA

TAL TECH



Euroopa Liit
Euroopa struktuuri-
ja investeerimisfondid



Eesti
tuleviku heaks

5G TEENUSTE KASUTUSJUHTUDE TUVASTAMISE UURING

I ETAPI LÕPPARUANNE

Tellija:

Majandus- ja Kommunikatsiooniministerium

Teostajad:

Civitta Eesti AS
Tallinna Tehnikaülikool

04.05.2021

SISUKORD

KASUTATUD MÕISTED JA LÜHENDID	1
SISSEJUHATUS	6
1. DIGIKULTUUR	8
1.1. Valdkonna ülevaade.....	8
1.2. Meedia edastamine	9
1.3. Liitreaalsuse lahendused kultuuris.....	11
2. ÜHENDATUD MOBIILSUS.....	15
2.1. Valdkonna ülevaade.....	15
2.2. Autonoomsed sõidukid	16
2.3. Tark raudteetaristu haldamine ja uue aja teenuspakkumine rongides	20
3. TÖÖSTUS.....	23
3.1. Valdkonna ülevaade.....	23
3.2. Tööstusprotsesside tark juhtimine, automatiseerimine ning optimeerimine	24
4. TARGAD LINNAD, PIIRKONNAD JA KOGUKONNAD	28
4.1. Valdkonna ülevaade.....	28
4.2. Targad transpordisüsteemid	29
4.3. Linnakeskkonna haldamine.....	31
5. SISETURVALISUS	35
5.1. Valdkonna ülevaade.....	35
5.2. Drooniparvede, sensorite ja mehitamata sõidukite rakendamine päästetöodes	36
5.3. Tarkade sidelahenduste rakendamine hädaolukorras	39
6. PÕLLUMAJANDUS	42
6.1. Valdkonna ülevaade.....	42
6.2. Põllukultuuride seire ning loomakasvatuse JÄLGIMINE	43
6.3. Põllumajanduse andmete digitaliseeritud vahetus	45
7. ENERGEETIKA	48
7.1. Valdkonna ülevaade.....	48
7.2. Reaalajas toimivad targad tarbimisarvestid.....	49
7.3. Taastuvenergia parkide tegevuse seiramine ning juhtimine	51
8. KESKKOND	54
8.1. Valdkonna ülevaade.....	54
8.2. Automatiseeritud keskkonnaseire reaalajas.....	55
9. VALDKONDADEÜLENE ANALÜÜS	58
9.1. Suurema mõjuga 5G rakendamise valdkonnad	58
9.2. Horisontaalsed teemad.....	61
10. POLIITIKASOOVITUSED 5G VÕRGU ARENDAMISEKS JA KASUTUSJUHTUMITE ELLUKUTSUMISEKS.....	66
10.1. Investeeringuvajadused 5G põhiste teenuste kasutusjuhtumite ellukutsumiseks	66
10.2. Üle-eestilise võrgu välja ehitamine.....	68
10.3. Kasutusjuhtumite seosed 2021-2027 rahastamiskavaga.....	69
KOKKUVÕTE	72
LISAD	76

Lisa 1. Uuringu läbiviimise metoodika	76
Lisa 2. Täiendavate kasutusjuhtumite kirjeldused.....	79
Lisa 3. Valdkonnaorganisatsioonide intervjuuankeet.....	82
Lisa 4. Sideettevõtete intervjuuankeet	86
Lisa 5. Dokumendianalüüsi käigus tuvastatud kasutusjuhtumid	88

Uuringu tellis Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium. Uuringu juhtmeeskonda kuulusid sideosakonnast projektijuht Aivo Lepp, juhataja asetäitja Mart Laas, nõunik Raigo Iling ning majandusarengu osakonnast majandusanalüüsi valdkonna juht Priit Tinits.

Uuringu teostas Civitta Eesti AS koostöös Tallinna Tehnikaülikooli Thomas Johan Seebecki elektroonikainstituudiga ning elektroonilise side eksperdi Urmas Ruutoga ja infoühiskonna teenuse eksperdi Andrus Kaarelsoniga.

ÄRIANALÜÜSI TIIM	TEADUSANALÜÜSI TIIM	TÄIENDAVAD TEHNILISED EKSPERIDID
<ul style="list-style-type: none"> • Veeli Oesalg (tiimijuht, partner) • Renar Uibooss (vanemkonsultant) • Hendrik Ploom (konsultant) 	<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Toomas Ruuben (vanemlektor) • Laur Lemendik (direktor) • Dr. Ivo Mürsepp (vanemlektor) • Dr. Alar Kuusik (vanemteadur) • Priit Roosipuu (sidelahenduste arendaja) 	<ul style="list-style-type: none"> • Urmas Ruuto (elektroonilise side ekspert) • Andrus Kaarelson (infoühiskonna teenuste ekspert)

Uuringu teostajad tänavad kõiki nii uuringu raames intervjueeritud kui ka valideerimiseminaril osalenud inimesi pühendatud aja ja nõuannete eest. Samuti täname uuringusse kaasatud eksperte.

Aitäh!

Civitta Eesti AS kuulub rahvusvaheliselt tegutsevasse konsultatsiooniettevõtete gruppi, milles töötab rohkem kui 300 inimest. Civitta teenused hõlmavad kogu organisatsiooni strateegilist juhtimisprotsessi. Civitta aitab tuvastada organisatsiooni probleeme ja arenguvõimalusi, viia läbi vajalikke uuringuid ja hindamisi, arendada meeskonna teadmisi ja oskusi, planeerida tegevusi eesmärkide saavutamiseks, leida rahastamisvõimalusi ja viia projektid edukalt ellu. Civitta ekspertidel on pikaajalised kogemused uuringute, analüüside ja hindamiste meetodikate koostamises ning läbiviimises. Tänapäev on ettevõtte püsiklientide hulgas Eesti juhtivad teadus- ja arendus-ettevõtted, tööstus- ning teenusettevõtted, kõik suuremad ülikoolid, mitmed ministeeriumid ja muud riigiasutused ning omavalitsused.

Eesti ainsa tehnoloogiaülikoolina on **Tallinna Tehnikaülikool (TalTech)** inseneri- ja tehnika-hariduse lipulaev Eestis. TalTechi hariduse unikaalsus peitub tehnika-, loodus-, täppis-, majandus- ja terviseteaduste sünergias, mis aitab kaasa uute ideede sünnile. TalTechi eesmärk on saada Läänemere regiooni juhtivaks tehnoloogia-ülikooliks. Käesolevas projektis esindas TalTechi **Thomas Johann Seebecki elektroonikainstituut**. Instituut loodi 1962. aastal Tallinna Polütehnilises Instituudis (nagu Tallinna Tehnikaülikooli sellel ajal nimetati). Sellest ajast alates on instituudis toimunud elektroonikaalane õppe- ja teadustöö. 2011. aastal nimetati instituut ümber Thomas Johann Seebecki elektroonikainstituudiks.

JUHISED LUGEJALE

Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi tellitud **5G teenuste kasutusjuhtude tuvastamise uuringu põhieesmärk** on kaardistada Eesti 5G võrgu kasutusvaldkonnad ning -juhtumid, et luua eeldused uute struktuurivahendite meetmete kavandamiseks. Uuring keskendus 5G kasutusjuhtumitele suurema avaliku mõjuga valdkondades, kus on näha selget valdkonna arengut toetavat perspektiivi.

Uuringu viisid läbi Civitta Eesti AS koostöös Tallinna Tehnikaülikooli Thomas Johan Seebecki elektroonikainstituudi ning väliste ekspertidega.

► **Detailsem ülevaade uuringu taustast ning eesmärkidest on leitav Sissejuhatuses, lk 8.**

Käesolev **raport keskendub uuringu esimesele etapile**, mille eesmärk oli Eestis potentsiaali omavate 5G-l põhinevate teenuste kasutusjuhtumite tuvastamine. Selleks viidi läbi intervjuud valitud valdkondade organisatsioonidega, et tuvastada vajadused, võimalused ning valmisolek kasutusjuhtumite ellukutsumiseks. Intervjuude tulemusel keskenduti suurema avaliku mõjuga kasutusjuhtumitele valdkondades, kus ellukutsumine oleks kõige reaalsem. Selle põhjal moodustati ka soovitud edasisteks tegevusteks. Kuna antud etapi eesmärgiks oli kasutusjuhtumite kaardistamine, siis on edasise ellukutsumise jaoks vajalik läbi viia täiendavaid analüüse ning uuringuid, et hinnata konkreetsete kasutusjuhtumite potentsiaalseid piiranguid, teostatavust ning mõjusid.

Uuringu teises etapis töötatakse välja kolme kõige suurema avaliku mõjuga valdkonnas välja **viie aasta teekaardid**. Teekaartide eesmärk on detailsemalt kirjeldada suure potentsiaaliga kasutusjuhtumite ellukutsumiseks vajalike tegevuste läbiviimist. Teekaardid valimvad koostöös valdkondade esindajatest loodud võrgustiku ja ekspertpaneeliga, kelle abil seatakse pooleaastased eesmärgid ning tegevuste eest vastutavad osapooled. Kolme valdkonna teekaardid valmivad **2021. a oktoobri lõpuks**.

Uuringu I etapis analüüsiti **kaheksat valdkonda**, mis olid ette antud uuringu lähteülesandes ja millele kokkuleppel Tellijaga lisas uuringu teostaja ühe valdkonna – põllumajandus.

► **Iga valdkonna analüüs on esitatud sama struktuuri järgides eraldiseisvates peatükkides.**

VALDKOND	PRIORITEETSED KASUTUSJUHTUMID	VIIDE
DIGIKULTUUR	<ul style="list-style-type: none"> Meedia edastamine Liitreaalsuse lahendused kultuuris 	Ptk 1, lk 8
ÜHENDATUD MOBIILSUS	<ul style="list-style-type: none"> Autonoomsed sõidukid Tark raudteetaristu haldamine ja uue ajastu teenuspakkumine rongides 	Ptk 2, lk 15
TÖÖSTUS	<ul style="list-style-type: none"> Tööstusprotsesside tark optimeerimine ning juhtimine 	Ptk 3, lk 23
TARGAD LINNAD, PIIRKONNAD JA KOGUKONNAD	<ul style="list-style-type: none"> Intelligentsed transpordisüsteemid Linnakeskkonna haldamine 	Ptk 4, lk 28
SISETURVALISUS	<ul style="list-style-type: none"> Drooniparvede, sensorite ja mehitamata sõidukite rakendamine päästeoperatsioonides Tarkade sidelahenduste rakendamine hädaolukorras 	Ptk 5, lk 35
PÕLLUMAJANDUS	<ul style="list-style-type: none"> Põllukultuuride seire ning loomakasvatuse jälgimine Põllumajandusandmete digitaliseeritud vahetus 	Ptk 6, lk 42
ENERGEETIKA	<ul style="list-style-type: none"> Reaalajas toimivad targad tarbimisarvestid 	Ptk 7, lk 48

VALDKOND	PRIORITEETSED KASUTUSJUHTUMID	VIIDE
	<ul style="list-style-type: none"> Taastuenergia parkide tegevuse seiramine ning juhtimine 	
KESKKOND	<ul style="list-style-type: none"> Automatiseeritud keskkonnaseire reaajas 	Ptk 8, lk 54

Lisaks eelpool mainitule, tuvastati analüüsi käigus rohkem kasutusjuhtumeid, kuid intervjuudel välja kujunenud mõjuhinangute põhjal, mida valideeriti ekspertide poolt, ei olnud need suure avaliku valdkondliku mõjuga. Seetõttu ei kirjeldatud neid praegusel hetkel raportis detailselt, tulenevalt lähteülesandes seatud fookusest suure mõjuga kasutusjuhtumitele.

► **Teisi tuvastatud kasutusjuhtumeid on kirjeldatud lühidalt Lisas 2.**

Enne valdkonnapeatükkidega tutvumist, soovib teostaja tutvuda **uuringu läbiviimise metoodika ning mõistete ja lühenditega**, mis on abiks sisu lugemisel. Metoodika kirjeldus annab ülevaate analüüsi aluseks olevatest andmeallikatest ja mõjuhinanguteni jõudmisest (Lisa 1, lk 77). Mõisted ja lühendit selgitavad lahti kõik uuringu käigus kasutatud terminid, alates valdkondlikust mõjust kuni tehniliste nõueteni nagu käideldavus (Kasutatud mõisted ja lühendid, lk 5).

Lisaks valdkonnapeatükkidele, annab uuringu I etapi lõppraport ülevaate **valdkondadeülesest analüüsist ning soovitusi poliitikameetmete väljatöötamiseks**.

PEATÜKK	PEAMISED JÄRELDUSED	VIIDE
SUUREMA MÕJUGA 5G RAKENDAMISE VALDKONNAD	Mõju ning küpsusastmete analüüsi põhjal on suurema potentsiaaliga valdkonnad digikultuur, ühendatud mobiilsus, tööstus ning siseturvalisus .	Ptk 9.1, lk 58
HORISONTAALSED TEEMAD	Kaardistatud kasutusjuhtumite puhul avalduvad valdkonnaülesed aspektid. Need hõlmavad endas keskkonnamõju, infoturvet ning nõudeid nii 5G võrgule kui ka traadita püsiühenduse tehnoloogia kasutuselevõtule.	Ptk 9.2, lk 61
INVESTEERINGUVAJADUSED 5G PÕHISTE TEENUSTE KASUTUSJUHTUMITE ELLUKUTSUMISEKS	Teenuste ellukutsumiseks on oluline baastaristu etapiline rajamine ning panus varase küpsusastmega teenuste arendamisel väikeses ajaraamis. Lisaks teenustele on oluline panustada üldise kompetentsi ning teadlikkuse tõstmisesse.	Ptk 10.1, lk 66
ÜLE-EESTILISE VÕRGU VÄLJAEHITAMINE	Tuvastatud kasutusjuhtumite põhjal arendatavate teenuste nõudlus on suurim elu- ja ettevõtluspiirkondades ning transpordikoridorides. Taristu arendamisel tuleb arvestada 5G tehnilise valmisolekuga ning lihtsustada 5G võrgu rajamiseks vajaliku tehnika paigaldamist riigikinnisvarale.	Ptk 10.2, lk 68
KASUTUSJUHTUMITE SEOSED 2021-2027 RAHASTAMISKAVAGA	Tuvastatud kasutusjuhtumid on seotud Euroopa Liidu Ühtekuuluvuspoliitika raames tehtud välistoetuste rahastamiskavaga. Poliitikaeesmärk nr 1: Nutikam Eesti raames on planeeritud eraldiseisev 64,7 mln euro suurune toetus ühenduvuse parandamiseks ning 5G leviala tagamiseks.	Ptk 10.3, lk 69

KASUTATUD MÕISTED JA LÜHENDID

LÜHENDID

AR	ingl. k. <i>Augmented Reality</i> – liitreaalsus
eMBB	ingl. k. <i>Enhanced Mobile Broadband</i>
EMO	Erakorralise meditsiini osakond
EN-DC	ingl. k. <i>E-UTRAN New Radio Dual Connectivity</i>
ERR	Eesti Rahvusringhääling
EVR	Eesti Raudtee AS
FRMCS	ingl. k. <i>Future Railway Mobile Communication System</i>
GDPR	ingl. k. <i>General Data Protection Regulation</i> – isikuandmete kaitse üldmäärus
GPS	ingl. k. <i>Global Positioning System</i> – globaalne asukoha määramise satelliitnavigatsiooni süsteem
HTHP	ingl. k. <i>High Tower High Power</i>
IoT	ingl. k. <i>Internet of Things</i> – asjade internett ehk nutistu
ITS	Intelligentsed transpordisüsteemid
MEC	ingl. k. <i>Mobile Edge Computing</i>
mMTC	ingl. k. <i>Massive Machine Type Communication</i>
n/a	ingl. k. <i>not available</i> – kasutatakse info kirjeldamiseks, mida intervjuude käigus polnud võimalik koguda.
PPA	Politsei ja Piirivalveamet
PRIA	Põllumajanduse Registrate ja Informatsiooni Amet
PTV	ingl. k. <i>push-to-video</i>
RBE	Rail Baltic Estonia OÜ
TLT	Tallinna Linnatransport AS
TPÜ	Traadita püsiühendus, ingl. k. <i>Fixed Wireless Access (FWA)</i>
UGV	ingl. k. <i>Unmanned Ground Vehicle</i> – mehitamata maismaa sõiduk
URLLC	ingl. k. <i>Ultra Reliable and Low Latency Communication</i>
V2X	ingl. k. <i>Vehicle-to-everything</i> – sõidukite, jalakäijate ning taristu omavaheline suhtlus

MÕISTED

Andmeedastuskiirus	Ajähikus edastatavate või töödeldavate bittide arv
Asjade internet ehk nutistu (ka värgvõrk)	Andmesidevõrgu kaudu seotud asjade võrk, mis ühendab erinevaid omavahel ja kasutajaga informatsiooni jagavaid ning koos või eraldi ülesandeid täitvaid seadmeid (nt nutitelefoniid, koduseadmed, meditsiiniseadmed, aktiivsusmonitorid jms)
Autonoomsed seadmed	Seadmete iseseisvus või sõltumatus operaatorist või kasutajast, mille tulemusel autonoomsed seadmed suhtlevad ümbrusega ning koguvad andmeid tegevuste iseseisvaks läbiviimiseks
Avalik valdkondlik mõju	Kasutusjuhtumi mõju valdkonna edendamisele ning seeläbi valdkondlikku arenguhüppe saavutamisele, mis kandub ka väljapoole valdkonda
Kasutusjuhtum, ka kasutusjuht	Tegevuste või protsesside kogum, mis määratlevad rolli (nt kasutaja, teenuse omanik) ja IT-süsteemi vahelise suhtluse mingi eesmärgi saavutamiseks (ingl. k. <i>use case</i>)
Kaugjuhitavus	Sõidukite ja seadmete juhtimisviis, mis ei eelda füüsilise operaatori kohalolekut, vaid võimaldab seadme kontrollimist distantsilt läbi sidevõrgu
Käideldavus	Andmete ja IT-süsteemide nõutaval tööajal õigeaegne ja katkestustega kättesaadavus
Küpsusaste	Kasutusjuhtumi arengutaseme määratlus, mille alusel on kasutusjuhtumi ellukutsumine saavutatav kas 3-5 (varane) või 5-10 (hiline) aasta jooksul lähtuvalt tänasest tehnoloogiliselt valmidusest või valdkonna üldisest valmisolekust selle rakendamiseks
Latentsus ehk hilistusaeg	Ajavahemik andmekutse algatamisest tegeliku andmeteisalduse algushetkeni
Leviedastus	Audio või visuaalse sisu levitamine laia auditooriumi seas elektrooniliste massikommunikatsiooni meediumite vahendusel (ingl. k. <i>broadcasting</i>)
Liitreaalsus	Kombinatsioon reaalsest ning virtuaalsest keskkonnast (ingl. k. <i>augmented reality</i>)
Majanduslik mõju	Kasutusjuhtumi ellukutsumise tulemusel avalduv majanduslik tulu, sh lisandväärtus, mis tuleneb aja, inimressursi, kulude või muu olulise teguri efektiivsemal juhtimisel ning optimeerimisel
Multimodaalne ehk mitmeliigiline transport	Vähemalt kahe erineva transpordiliigiga ühe transpordiühiku vedamine ühe vedaja poolt
Push-to-video	Telekommunikatsiooni meetod, mis võimaldab teatud sagedustel ühe- või kahepidist sidet pidada läbi video edastamise
Sotsiaalne mõju	Kasutusjuhtumi ellukutsumise tulemusel avalduv sotsiaalne mõju ehk oluline positiivne muutus, mis omab mõju sotsiaal- või keskkonnaprobleemide lahendamisel
Tark linn	Linnakeskkonnas rakendatud andmete kogumine eesmärgiga muuta teenused lahendused nutikaks.

Tark teenus	Era- ja avalikud andmetele tuginevad digitaalsed ja füüsilised teenused, mis pakuvad nutikaid lahendusi, kasutades tänapäevaseid IKT võimalusi
Tark võrk	Elektrivõrk, mis kasutab tarkvara ja sidetehnikat tarkvõrgus osalejate vaheliseks andmevahetuseks (ingl. k. <i>smart grid</i>)
Viimase miili transport	Kaupade liikumine transpordikeskusest lõppsihtkohta
Võrguviilutamine	Võrgu ülesehitusega kaasnev võimalus kohandada terve sagedusala erinevateks väiksemateks tervikvõrkudeks, mis võimaldab luua spetsiaalse rakenduse jaoks oma lainesageduse

SISSEJUHATUS

Euroopa Liidu digitaalse ühtse turu strateegia rõhutab 5G tehnoloogilist tähtsust nii globaalselt kui Euroopas. 2025. aastaks on ennustatav tulu 5G võrgulahendustest 225 miljardit eurot ning otsene panus Euroopa SKP kasvu ligi 3%. 5G võrgul põhinevate teenuste arendamine on Euroopa jaoks strateegiline suund, mis võimaldaks arendada asjade interneti ning seeläbi soodustada uute tehnoloogiate ja ärimudelite tekkimist erinevates sektorites (transport, tootmine, juhtimine jne). Sellest ajendatult on Euroopa Liit võtnud eesmärgiks luua selge tegevusplaan 5G võrgu arendamiseks ning kasutuselevõtmiseks, et tagada standardiseeritud rakendamine kõigis liikmesriikides.

Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi tellitud **5G teenuste kasutusjuhtude tuvastamise uuringu põhieesmärk** on kaardistada Eesti 5G võrgu kasutusvaldkonnad ning -juhtumid, et luua eeldused uute struktuurivahendite meetmete kavandamiseks. Uuring keskendus 5G kasutusjuhtumitele suurema avaliku mõjuga valdkondades, kus on näha selget valdkonna arengut toetatavat perspektiivi.

Uuringuga luuakse eeldused uue struktuurivahendite meetme kavandamiseks. Selleks, et Eesti püsiks majanduslikult konkurentsivõimeline ning säilitaks oma maine ja eesrindlikkuse ülemaailmses IT-valdkonnas, on vaja, et oleksime mobiilsidevõrkude levialaarendamise ja kasutuselevõtuga esirinnas. **Hetkel Eestis kasutusel olev 4G võrk, mis on kättesaadav ca 96% elanikkonnast, on 5G tehnoloogia kasutuselevõtu eelduseks.** 5G tehnoloogia rakendamine võimaldab Eestil teha järgmise olulise tehnoloogilise arenguhüppe – see tähendab, et uue tehnoloogia tulek võimaldab arendada välja suure hulga uusi lahendusi paljudes erinevates sektorites (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2019).

Uuringu teostas Civitta Eesti AS koostöös Tallinna Tehnikaülikooli Thomas Johan Seebecki elektroonikainstituudiga ning elektroonilise side eksperdi Urmas Ruutoga ja infoühiskonna teenuse eksperdi Andrus Kaarelsoniga. Käesolev raport kajastab uuringu I etapi tulemusi, **mis teostati ajavahemikul 26. oktoober 2020 – 26. aprill 2021. Uuringu teine etapp viiakse ellu kuue kuu jooksul peale I etapi lõpetamist ning see hõlmab endas** valdkondadeülese võrgustiku loomist ja koordineerimist, mille tulemusel koostatakse kolme prioriteetse valdkonna arendamiseks viie aasta teekaardid.

Uuringu eesmärgist lähtuvalt koosnes uurimisülesanne **kaheksa valdkonna** 5G võrgu kasutusjuhtumite ja -potentsiaali kaardistamisest ning poliitikameetmete kujundamiseks praktiliste soovitude välja töötamisest, mis aitaksid kaasa 5G võrgu loomisele, kasutusjuhtumite ellukutsumisele ja nendele tuginevate teenuste väljatöötamisele Eestis. Analüüsitava valdkondade koguarv oli vastavalt lähteülesandele piiratud ning uuringu Tellijaga kooskõlastatud. Selles tulenevalt ei kuulunud näiteks meditsiin analüüsitava valdkondade hulka ja eeldab eraldiseisvat analüüsi tulevikus.

Uuritavate valdkondade hulka kuulusid:

- digikultuur
- ühendatud mobiilsus
- tööstus
- siseturvalisus
- targad linnad, piirkonnad ja kogukonnad
- keskkond
- energeetika
- põllumajandus

Uuringu tulemused on esitatud eraldi iga analüüsitud valdkonna kohta jälgides sama struktuuri ja kattes järgmisi teemasid:

- valdkonna ülevaade kaardistatud kasutusjuhtumitest
- valdkonna prioriteetsete kasutusjuhtumite hetkeolukorra ning tulevikuväljavaate kirjeldus

- kasutusjuhtumi väärtusahela ja selle osapoolte ülevaade
- majanduslik ja tehniline teostatavus
- majanduslik ja sotsiaalne mõju

Valdkonnapõhiste peatükkidele järgneb valdkondade ülene kokkuvõte, mis kajastab horisontaalseid teemasid nagu mõju keskkonnale, infoturve ning traadita püsiühenduse tehnoloogia rakendamine. Kaardistatud kasutusjuhtumite ellukutsumiseks vajalike meetmete kavandamiseks on antud poliitikasoovitused 5G võrgu ning teenuste arendamiseks.

Uuringu meetodilist lähenemist on detailsemalt kirjeldatud Lisas 1.

1. DIGIKULTUUR

1.1. VALDKONNA ÜLEVAADE

Digikultuuri valdkonna olulisus avaldub ennekõike riiklikul tasemel, et igapäevaselt edastada teavet, meelelahutust ning kultuuripärandit kodanikele. Antud valdkonnas on oluline tehnoloogiliste arengutega kaasas käimine, mistõttu tuleb järjepidevalt arendada uusi lahendusi või muuta olemasolevaid teenuseid paremaks, rakendades muuhulgas selleks 5G tehnoloogiat.

Digikultuuri valdkonnas on 5G teenuste projekte piloteeritud juba üle maailma. Sinna hulka kuuluvad näiteks:

- Suurbritannias on BBC aastaid tegelenud kasutusjuhtumite arendamisega, mis võimaldavad edastada audiovisuaalset materjali üle 5G. Näiteks edastati üheksa kuu vältel väikesaartele raadiosaateid üle 5G.¹
- Hiinas on edukalt ellu viidud pilootprojektid, mille eesmärgiks oli uurida ja kinnitada 5G tehnoloogiate ning ringhäälingute koostöövõimet ning mõju.²

Digikultuuri valdkonnas viidi 5G põhiste teenuste kasutusjuhtumite tuvastamiseks läbi kuus intervjuud valdkonna organisatsioonidega. Nende tulemusel tuvastati kolm potentsiaalset kasutusjuhtumit (Tabel 1).

TABEL 1. INTERVJUUDE KÄIGUS KAARDISTATUD KASUTUSJUHTUMID DIGIKULTUURI VALDKONNAS

KASUTUSJUHTUM	AVALIK VALDKONDLIK MÕJU	KÜPSUSASTE	EELDAB 5G OLEMASOLU	LEGEND
Meedia edastamine		Varane	Jah	<ul style="list-style-type: none"> Lai avalik mõju Keskmine avalik mõju Piiratud avalik mõju
Liitreaalsuse lahendused kultuuris		Varane	Jah	<ul style="list-style-type: none"> Hiline 5-10 aasta perspektiiviga teenused Varane 3-5 aasta perspektiiviga teenused
Kultuuripärandi säilitamine läbi digitaliseerimise ja andmevahetuse		Varane	Ei	

Intervjuude käigus kaardistatud kolmest kasutusjuhtumist on kõige suurema avaliku mõjuga **1. Meedia edastamine** ning **2. Liitreaalsuse lahendused kultuuris**, mille kohta teostati detailne analüüs. Meedia edastamise puhul on tegemist suure avaliku mõjuga kasutusjuhtumiga tulenevalt sihtrühma suurusest. Meediateenuseid tarbib väga märkimisväärne osa elanikest ning lisaks tavameedia edastamisele vastutab riiklik ringhääling kriisikommunikatsiooni edastamise eest. Liitreaalsuse lahendused võimaldavad kultuuripärandi digitaliseerimist, mis suurendab kultuuri tarbimist uute meetoditega, kuid siiski ei hõlma endas terve rahvastiku mõjutamist.

Kõigi digikultuuri valdkondade kasutusjuhtumite puhul on tegemist varase küpsusastmega teenustega, sest põhinevad paljuski olemasoleval tehnoloogial, kuid toimiksid uues võrgus, mistõttu

¹ 5G X-cast. [<link>](#)

² China Unveils new 5G broadcast trials [<link>](#)

ei eelda endas märkimisväärset teoreetilist investeringuvajadust või uute tehnoloogiate arengut. Intervjuude käigus tuvastatudväiksema avaliku mõjuga kasutusjuhtum on kirjeldatud lisas 2.³

1.2. MEEDIA EDASTAMINE

Eesti riigi jaoks on oluline, et olenemata asukohast on igal elanikul võimalus tarbida operatiivselt uudiseid ja kõrgkvaliteedilist meelelahutust. Meedia edastamisel saab rääkida kahest teenusepakkujast – erameediast (nt Postimees Grupp) või riiklikul tasemel Eesti Rahvusringhäälingust. Meediateenuse pakkuja tegevused jagunevad kaheks: tootmine ning leviedastus (*broadcasting*).

1.2.1. KASUTUSJUHTUMI HETKEOLUKORD JA TULEVIKUVÄLJAVAADE

HETKEOLUKORRA ÜLEVAADE

Meediateenuste edastamine lõpptarbijale toimub täna muuhulgas üle mobiilse andmeside ning praeguse tehnoloogiaga suudetakse näiteks suurürituste otseülekanded viia lõpptarbijani kõrgkvaliteediga 1080p. Tänapäevaste lahenduste puhul esinevad siiski kvaliteedi edastamisel ja samaaegsel teenuse tarbimisel piirangud, mis on põhjustatud andmete edastamise mahu ja võrgukoormuse piirangutest. Koos mobiilsete seadmete kasutamise kasvu ning lõpptarbijate kvaliteedi ootuste suurenemisega kasvab omakorda koormus andmeedastuse võrkudele.

TULEVIKUVÄLJAVAADE

Meedia edastamise teenuse edasiarendamine 5G põhjal võimaldab tekitada olukorra, kus kogu teletootmise, raadio ning ka internetiuudiste edastamine liigub läbi 5G võrgu ning on tarbitav muuhulgas ka käsiseadmetes. Tarbijate nõudlus meediateenuste kvaliteedile on kasvav trend. See muudab aga 5G võrgud kergesti ülekoormatavaks. Võrgu arendusega ja ootuste kasvuga tuleb meedia edastamisel arvestada lahendustega, mis on suutelised ühepoolset signaali lõpptarbijatele edastama ja tavavõrke suure tarbimise korral mitte koormama. 5G ringhäälingu edastamine HPHT (*High Power High Tower*) platvormil võimaldab katta näiteks puudujääke striimingteenuse mahtudes, mis ka 5G võrkudes võivad suure kasutuse ajal tekkida. HPHT platvormil on võimalik tagada 100% territoriaalne katvus kõrgkäideldava side eesmärgil, mis on vajalik elutähtsate teenuste ja kriisikommunikatsiooni olukordades.

1.2.2. KASUTUSJUHTUMI OSAPOOLED

Meedia edastamisel saab rääkida kahest osapooltest, erameedia ning avaliku teenusena ringhääling (Tabel 2). Mõlema sektori esindajad tegelevad igapäevaselt nii telepildi kui ka raadiosaadete tootmise ja edastamisega ning veebiuudiste toimetamisega.

Uute tehnoloogiliste lahendustega väärtusahelas praeguste eelduste kohaselt ei toimu muutusi. Telepildi edastamisega lõpptarbijani tegeleb erameedias peamiselt meediaettevõtte ise ning ringhäälingu puhul Levira.

TABEL 2. VÄÄRTUSAHELA OSAPOOLED

TEENUSE OMANIK	TEISED OSAPOOLED	KASUSAAJA
<ul style="list-style-type: none"> Rahvusringhääling 	<ul style="list-style-type: none"> Levira Telia 	<ul style="list-style-type: none"> Televisiooni tarbijad Radiokuulajad

³ Uuringu metoodiline lähenemine on kirjeldatud Lisas 1 ning mõisted ja lühendid raporti alguses (Lühendid).

TEENUSE OMANIK	TEISED OSAPOOLED	KASUSAAJA
<ul style="list-style-type: none"> Erameedia: kõik operaatorid 	<ul style="list-style-type: none"> Elisa 	<ul style="list-style-type: none"> Veebiuudiste lugejad Striimingteenuste tarbijad

1.2.3. TEOSTATAVUS

MAJANDUSLIK

Meediapildi edastamisel on oluline eristada produktsiooni ning edastamist.

- Edastamise** jaoks on osapooled teinud vajaliku eeltöö, kuid läbi 5G edastamine eeldab vastavate seadmete soetamist.
- Edastamise jaoks on vajalik produtseerida sisu. **Produktsiooni** viimine 5G peale eeldab suuremat eeltööd, piloteerimist ning investeeringuid. 5G põhine produktsioon, mis võimaldab sisutootmise protsessi efektiivsemaks ja kiiremaks muuta kasutades rohkem seadmeid ning vähem inimressurssi, on pigem pikemaajalise potentsiaaliga kasutusjuhtum.

Intervjuueritavate hinnangul eeldab 5G-põhine produktsiooni lahendus ringhäälingu tasemel kuni 20 miljoni euro suurust investeeringut. Erasektorit esindavad ettevõtted hindasid investeeringuvajadust konservatiivsemalt paarisaja tuhande kuni miljon euro suuruseks.

TEHNILINE

Sisutootjate vaates ei ole edastamiseks vaja märkimisväärselt investeerida uute seadmete soetamisse, vaid videopilt edastatakse lihtsalt läbi teise võrgu. Teine pool, mis hõlmab endas produktsiooni üleviimist 5G lahendustele, nõuab suuri investeeringuid uute salvestus- ning monteerimiseadmete soetamiseks, mis võimaldaksid kaamerapildi edastamist üle 5G võrgu suuremal distantsil asuvasse tehnilisse keskusesse.

Lisaks meediaettevõtete omapoolsele investeeringule on oluline riigi poolt tagada katkematu elektrivõrgu olemasolu, et meedia edastamisel ei tekiks katkestusi. See on kriitilise tähtsusega eelkõige ringhäälingu vaatest, kelle seadusejärgne kohus on kõigile Eesti elanikele meediapilti edastada.

TABEL 3. TEHNILISED NÕUDED

NÄITAJA	VÄÄRTUS
Andmeedastamise kiirusele ajaühik	4K kvaliteediga telepildi puhul 4TB ühes tunnis
Kiirusele	1-10 Gbitt/s
Latentsusele	1-5ms tootmisel (meedia edastamisel piisab madalamast)
Käideldavus	Kättesaadavus peab olema maksimaalne >95%, lisaks sellele tuleb tagada katkematu elektrivõrk
Küpsusaste	Varajane teenus 3-5 aasta perspektiivis

ÕIGUSLIK

Valdkonda reguleerib ringhäälinguseadus ning meediateenuste seadus. Lisaks hakkab rolli omama ka andmekaitse ning -turvalisus, et olulised andmed ei jõuaks edastamisel kolmandate osapoolteni. Kuna antud teenus on veel üpriski uudne ja algtasemel, ei ole hetkel õiguslike piiranguid otseselt loodud,

mis piiraksid kuidagi teenuse teostatavust. Seega tuleb kasutusjuhtumi ellukutsumisel teostada põhjalikum õiguslik analüüs rakendatavuse tagamiseks.

MUUD EELDUSED

Lisaks eelnevale on oluliseks eelduseks võrgu ehitamisel riigipoolse koostööraamistiku või võrgustiku olemasolu, mis koondaks ühe valdkonna erinevaid huvigruppe. Ühise arendustöö eesmärgiks on vältida olukordi, kus iga osapool oma teenuste jaoks arendab eraldi infrastruktuuri välja. Sellest tulenevalt peab olema teenuste kättesaadavus üle 95% ning erameedia mõistes operaatorivabadus.

1.2.4. MÕJU

MAJANDUSLIK

Mõju hinnang: ●●●

Meedia edastamise viimine 5G-le võimaldab märkimisväärselt tõsta kvaliteeti ja kättesaadavust lõpptarbijatele. Meediaettevõtetele avalduks suur mõju olulise levikulude kokkuhoiuna, mille tulemusel oleks võimalik investeerida uute või täiendatud teenuste arendamisesse. Lõpptarbija jaoks ei muutu teenuse tarbimise viis või protsess – tarbija peab lihtsalt omama vajaliku võimekusega lahendust toetavaid seadmeid.

SOTSIAALNE

Mõju hinnang: ●●●

Sotsiaalne mõju väljendub elanike paremas teavitamises, mille tulemusel ollakse kursis nii Eestis kui ka maailmas toimuvaga. See annab võimaluse tarbijal saada operatiivselt uudisteteid ning kõrgkvaliteedilist meelelahutust, mida saab tänu uuele 5G platvormile edastada kohapealt otselülitusena eetrisse ilma keske vahejaamata. Seega võimaldab 5G parandada digikultuuri kättesaadavust ning selle tarbimise kiirust lõpptarbijale.

1.3. LIITREAALSUSE LAHENDUSED KULTUURIS

Ajaloo- ja kultuuripärandi puhul on oluline erinevate linnade, mälestuspaikade, hoonete ning asjakohaste dokumentide digitaalne säilitamine. Uute tehnoloogiliste lahendustega on tekkinud ka uued võimalused nii muuseumite, eksponaatide kui ka tervete linnade ja piirkondade digitaliseerimiseks, et neid kasutada liitreaalsusel (edaspidi AR, *augmented reality*) põhinevates lahendustes ja seeläbi ajaloo- ja kultuuripärandi levikut kasvatada. Ka Eestis on tehtud esimesi AR-il põhinevaid kultuuripärandi kogemise lahendusi. Siiski ei põhine hetkel valmivad lahendused veel 5G tehnoloogial. Näiteks Narva linnast on valmimas virtuaalreaalsuse lahendus, kus tarbijal on võimalik kogeda kadunud Narvat.

Liitreaalsusel põhinevaid teenuseid on kultuuri valdkonnas maailmas varasemalt arendatud. Näiteks Hunan'i muuseumil Hiinas on 5G võrk, mille kaudu on külastajal võimalik eksponaatide ja ajaloolisi esemeid liitreaalsuses detailselt uurida.⁴

⁴ 5G museums bring history back to life. [<link>](#)

1.3.1. KASUTUSJUHTUMI HETKEOLUKORD JA TULEVIKUVÄLJAVAADE

HETKEOLUKORRA ÜLEVAADE

Mõned aastad tagasi hakkasid levima AR-l põhinevad mängud ning muud lahendused meditsiinis, meelelahutuses, turunduses jne. Vaatamata teenuste uudsusele ei leidnud lahendused tarbijate seas suurt menu, sest loodud rakendused olid siiski teatud määral algelised ja vajasisid kasutamiseks lisaseadmeid. Aina enam kasutatakse liitreaalsuse lahendusi kultuuri, hariduse ning ajaloo valdkonnas. Tänapäevased virtuaal- ja liitreaalsusel põhinevad lahendused ei toimi reaalses maailmas, kuna digitaalse ja reaalse maailma sünkroniseerimine nõuab reaalses maailmas liikumiste jälgimist, mis tekitab suure koguse andmeid, mida tuleb edastada viivitusega. Olemasolevad võrgud ei ole aga tehniliselt suutelised selliseid andmeedastusmahte ja latentsust tagama.

TULEVIKUVÄLJAVAADE

5G võrgul põhinev liitreaalsus võimaldab luua erinevaid digitaalseid lahendusi ajaloo ja kultuuri valdkonnas. Näiteks saaks olla kasutusjuhtum Tallinna Vanalinna ajalooline vaade, kus kasutaja asetseb keset keskaegset vanalinna ning näeb hoonete ajalugu ja huvitavaid fakte hariduslikul ning meelelahutuslikul eesmärgil. Pikas vaates saab AR lahendusi siduda ühendatud mobiilsuse valdkonnas autonoomsete sõidukitega, et pakkuda meelelahutust või haridusprogramme sõidukite kasutavatele tarbijatele (nt möödudes objektist kuvatakse sõitjale selle kohta ajaloolisi fakte).

1.3.2. KASUTUSJUHTUMI OSAPOOLED

Eeldatavalt saavad lahenduste omanikeks muuseumid või asutused, kes teenust arendavad. Muuseumilahenduste ning suurema küpsusastmega juhtumite toimimiseks piisab kohtvõrgust, sest informatsiooni ja andmete liikumine ei toimu suurel alal. Kui liitreaalsuse lahendused hõlmavad terve linnade või alade digitaliseerimist, siis lisanduvad teenuse osapooltena sideettevõtted ning erinevad kultuuri ja liitreaalsuse või produktsiooni lahendusi pakuvad ettevõtted. Kuna olemasolevaid lahendusi on vähe, võib seotud osapoolte ahel tulevikus muutuda.

TABEL 4. VÄÄRTUSAHELA OSAPOOLED

TEENUSE OMANIK	TEISED OSAPOOLED	KASUSAAJA
<ul style="list-style-type: none"> Muuseumid Raamatukogud 	<ul style="list-style-type: none"> Produktsiooniettevõtted Sisutootjad Digiarhiivide haldurid 	<ul style="list-style-type: none"> Turistid Muuseumite külastajad Haridusasutused Teadusasutused

1.3.3. TEOSTATAVUS

MAJANDUSLIK

Majanduslikust vaatest on kasutusjuhtumi teostamiseks vaja investeeringuid nii muuseumite või asukohtade digitaliseerimise protsessi kui ka nende produtseerimist AR lahendustes. Lisaks tuleb arvestada uute seadmete ühildamisega uude 5G võrku ja kaardistada vajalikud tehnilised nõuded, et aru saada kasutusjuhtumi ellukutsumiseks vajalikust investeeringumahust. Väiksemahuliste projektide puhul ulatuvad investeeringud hinnanguliselt paarisaja tuhane euroni.

TEHNILINE

Tehnilise poole pealt on teenuste ellukutsumiseks eelkõige vaja arendada välja võrk, mille põhjal potentsiaalsed teenused saaksid töötada ning samaaegselt tegeleda tarkvaraliste lahenduste ja asukohtade digitaliseerimisega.

Koos võrgu arendamise ning tehnilise nõuete kaardistamisega saab panna aluse riist- ja tarkvara arendamiseks – sõltuvalt kas lahendus töötab nutiseadme (mobiiltelefon, tahvelarvuti) või virtuaalsete prillide abil. Koguinvesteeringu maht sellise lahenduse puhul ulatub eeldatavalt poole miljoni euroni.

TABEL 5. TEHNILISED NÕUDED

NÄITAJA	VÄÄRTUS
Andmeedastamise kiirusele ajaühikus	<i>Ei ole teada</i>
Kiirusele	1-10 Gbitt/s arvestades hilisemate teenustega, lokaalsete teenuste puhul piisab praegustest kiirustest
Latentsusele	Madal latentsus on tarbijale elamuse andmiseks suure olulisusega, 1-5 ms
Käideldavus	Kättesaadavus ei ole oluline, sest teenus ühe kasutaja vaates pole katkematult kasutuses
Küpsusaste	Varajane teenus, 2-3 aasta perspektiivis

ÕIGUSLIK

Õigusliku teostatavuse tagamiseks on vajalik läbi viia eraldiseisev regulatsioonide ning standardite analüüs, et tuvastada võimalikud teenuste osutamisele avalduvad piirangud. Eeldatavalt võib kitsaskohaks olla andmekaitse tagamine ja inimeste turvalisus teenuste tarbimisel. Pilootprojektide raames on näiteks juhtunud õnnetusi, kus inimesed ei pane ümbritsevat tähele ning on seetõttu kukkunud sõiduteele.

1.3.4. MÕJU**MAJANDUSLIK**

Mõju hinnang: ●●●

Liitreaalsusel põhinevate lahenduste majanduslik mõju avaldumine sõltub teenuste arengufaasist. Näiteks hilisemas arengufaasis, kus liitreaalsuse lahendused on kasutatavad paljudes piirkondades, tekib uut tüüpi tarbimisest võimalus reklaami ja teiste sarnaste teenuste pakkumiseks. Suurema küpsusastmega ja lühema ellukutsumise perioodiga kasutusjuhtudel on majanduslik mõju väiksem ning avaldub pigem teenuspakkujatele, sest kasvab kasutajate arv. Teenused, mida arendatakse pikema perioodi jooksul, omavad suuremat majandusliku mõju. Nimelt tänu erinevate seadmetega suhtlemisele on võimalus ühele tarbijale pakkuda rohkem teenuseid

SOTSIAALNE

Mõju hinnang: ●●●

Sotsiaalne mõju on suur ning avaldub teenuste ellukutsumisel ja kasutamisel haridusprogrammides. See loob võimaluse erinevatele muuseumitele ja muudele asutustele digihariduse õpetamiseks. Lisaks

haridusprogrammide sisu kasvule kasvab tarbijate seas üldine kultuuri tarbimine, sest digilahendusena muutuvad paljud kultuurimälestised ning asukohad lõpptarbijale kättesaadavamaks.

2. ÜHENDATUD MOBIILSUS

2.1. VALDKONNA ÜLEVAADE

Üldine ühiskonna liikuvus ning transport avalikus ruumis on suur osa kõikide igapäevaste teenuste toimimisest. Hästi toimiv ning ohutu infrastruktuur tagab kõikide teenuste kättesaadavuse ja kiiruse ning võimaldab arendada multimodaalse transpordi lahendusi. Tehnoloogia kiire areng viimaste aastate jooksul on loonud uusi ja alternatiivseid liiklemisviise, mis võimaldavad ülerahvastatud, samuti hajaasustusega aladel mugavamaid, kiiremaid ja soodsamaid lahendusi. Need on samaaegselt ka parema turvalisusega aidates vältida liiklusõnnetusi ja vähendada ohvrite arvu. Autonoomsed sõidukid vähendavad õnnetuste tõenäosust kuni 40%, seeläbi vähendades hukkunute ja vigastatute arvelt kaotatud tulu, mis Eestis ulatub eelduslikult 1,4 miljardi euroni aastas.⁵ Suure osa ühendatud mobiilsusest katab autonoomsete sõidukite olemasolu. Autonoomsuse alla liigituvad nii varajases järgus poolautonoomsed/ kaugjuhitavad sõidukid (tase 2) kui ka hilises staadiumis täisautonoomsed lahendused (tase 4 ja 5).⁶

Tänu muutustele tarbijate käitumises ning üldisele kliimaneutraalsuse tähtsustumisele, toimub areng ka ühendatud mobiilsuse valdkonnas. Kiire areng uute lahenduste poole võimaldab tulevikus luua töötava infrastruktuuri ning eeldused täisautonoomsete sõidukite jõudmiseks linnaliiklusesse. Autonoomsete sõidukite abil on võimalik säästa 5-7 korda transpordi heitgaaside kogusest. Keskkonnamõju vähenemine seisneb suhtluses linnakeskkonnaga efektiivsemas ja sujuvamas liikumises (nt vältides ummikuid või kohandades liikumiskiirust). Siiski ei piirdu 5G kasutuselevõtu võimalused ühendatud mobiilsuses ainult nutika liikluse lahendustega või autonoomsete sõidukitega, potentsiaali on ka näiteks üle 5G võrgu sadamate või raudteevõrgustiku juhtimises ja taristu hooldamises.

Nii Eestis kui ka teises riikides on ühendatud mobiilsuse valdkonnas piloteeritud erinevaid 5G võrku kasutavaid lahendusi. Sinna hulka kuuluvad ka järgmised näited:

- Tallinnas kasutusel olevad autonoomsed ühistranspordi lahendused.
- Hispaanias arendati ja testiti pilootprojekti raames esmased V2X (*vehicle-to-everything*) lahendused transpordikoridoris, mille käigus sõiduki ning maantee tee infrastruktuuri suhtlus käis üle 5G võrgu.⁷
- Itaalias Livorno sadamas piloteeriti üle 5G võrgu juhtimissüsteeme, mille tulemusel suurem osa tegevustest toimub automatiseeritult. Läbi uue 5G võrgu käib kaupade jälgimine, merekonteinereid transportivate mehitamata maismaasõidukite (UGV – *unmanned ground vehicle*) juhtimine ning kaugjuhitavate kraanade kasutamine.⁸

Ühendatud mobiilsuse valdkonnas 5G põhiste teenuste kasutusjuhtumite tuvastamiseks viidi läbi viis intervjuud valdkonna organisatsioonidega. Nende tulemusel tuvastati neli potentsiaalset kasutusjuhtumit (Tabel 6). Intervjuude käigus kaardistatud neljast kasutusjuhtumist on kõige suurema avaliku mõjuga **1. Autonoomsed sõidukid** ning **2. 5G põhine teenuspakkumine rongides ning**

⁵ Riigikantselei, Isejuhtivate sõidukite ajastu algus, 2018.

⁶ Tase 2 – Auto suudab vastu võtta otsuseid tagamaks ohutut liiklemist, kuid juht peab endiselt olema tähelepanelik

Tase 4 – Auto on võimeline sõitma enamus ajast ise, kuid ei tee seda näiteks kaardistamata aladel

Tase 5 – Täielikult isejuhtiv sõiduk

⁷ Nokia 5G use case e-book

⁸ Digitalising port operations with 5G, [<link>](#)

raudteetaristu haldamine (Tabel 6), mille kohta viidi läbi detailne analüüs. Ülejäänud tuvastatud kasutusjuhtumite kirjeldused on leitav raporti lisas 2.⁹

TABEL 6. INTERVJUUDE KÄIGUS KAARDISTATUD KASUTUSJUHTUMID ÜHENDATUD MOBIILSUSE VALDKONNAS

KASUTUSJUHTUM	AVALIK VALDKONDLIK MÕJU	KÜPSUSASTE	EELDAB 5G OLEMASOLU	LEGEND
Autonoomsed sõidukid		Hiline	Jah	<ul style="list-style-type: none"> Lai avalik mõju Keskmine avalik mõju Piiratud avalik mõju
Sadamate tegevuste juhtimine ning haldamine		Hiline	Eelistatud	<ul style="list-style-type: none"> Hiline 5-10 aasta perspektiiviga teenused Varane 3-5 aasta perspektiiviga teenused
Liiklutaristu seiresüsteemide viimine 5G võrku		Varane	Jah	
Tark raudteetaristu haldamine ja uue aja teenuspakkumine rongides		Varane	Jah	

Kõige suurema mõjuga hinnati autonoomsete sõidukite arendamist, mis tervet valdkonda märkimisväärselt edasi arendab ning avab võimalusi uute teenuste arendamiseks ja täiendamiseks (nt viimase miili kullerlahendused). Oluliselt teise tähtsusega on raudteetaristu arendamine, millel põhineb suur osa riigi logistikast ning millel tuginevad kaudselt paljud sektorid. Kaardistatud kasutusjuhtumite küpsusaste autonoomsete sõidukite puhul on hiline tulenevalt tänaseks arendatud sõidukite SAE¹⁰ tasemest, mis pole veel viimase tasemeni jõudnud. Lisaks sõidukite arendamisele on vaja uuendada taristust ja kohandada valdkonda reguleerivat seadusandlust. Raudteetaristu kasutusjuhtumi küpsusaste on hinnatud varaseks tulenevalt järgmise kahe aasta jooksul vastu võetava raudtee sidestandardi liikumisele 5G-le. Suure avaliku mõjuga linnakeskkonna haldamise kasutusjuhtumit on kirjeldatud tarkade linnade, piirkondade ning kogukondade peatükis (vt ptk 4).

2.2. AUTONOOMSED SÕIDUKID

Pool- ning täisautomaatsete sõidukite areng on viimastel aastatel teinud suure arenguhüppe ning nende liiklusesse jõudmine on kindel. Pikas vaates suurendavad isejuhtivad sõidukid võrreldes tavasõidukitega liiklusohutust, efektiivsust ning vähendavad negatiivset keskkonnamõju. Selleks, et tagada isejuhtivate sõidukite laialdane levik, vajab arendamist lisaks sõidukitele endale ka kogu infrastruktuur, sh teede, liiklusmärkide ja valgusfooride süsteem. Näiteks peaksid valgusfoorid reaalajas andma võrku informatsiooni, mis foorituli on põlemas ning palju on aeg tule muutumiseni. Lisaks on oluline muutuvate piirangutega liiklusmärkide ning teeseisundit hindavate seadmete installeerimine, mis informatsiooni edastavad liikluses osalejatele. Kõik digilahendused loovad eelduse autonoomsete sõidukite igapäevasesse liiklusesse jõudmiseks. Seetõttu on oluline lisaks taristu uuendamisele digitaliseerida liiklusseadus, et autonoomsed sõidukid suudaksid seda lugeda. Lisaks tavaliiklusele on isejuhtivatel sõidukitel suur potentsiaal ka muudes kasutusvaldkondades nagu näiteks viimase miili (nn *last-mile*) kulleriteenuste osutamisel ning pääste- ning militaarahenduste rakendamisel siseturvalisuse valdkonnas.

⁹ Uuringu meetodiline lähenemine on kirjeldatud Lisas 1 ning mõisted ja lühendid raporti alguses (vt *Lühendid*)

¹⁰ Society of Automotive Engineers (Rahvusvaheline autoinseneride ühing) poolt defineeritud autonoomsuse tasemed

2.2.1. KASUTUSJUHTUMI HETKEOLUKORD JA TULEVIKUVÄLJAVAADE

HETKEOLUKORRA ÜLEVAADE

Täna ei ole veel ühtegi täisautonoomset (SAE 5. tase) sõidukit liikluses. See tuleneb peamiselt ebapiisavast regulatiivsest keskkonnast ning tehnoloogilistest puudustest ja arenguvajadustest. Hetkel on autonoomsuse tase saavutatud koostöös juhiga, kes peab siiski sõidukit teatud määral kontrollima. Eelsammuks täisautonoomsusele on kaugjuhitavus, mille arendamisega kõrgetasemeliselt tegeletakse. Täna toimivad sellised teenused peamiselt 4G võrgus ning põhilised probleemid esinevad keerulisemates kohtades levi ja teenuse kättesaadavusega, eriti väljaspool linnapiirkondi. Lisaks maailmas piloteeritud arendustele on ka Eestis arendamisel esimesed autonoomsed lahendused näiteks Bolti, Starshipil, Cleveronil kui ka TalTechil „Iseauto“ projektiga.

TULEVIKUVÄLJAVAADE

Kõikide potentsiaalsete kaugjuhitavate teenuste viimisel 5G võrku tekib potentsiaalne võimalus muuta teenused märkimisväärselt kiiremaks, täpsemaks ja ohutumaks. Siiski on tänase 5G arengutaseme juures oluline viia läbi täiendav analüüs 5G võrgu kasutamise võimaluste ja puudujääkide osas.

Mida autonoomsemaks muutuvad sõidukid, seda rohkem andmeid ja täpsust on nende juhtimiseks vaja, kuid seda ei suuda olemasolevad lahendused tagada. Suurenenud autonoomsuse abil väheneb ka liiklusest põhjustatud keskkondlik mõju, sest suur osa tulevikus liiklusesse jõudvatest sõidukitest on toodetud vastavalt elektrifitseerimise ülemineku põhimõttel. Lisaks fossiilsete kütuste kasutamise vähenemisele avaldub positiivne mõju läbi uute ärimudelite, mis pakuvad erinevaid jagamis-majanduse lahendusi, mis muudavad ressursitarbimise efektiivsemaks.

2.2.2. KASUTUSJUHTUMI OSAPOOLED

Autonoomsete sõidukite puhul on teenuse omanikuks kas sõidukite tootjad või näiteks kullerteenuseid pakkuvad ettevõtted (Tabel 7), kes pakuvad muuhulgas viimase miili teenust (nt Starship, Cleveron). Lisaks kuuluvad teenuste väärtusahelasse ka sideettevõtted. Kuivõrd sideettevõtted saavad võrgu arendajateks, tuleb teenused luua vastavalt võrgu tehnilistele võimalustele. Lisaks kuuluvad väärtusahela osapoolte hulka autonoomsuse tagamiseks vajaliku infrastruktuuri haldajatena näiteks Transpordiamet või kohalikud omavalitsused.

TABEL 7. POTENTIAALSE KASUTUSJUHTUMI VÄÄRTUSAHELAS OSAPOOLED

TEENUSE OMANIK	TEISED OSAPOOLED	KASUSAAJA
<ul style="list-style-type: none"> • Kullerteenuseid pakkuvad ettevõtted • Sõidukitootjad 	<ul style="list-style-type: none"> • Sideettevõtted • Transpordiamet • Kohalik omavalitsus kui taristu haldur 	<ul style="list-style-type: none"> • Logistikaettevõtted • Lõpptarbijad (autojuhid, kaupade tellijad)

Uute tehnoloogiliste lahendustega tekib eeldatavalt väärtusahelasse rohkem pilveteenuseid pakkuvaid ettevõtteid, kes teenusest tekkivaid andmeid salvestavad ning hoiustavad. Kuna 5G loob võimalusi andmete edastamise mahu märkimisväärselt suurendamiseks, tekib vajadus pilvepõhise andmete salvestamise teenuse järgi. Hilises staadiumis, kui välja on arendatud ka terviklik linnade ning maanteede võrgustik, lisanduvad liiklusandmete haldusega tegelevad osapooled, kellel tekib andmete halduse, hoiustamise ja analüüsi pealt uute teenuste pakkumise võimalus.

2.2.3. TEOSTATAVUS

MAJANDUSLIK

Majanduslik teostatavus sõltub sõidukite autonoomsuse tasemest, mida soovitakse saavutada.

- **Baasinfrastruktuur** | Kõige suurema investeering on 5G võrgu arendamine nii linna- piirkondades, suuremates asulates kui ka transpordikoridorides. Levikavuse parendamiseks on võimalik tulevikus võtta kasutusele madalamad sagedused (700 MHz - 900MHz), kuid siis tuleb arvestada, et andmeedastuskiirused vähenevad ja latentsuse määr suureneb. Siiski ei ole võrgu arendus sõidukitootjate või kullerteenuste pakkujate kanda, vaid teenusepakkujate vaatest tuleb tagada seadmete suhtlus 5G võrgus vastavalt võrgu funktsioonile, mille jaoks loovad eelduse kolmandate osapoolte toodetud liidestatavad moodulid.
- **Riistvara** | Varasema küpsusastmega teenuste puhul nagu viimase miili kullerteenused ja kaugjuhitavad sõidukid arendamisel on investeeringute vajadus väiksem. Kuna paljuski on selliseid teenused täna juba loodud töötama 4G baasil, ei eelda riistvaraline arendus suuri muutusi. Oluline on tagada võimalikult kõrged tehnilised nõuded. Kuivõrd juba täna on liikluses olemas teatud tasemega autonoomsed ja kaugjuhitavad sõidukid, siis saab 5G abil teenuseid muuta kiiremaks ning efektiivemaks.
- **Tarkvara** | Lisaks riistvarale on teine pool lahendustest tarkvaraline, mis võib varase küpsusastmega teenuste puhul olla isegi kulukam kui üldine 5G võrgu rajamine. Selleks, et lahendused töötaksid laitmatult, on oluline tagada tarkvaralahendustega sõidukite ning infrastruktuuri vaheline suhtlus, mis on eeldus efektiivse ja kõrge ohutustasemega liikluslahenduste toimimiseks.

Kui rääkida täisautonoomsetest sõidukitest liikluses (ühistransport, tarbijasõidukid ning veoautod), siis eeldab selle ellukutsumine märkimisväärselt suuremat investeeringut, sest tekib vajadus katta kogu liiklussüsteem uut tehnoloogiat toetavate seadmetega ning liiklust ja ohutust reguleeriva märgistusega. Kuna täisautonoomsete lahenduste puhul on tegemist hilise küpsusastmega kasutusjuhtumiga ei ole praegu veel võimalik investeeringuvajadust täpselt hinnata.

TEHNILINE

Autonoomsuse tase | Tehniline teostatavus sõltub autonoomsete lahenduste tehnilisest küpsusest - 2. taseme puhul on teostatavus parem, sest olemasolevad lahendused on algeliselt juba välja arendatud, kuid 4. ja 5. taseme sõidukites kasutatavad tehnoloogilised lahendused ning seadmed on alles arendamisel.

Liiklustaristu | Lisaks sõidukite arendamisele tuleb tagada ka infrastruktuuri valmisolek, et luua vajalik keskkond autonoomsete sõidukite liiklemiseks. Autonoomsete sõidukite toimimiseks on vaja tagada sõidukite ning taristu omavaheline suhtlus. See eeldab iseseisva elektrivarustuskindluse tagamist suuritel liiklussõlmedel, liiklusseire seadmete paigaldamist, mis teisi sõidukeid ja liiklejaid suudavad jälgida ja tuvastada ning massilist targa tee seadmete rakendamist (5G põhised liiklustaristu süsteemid on kirjeldatud Lisas 2). Kuivõrd vanemad sõidukid ei kao liikluskeskkonnast, peavad arendatavad seirelahendused suutma kuni uue tehnoloogia kontsentratsiooni kasvuni tuvastada kõiki osapooli olemata tehnoloogilisest arengutasemest.

5G sidevõrgu katvus | Teenuste efektiivseks töötamiseks on oluline tagada lisaks teedel ja liikluses olevatele seadmetele IT-süsteemide valmisolek ning ka võimekus töötada erinevatel sagedustel. Tulenevalt üle-eestilise võrgu järkjärgulisest arendamisest ei pruugi katvus kõigil teedel olla parim, mistõttu peavad süsteemid töötama erinevates levialades.

Lisaks teenusepakkujatele on oluline tehniliselt tagada 5G hea levi (Tabel 8). Hetkel ollakse 5G levi ulatuses osas teatud määral vaoshoitud, sest eriti kõrge hoonestusega aladel ja maapiirkondades võib esineda leviprobleeme. Seetõttu planeeritakse varase küpsusega teenuste puhul tagada erinevates võrkudes töövoime sõltumata levist, et teenused ei lakkaks töötamast 5G puudumisel. Eriti oluline on see näiteks kaugjuhitavate sõidukite puhul siseturvalisuse valdkonnas.

TABEL 8. TEHNILISED NÕUDED

NÄITAJA	VÄÄRTUS
Andmeedastamise kiirusele ajaühikus	Tänane 4G lahendus on kaugjuhitavate teenuste jaoks piisav, täisautonoomsuse jaoks on vaja 5G-d
Kiirusele	1-10 Gbitt/s
Latentsusele	1-5ms (latentsus on kõige olulisem, et tagada täpsus)
Käideldavusele	Üle 95% (maksimaalne)
Küpsusaste	Varane/Hiline, sõltuvalt autonoomsuse tasemest

ÕIGUSLIK

Kuna hetkel on autonoomsete sõidukite areng üpriski algusfaasis, puudub regulatiivne keskkond nende kasutuseks tavaliselt. Seetõttu on oluline teenuste arendamisega paralleelselt kujundada sobilik seadusandlik keskkond, kus detailselt defineeritakse autonoomsuses kaasatud osapooled ja nende rollid. Lisaks autonoomsuse regulatsioonile on oluline andmekaitse ja turvalisus, et olulised andmed ei jõuaks kolmandate osapoolteni.

2.2.4. MÕJU

MAJANDUSLIK

Mõju hinnang: ●●●

Peamine majanduslik mõju tuleneb teenuste suuremast efektiivsusest, paremast kättesaadavusest ja kulude optimeerimisest, mistõttu muutuvad teenused võrreldes hetkel olemasolevate alternatiividega odavamaks ja laialdasemalt kasutatavaks. Majanduslik mõju avaldub ka suurenenud ohutuse kaudu – autonoomsed sõidukid teevad eelduslikult vähem õnnetusi ja loovad ohutuma liikluskeskkonna, sest toimub pidev suhtlus erinevate liikluskeskkonnas olevate seadmetega ning väheneb liiklusõnnetuste ja kahjude arv nii inimestele kui rahalises väärtuses. Lisaks avaldub mõju efektiivsemast ressursikasutamisest, eriti kütusekulu osas ning kuna väiksemad poolautonoomsed sõidukid töötavad taastuenergia vahel väheneb negatiivne mõju keskkonnale.

SOTSIAALNE

Mõju hinnang: ●●●

Sotsiaalne mõju väljendub tarbijatele nii teenuste paremas kättesaadavuses, suurema lisandväärtusega töökohtade loomises ning üldise liiklusohutuse kasvus. Kaugjuhitavatest teenustest rääkides tekib vajadus spetsialiseerunud, kõrgema lisandväärtusega tööjõule, mis eeldab inimestelt rohkem teadmisi ning kogemusi. Lisaks avaldub sotsiaalne mõju eelpool mainitud turvalisuse taseme tõusust liikluses tänu õnnetuste ja avariide arvu vähenemisele, mis on kõige suurema prioriteediga eesmärk kõigile liikluse ning liiklusohutusega seotud asutustele, sh Transpordiamet, PPA ning Päästeamet.

2.3. TARK RAUDTEETARISTU HALDAMINE JA UUE AJA TEENUSPAKKUMINE RONGIDES

Raudteetaristu olemasolu on üks olulisemaid faktoreid transpordi efektiivseks kasutamiseks. Raudteedel liigub igapäevaselt märkimisväärne hulk reisijaid ja kaupu. Tänapäevane Eesti raudteevõrgustik põhineb üpriski vananenud tehnoloogiatel ning eeldab lähiaastatel uuendamiseks investeringuid. Euroopa Liidus on lähiaastatel oodata üleminekut uuele süsteemile, mis asendab hetkel kasutusel olevad vananenud lahendused, et luua võimalikult kaasaegne, ohutu ning kiire juhtimissüsteem. Suure tõenäosusega põhineb uus süsteem just 5G võrgul, mistõttu tuleb tagada 5G võrgu loomine kõigil raudteedel ning ülesõitudel.¹¹

2.3.1. KASUTUSJUHTUMI HETKEOLUKORD JA TULEVIKUVÄLJAVAADE

HETKEOLUKORRA ÜLEVAADE

Tänapäevane lahendus Eesti raudteedel põhineb paljuski üle 30 aasta vanal tehnoloogial. Näiteks käib rongide suhtlus juhtimiskeskustega läbi GSM-R ning rongijuhtide suuline kommunikatsioon läbi raadioside. Kuigi tänapäevane süsteem praktikas töötab, tekivad probleemid lähiaastatel kompetentsi puudusest, sest kasutatav tehnoloogia on kohati nii vananenud, et nende süsteemidega töötamist ei õpetata enam. Lisaks juhtimissüsteemidele on paljud seadmed kohati üle 50 aasta vanad, mistõttu on neid järjest keerukam uue tehnoloogiaga ühildada. Tegemist on kitsaskohaga taristul, mis eeldab uute tehnoloogiate kasutuselevõttu.

TULEVIKUVÄLJAVAADE

Kuna rahvusvahelisel tasandil on eesmärk võtta kasutusele *Future Railway Mobile Communication System* (FRMCS) programmil põhinev standard, liiguvad üle Euroopa süsteemid uutesse võrkudesse. Uue võrguga paraneks näiteks rahvusvaheliste rongide puhul ajakulu süsteemide riikidevahelisel ümberlülitumisel. Tulenevalt FRMCS kõrgetest infoturbe nõuetest on selle katvusallas võimalik reisirongides kasutada kõrge kvaliteediga multimeedia teenuseid ning kaubarongides kaupade seire teenuseid. Multimeedia teenused hõlmavad endas raudteed kasutatavate ettevõtete (Elron, RBE) digikultuuri lahenduste edastamist reisijatele või efektiivse piletisüsteemi arendamist, mis suudab automaatselt tuvastada rongide täituvust ja avada piletimüügi süsteemid vastavalt kohtade olemasolule. Tuleb märkida, et nimetatud teenuse jaoks ei ole 5G võrgu olemasolu eelduslik, kuid terviklahenduse arendamisega seotud investeringute efektiivsust silmas pidades ei ole erinevatel võrkudel töötavate lahenduste kasutuselevõtmine ratsionaalne.

2.3.2. KASUTUSJUHTUMI OSAPOOLED

Kuna raudtee on kinnine taristu, siis on Eestis olemasoleva raudtee omanikuks Eesti Raudtee ning uut trassi arendav Rail Baltic Estonia (

Tabel 9). Kaubavedusid ja reisijatevedusid korraldavad eraldi ettevõtted Elron ja Operail, mistõttu tekib neil võimalus arendada näiteks eelpool mainitud piletiteenuseid koostöös EVR-iga. Väärtusahelas ei toimu uuest võrgust tulenevalt otseseid muudatusi, kuid see sõltub sideettevõtete kaasamise vajadusest. Hetkel pole teada, kas raudtee eeldab privaatset või avalikku võrku.

¹¹ Future Railway Mobile Communication System (FRMCS). [<link>](#)

TABEL 9. POTENTSIAALSE KASUTUSJUHTUMI VÄÄRTUSAHELA OSAPOOLED

TEENUSE OMANIK	TEISED OSAPOOLED	KASUSAAJA
<ul style="list-style-type: none"> Raudteede omanikud vastutavad 5G võrgu ehitamise eest taristul (EVR, RBE ja Edelaraudtee) 	<ul style="list-style-type: none"> Elron, Operail ja RBE arendatavad teenused koostöös taristu omanikuga Sideettevõtted Multimeediateenuste pakkujad Logistikaettevõtted 	<ul style="list-style-type: none"> Transpordiettevõtte Reisijad Taristu omanik ohutuse osas

2.3.3. TEOSTATAVUS

MAJANDUSLIK

Majanduslikult on kasutusjuhtumi teostamiseks vaja väga suuri investeeringuid, sest kaasajastatakse terve infrastruktuur, mis hõlmab sadu kilomeetreid erinevaid taristu osasid. Siiski on hetkel veel keeruline hinnata investeeringumahtusid, sest enne peab Euroopa Liidust tulema otsus, et raudteedel tehtavad uuendused hakkavad põhinema 5G võrgul. Lisaks ei ole täna välja arendatud 5G võimekusega seadmeid raudteedele ning eeldatavalt tuleks välja vahetada kõik vanad seadmed. Täpsema majandusliku teostatavuse hindamiseks on oluline läbi viia tasuvusuuringud *vastavalt Connecting Europe Facility 2 (CEF2)* digitaalprogrammidele.

TEHNILINE

FRMCS süsteemi kasutuselevõtmisega seotud tehnilised nõuded on sätestatud Rahvusvahelise Raudtee Organisatsiooni poolt vastavates standardites. Kuivõrd Eestis ei ole majanduslikult otstarbekas GSM-R standardil põhinevat võrku rajada, on rahvusvahelise kauba- ning reisijateveo arenguks vajalik alustada 5G taristu planeerimist FRMCS teenuse kasutuselevõtmiseks. Koos valdkonnaülese otsusega liikuda uuele lahendusele pannakse alus tulevikuraudtee loomisele, mis tekitab eelduse nõuete kaardistamiseks ning süsteemide ümberehitamiseks. Valdkonna eksperdid hindavad investeeringute mahtu paarisaja miljoni euroni.

Raudtee süsteemide viimine uuele standardile sätestab tehnilised nõuded teenuste võrgus toimimiseks (Tabel 10). Intervjuude tulemuste põhjal piisab esmalt lahenduste toimimiseks 4G kiirustest, kuid tulenevalt võrguviilutamise vajadusest on suurte andmeedastamise kiiruste tagamine kriitilise tähtsusega. Kuivõrd raudtee puhul on tegemist elutähtsa ning turvalisusega seotud teenusega, peab teenuse käideldavus olema vähemalt 99,99%, et tagada teenuse töötamine ja vähendada maas oleku perioodi.

TABEL 10. TEHNILISED NÕUDED

NÄITAJA	VÄÄRTUS
Andmeedastamise kiirusele ajaühik	n/a
Kiirusele	4G on piisav, kuid uue regulatsiooniga tuleb ka ilmselt nõudmine tagada vähemalt 1 Gbit/s kiirus (FRMCS süsteemi kasutuselevõtt nõuab 5G võrku)
Latentsusele	n/a (eksperthinnang vastavalt FRMCS spetsifikatsioonile)
Käideldavusele	Vähemalt 99,99% (maksimaalne)

ÕIGUSLIK

Vaja on teostada regulatsioonide ning standardite analüüs, et aru saada täpsemalt kitsaskohad, millega peab arvestama. Potentsiaalselt võib probleemiks osutuda andmekaitsega seotud piirangud.

2.3.4. MÕJU**MAJANDUSLIK**

Mõju hinnang: ●●●

Kõige suurem majanduslik mõju raudtee valdkonnas väljendub pikaajalises ressursiefektiivsuses ning kulude säästmise ja üldise majanduslikus kasus, mis tuleneb efektiivsemast kauba- ning reisijateveost. Lisaks tekib uute tehnoloogiate ning teenustega uusi töökohti. Siiski ollakse majandusliku mõju hindamisel just ettevõtete tasandil ettevaatlikud, sest raudtee taristu omanik teeb suuri investeeringuid, kuid selle kaudu ei avaldu neile otsene kasu. Kuivõrd raudtee puhul on tegemist kriitilise tähtsusega taristuga, ei ole tavapärase riiklike taristu omanike majanduslik tasuvus.

SOTSIAALNE

Mõju hinnang: ●●

Tänu uuele ja kiiremale võrgule kasvab raudteel rongide liikumise keskmine kiirus ja väheneb üldine ohtlikkus, sest taristu seiresüsteemid ning ülesõidud muutuvad täpsemaks ja ohutumaks. Olemasoleval statistikal põhinedes toimub iga aasta kuni kümme raudteega seotud õnnetust, kus pooltest on kaotatud elu. Raudteetaristu omanikule on kõige tähtsam tagada kõikide osapoolte ohutus ning samas ka transpordivõrgu kiire töös hoidmine. Samasugune kõrge ohutustunne peab olema ka raudtee teenuseid tarbivatel osapooltel.

3. TÖÖSTUS

3.1. VALDKONNA ÜLEVAADE

Töötleva tööstuse valdkonnas on täna hõivatud ligikaudu 105 tuhat inimest, mis on 17% kõigist Eesti ettevõtetes hõivatutest ning on seeläbi enim tööd pakkuv valdkond.¹² Sellegipoolest leidub töötlevas tööstuses selged väljakutsed – Eesti töötleva tööstuse lisandväärtus töötaja kohta on ligikaudu 30 tuhat eurot, mis on võrreldes Euroopa keskmisega, 65 tuhat eurot, rohkem kui poole väiksem. See aga tähendab, et pikaajaliselt tekib Eesti töötleva tööstuse ettevõtetel tekkida väljakutse konkurentsipüsimisega.

Potentsiaalne viis lisandväärtuse tõstmiseks on 5G abil tööstusprotsesside digitaliseerimine, seeläbi nende juhtimine, automatiseerimine ning optimeerimine. Kuigi Tööstus 4.0 ei ole otseselt 5G-st sõltuv, käivad need siiski käsikäes – 5G on eeldus laialtleviku Tööstus 4.0 põhimõtete rakendamiseks. Tööstuse valdkonnas on piloteeritud mitmesuguseid 5G võrgul töötavaid pilootprojekte. Ericsson on näiteks loonud Tallinnas piloottehase. Selleks ühendati 5G võrku ligikaudu 23 tuhandele ruutmeetrile 1 seade ruutmeetri kohta. Seeläbi optimeeriti tööstusprotsesse ühendades autonoomsed iseliikuvad masinad ja sensorid ühtsesse võrku ning loodi lisaks tarkvaralised lahendused nagu näiteks liitreaalsuse rakendamine tõrkeotsinguteks toodetel. See kokkuvõttes tõstis tehase produktiivsust.¹³

Tööstuse valdkonnas 5G põhiste kasutusjuhtumite tuvastamiseks viidi läbi kuus intervjuud valdkonnaorganisatsioonidega. Selle tulemusel tuvastati kaks kasutusjuhtumit (Tabel 11).¹⁴

TABEL 11. INTERVJUUDE KÄIGUS KAARDISTATUD KASUTUSJUHTUMID TÖÖSTUSE VALDKONNAS

KASUTUSJUHTUM	AVALIK VALDKONDLIK MÕJU	KÜPSUSASTE	EELDAB 5G OLEMASOLU	LEGEND
Tööstusprotsesside tark optimeerimine ning juhtimine		Hiline	Jah	<ul style="list-style-type: none"> Lai avalik mõju Keskmine avalik mõju Piiratud avalik mõju
Autonoomne reaalaajas jälgitav logistikavõrk		Varane	Jah	<ul style="list-style-type: none"> Hiline 5-10 aasta perspektiiviga teenused Varane 3-5 aasta perspektiiviga teenused

Intervjuude käigus kaardistatud kahest kasutusjuhtumist on suurema avaliku valdkondliku mõjuga **1. tööstusprotsesside tark optimeerimine ning juhtimine**. Uuringu käigus tuvastati, et tänane tööstuse digitaliseerituse tase on madal.¹⁵ Digitaliseerimisega on võimalik tänaseid tööstusprotsesse optimeerida ning paremini juhtida ja seeläbi saavutada konkurentsieelis. Seetõttu on kasutusjuhtumi avalikku valdkondlikku mõju hinnatud laiaks. 5G on digitaliseerimise võimaldaja ning üks potentsiaalsetest vahenditest protsessi kiiremaks ja lihtsamaks muutmiseks.

Autonoomne reaalaajas jälgitava logistikavõrgu kasutusjuhtum on keskmise avaliku valdkondliku mõjuga. Kuna antud kasutusjuhtum kattub oluliselt ühendatud mobiilsuse ja tarkade linnade autonoomsete sõidukite kasutusjuhtumiga, siis keskendutakse antud peatükis tööstusprotsesside optimeerimise ja juhtimise detailsel analüüsil.

¹² Statistikaamet (2021) – 2020 III kvartali seisuga, tabel PAV011

¹³ Ericsson Tallinn Factory Sustainability. [<link>](#)

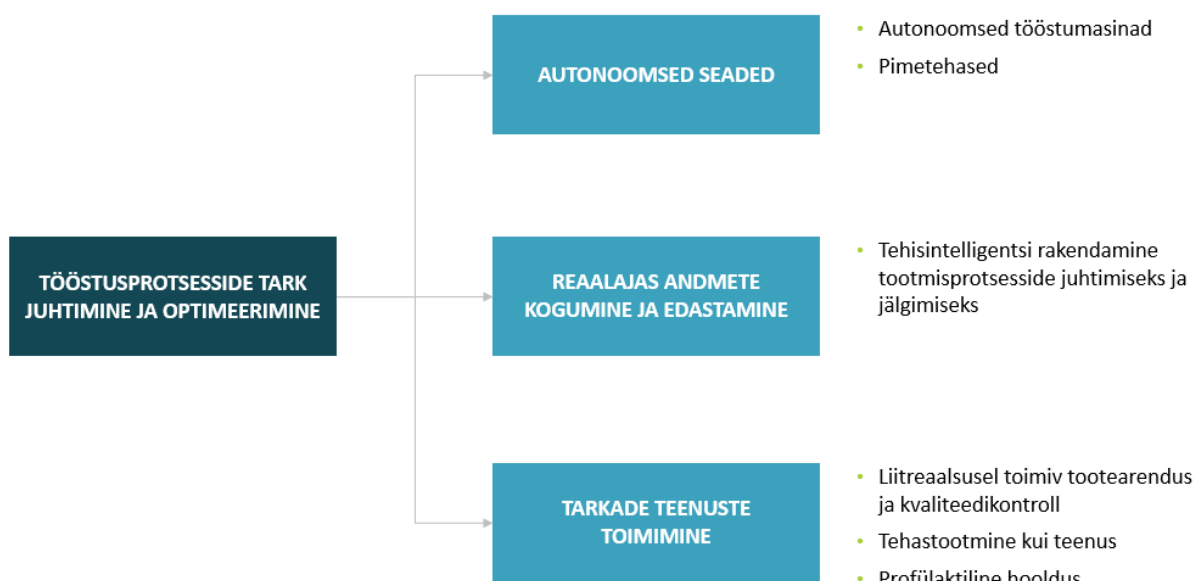
¹⁴ Uuringu meetoodiline lähenemine on kirjeldatud Lisas 1 ning mõisted ja lühendid raporti alguses (Lühendid)

¹⁵ MKM: Eesti tööstuspoliitika prioriteet on ettevõtete konkurentsivõime suurendamine. [<link>](#)

3.2. TÖÖSTUSPROTSESSIDE TARK JUHTIMINE, AUTOMATISEERIMINE NING OPTIMEERIMINE

5G võimaldab masin- ning digitaaltehnoloogia liidestamist. Selleks paigaldatakse masinatele sensorid, kogutakse andmeid ja kasutatakse masinõpet, mis võimaldab äriprotsesse efektiivsemaks muuta, tootlikkust suurendada ning tagada masinate omavaheline suhtlus ja koostöö (Joonis 1). See aga nõuab ühist keskkonda või võrku, kuhu seadmed on ühendatud ehk asjade interneti (inglise k. *Internet of Things*), mis on digitaliseerimise protsessi lahutamatu osa. Asjade internet võimaldab koguda seadmetelt ja masinatelt andmeid ning neid omavahel vahetada, mis on eeldus automatiseerituse taseme tõstmiseks ja autonoomsuse saavutamiseks.

JOONIS 1. TÖÖSTUSPROTSESSIDE JUHTIMISE JA OPTIMEERIMISE TEENUSTE JAGUNEMINE



HETKEOLUKORRA ÜLEVAADE

Tänased tootmisahelad on väga selgelt defineeritud ning on optimeeritud täitma ühte kindlat tootmisprotsessi. Tootmisahelas olevad tööstusmasinad on statsionaarsed, mistõttu ei ole võimalik luua paindlikku tootmistehast, mis on võimalik kohandada muutustele turunõudluses (nt eritellimused). See nõuaks tänaste statsionaarsete masinate ümberpaigutamist ning programmeerimist, mis ei ole ajaliselt ega majanduslikult mõistlik. Lisaks nõuavad tänased masinad pidevat operaatorite ja tehnikute järelevalvet ja tavaks on kriitilise tähtsusega masinatel vahetada komponente kas selleks ettenähtud aja tagant või kui masin töövõime kaotab. Kuigi täna on võimalik asjade interneti luua üle füüsilise kaabelühenduse, võib see osutada takistuseks masinate ja seadmete puhul, mis on autonoomsed ja iseliikuvad. Selleks tuleks luua kaablivaba ühendus, kuid siinkohal võib takistuseks osutada aina kasvavad andmemahud, mis peavad olema kiirelt ning lühikese viiteajaga edastatud. Seda ei ole 4G baasil võimalik teha edukalt, sest seadmete hulk võib kasvada väga suureks, mida 4G tehnoloogia ei ole võimsuse ning tehnilisuse poolelt suuteline teenindama. Näiteks Ericssoni 5G pilootprojektis oli asjade interneti ühendatud ligikaudu 23 tuhat¹⁶ seadet.

¹⁶ Ericsson: Welcome to the Smart Factory. [<link>](#)

Tänased tööstusettevõtted sõltuvad suuresti liinitöolistest, kuid aina vähem leidub inimesi, kes on nõus liinitööd tegema ning esineb tööjõupuudus. Lisaks on töötajate ootused kompensatsiooni osas liialt kõrged tagamaks konkurentsivõimelised lõpptoote hinnad. Sõltuvus inimtööjõust seab piirangud tootmismahdade kasvatamiseks ning võib viia inimeksimusest tulenevate vigade tekkele.

TULEVIKUVÄLJAVAADE

5G võrkudel töötavad tulevikutehased koguvad reaajas suuri andmeid ning masinad on omavahel ning väliskeskkonnaga suhtlevad. Tekib võimalus täielikult automatiseerida tootmisahel kasutusevõtuks, kus masinad võtavad välisest keskkonnast tellimuse vastu, tellivad vajamineva tooraine ning korraldavad kogu ülejäänud tööahela. Seeläbi tekib tark autonoomne tootmine, mis on paindlik tänu masinate võimekusele kiirelt ümber seadistuda järgneva protsessiks.

Kõikide tootmiskomponentide liikumist jälgitakse, mis lubab kiiret toodete ja masinate lokaliseerimist. Tehisintellekti rakendavad kaamerad jälgivad konveierliine reaajas ja teavitavad operaatorit kui ka teisi masinaid defektsest tootest. Seejuures jälgivad masinad enda seisundit ning teavitavad tehnikut või operaatorit, kui tööprotsessi tegemiseks vajaminev detail on kulunud ja vajab väljavahetamist.

Tööstusettevõtted rakendavad liitreaalsust, mis võimaldab näiteks tootjatel luua hologram mudeli arendatavast tootest. See on odavam, kiirem ja mõjuvam kui arvutiekraanil olev joonis, 3D printimine või füüsiline mudel. Lisaks sujuvamatele arendustöödele on liitreaalsuse abil võimalik läbi viia kvaliteedikontrolli, kus liitreaalsuse prillide abil kuvatakse töötajale ülevaade tootekomponentidest ning vajaminev info testimaks toodet. Insenerid saavad näiteks ülevaate toote komponentidest iga nurga alt ja kiirelt. Seejuures töötavad mudeliga erinevad spetsialistid eri asukohtades samaaegselt.

Tööstuslikku tootmist on võimalik pakkuda teenusena, kus ühes tehases opereerivad mitu ettevõtet, kes ostavad tehase omaniku poolt pakutud tootmisteenus. Seeläbi saavad ettevõtted keskenduda tootearendusele ning targad tootmismasinad adapteeruvad vastavalt tootmisprotsessi vajadusele.

5G on üheks oluliseks osaks tööstusprotsesside automatiseerimisel, mis võimaldab nn pime tehase kontseptsiooni rakendada, kus tulenevalt järelevalve vajaduse puudumisest ei pea operaatorid olema tehastes kohal, vaid suudavad juhtida protsesse digitaalselt distantsilt, mistõttu ei vaja tehased valgustust ega soojustust. Täisautonoomsete tehaste puhul toimub liikumine kvalifitseeritud tööjõule, kes opereeriksid kõrgtehnoloogilisi seadmeid. See võimaldab vähendada inimfaktorist tulenevaid eksimusi, kiirendada tootmiskiirust aga ka hoida tehast töös ööpäevaringselt. Seeläbi saavutatakse madalam lõpptoote hind ja tõstetakse tootmismahтусid.

3.2.1. KASUTUSJUHTUMI OSAPOOLED

Analüüsi käigus ei tuvastatud muudatusi väärtusahela osapooltes (Tabel 12). Teenuse omanikuks jäävad tööstusettevõtted, mida toetavad sideettevõtted ning tarnijad. Peamisteks kasusaajateks on kliendid, teised tööstusettevõtted ning edasimüüjad tulenevalt toote omahinna vähenemisest ja võimalusest tellida eritellimusel tooteid, mis on saavutatav tänu kiirele masinate ümberseadmisele.

TABEL 12. VÄÄRTUSAHELA OSAPOOLED

TEENUSE OMANIK	TEISED OSAPOOLED	KASUSAAJA
<ul style="list-style-type: none"> Tööstusettevõtte 	<ul style="list-style-type: none"> Sideettevõtte Seadmete ja tehnoloogia tarnija 	<ul style="list-style-type: none"> Klient Edasimüüja Tööstusettevõtte

3.2.2. TEOSTATAVUS

MAJANDUSLIK

Suurematel tehastel on 5G-l põhinevate lahenduste integreerimine teostatavam tänu kasvavale investeerimisvõimekusele. Analüüsi käigus tuvastati, et väiksematel tehastel (st väiksema käibega kui 200 tuhat eurot töötaja kohta) puudub enamjaolt majanduslik võimekus teha vajaminevaid investeeringuid uute tootmisseadmete ostuks või tööstushoone sisese 5G võrgu ehitamiseks. Suuremate tööstusettevõtete kasuks räägib nende investeerimisvõimekus ja masinapargi suurus, mida on võimalik integreerida ühtsesse võrku. Seeläbi on kergem saavutada skaleeritavus ning investeeringu majanduslik tasuvus on suurem kui väikestel ettevõtetel. Kahjumliku investeeringu korral puudub tööstusettevõtetel majanduslik põhjus digitaliseerida. Siiski ei ole ainsaks eelduseks masinapargi uuendamine vaid terve tööstusettevõtte raames protsesside hindamine 5G lahenduste rakendamiseks, sellega seonduva riskianalüüsi läbiviimine ning terve automatiseerimise mõju hindamine ettevõtte tegevusvaldkondadele.

TEHNILINE

Tööstusvaldkonna digitaalsete lahenduste küpsusaste on kõrge ning juba täna on võimalik luua täisautonoomseid tehaseid, kuid uuringu käigus tuvastati, et Eesti tööstusvaldkonna tänane arengutase on ebapiisav laiaulatuslikuks täisautonoomsete tehaste rajamiseks. Peamine põhjus on eelkõige teadmatus 5G ning digitaliseerimise võimalustest ja kasudest, mistõttu ei ole digitaliseerimisele rõhku pandud.

Tehniline teostatavus on kergem uuemate masinparkide puhul. Sõltuvalt lõpplahendusest ning olemasoleva masinapargi vanusest ja seisukorrast võib terve masinapark vajada uuendamist. Kui masinapark võimaldab liidestamist, on 5G põhiste kasutuslahenduste integreerimine lihtsam.

Uuringu käigus tuvastatud nõuded tööstusvaldkonna 5G kasutusjuhtumite rakendamiseks on kajastatud allolevas tabelis.

TABEL 13. TEHNILISED NÕUDED

NÄITAJA	VÄÄRTUS
Andmeedastamise kiirusele ajaühikus	n/a
Kiirusele	1-10 Gbit/s
Latentsusele	1-5 ms
Käideldavus	99,99%
Küpsusaste	Hiline

Tööstusettevõtete puhul on oluliseks parameetrikse seadmete ruumiline tihedus, teisisõnu seadmete arv ühe pindalaühiku kohta. Näiteks Ericssoni pilootprojekti raames ühendati ligikaudu 23 tuhat seadet võrku. Suuremates tehastes võib see arv aga ruutkilomeetri kohta kasvada kuni miljoni seadmeni, mis nõuab massiivset masinside võimekust (ingl. k. *Massive Machine Type Communication*), mida ei ole 4G sidel võimalik luua.

ÕIGUSLIK

Õiguslikust vaatest on oluline andmekaitse tagamine, et olulised andmed ei jõuaks liikumisel kolmandate ja ebavajalike osapoolteni. Kuna digitaalsete lahenduste rakendamine tööstusvaldkonnas on Eestis veel algtasemel, puuduvad hetkel teadaolevalt digitaalsete lahenduste kasutuselevõttu piiravad regulatsioonid.

MUUD EELDUSED

Lisaks eelnevalt kirjeldatule on oluliseks eelduseks tänaste tööstusettevõtete harimine olemasolevatest tehnoloogiavõimalustest. Esineb arusaam, et 5G lahendused on seotud ainult IT-ga, kuid valdkonna teadlikkus kasutusvõimalusest on vähenenud. Selle ületamiseks tuleb teha teavitustööd ning üheks lahenduseks on riigipoolse koostööraamistiku või võrgustiku loomine, mis edendab valdkondade vahelist suhtlust ja tutvustab potentsiaalseid 5G-põhiseid tehnoloogialahendusi tööstusettevõtetele.

3.2.3. MÕJU

MAJANDUSLIK

Mõju hinnang: ●●●

Analüüsi käigus tuvastati peamise majanduslik mõjuna tehaste produktiivsuse kasv – tekib rohkem tooteid ühe töötaja kohta, mis suurendab Eesti tööstusettevõtete konkurentsivõimet tulenevalt madalamast omahinnast. Lisaks produktiivsusele avaldub majanduslik mõju tehaste paindlikkuse paranemisest. Masinad on kiirelt ümberseadistatavad uute tellimuste tootmiseks ning tekib nõudluspõhine tootmine. Sellest tulenevalt ei pea tooteid lattu tootma, mis on tööstusettevõtetele suur kulusääst. Optimeerides tarkade sensorite abil energia, valgustuse ja küttekulu tagatakse madalamad jooksevkulud.

SOTSIAALNE

Mõju hinnang: ●●

Analüüsi käigus tuvastatud potentsiaalne sotsiaalne mõju seisneb liinitöötajate töökohtade muutuses. Tootmistööd asenduvad keerukamate töödega ning toimub liikumine kvalifitseeritud tööjõu suunas operaatorite ja tehnikute ametikohtadele, mis on kõrgemalt tasustatud. Tööstusettevõtetele on seeläbi väiksem surve liinitöölise leidmiseks ning lihtsam tagada tööohutus. Üleminek automatiseeritud lahendustele toimub samm-sammult ning mitte samaaegselt terves sektoris, mistõttu on tänastel liinitöötajatel aega ümber õppida või end täiendada.

4. TARGAD LINNAD, PIIRKONNAD JA KOGUKONNAD

4.1. VALDKONNA ÜLEVAADE

Targad linnad, piirkonnad ja kogukonnad kirjeldavad tiheasustusalasid, kus elanike ning kogukonna liikmete mugavama ja efektiivsema elukeskkonna loomiseks arendatakse automatiseeritud ning digitaliseeritud teenuseid. Targad piirkonnad kasutavad IoT lahendusi, eesmärgiga koguda reaalsajalisi andmeid, et paremini mõista tarbijate harjumusi, et sellele vastavalt arendada uusi teenuseid.¹⁷ 2050. aastaks on hinnanguliselt 70% rahvastikust asunud elama linnadesse või nende äärealadesse. Sellega kaasneb ka suurenenud nõudlus nii vabale ruumile, elamurajoonidele kui teenustele.¹⁸ Seetõttu on tähtis strateegiliste planeeringute tarbeks aru saada potentsiaalsest nõudlusest ning arenguvajadustest uutele teenustele, kasutades tuhandete seadmete kogutud andmeid. Targa linna lahenduste hulka kuuluvad näiteks nutika ja kiire transpordisüsteemi ning tarkade liiklusjuhtimissüsteemide arendamine. 5G võrgu abil on võimalik kõiki neid teenuseid välja arendada, kasutades andmete edastamisel ning omavahelisel suhtlusel ülikiire võrgu eeliseid.

Tarkade linnade lahendused nõuavad suuremahulisi investeeringuid ja arendustööd ning hõlmavad kõiki linnainfrastruktuuris olevaid üksuseid. Tarkade linnade pilootprojekte on läbi viidud näiteks Barcelonas, mis on samuti ka üks esimese Euroopa 5G targa linna pilootprojekte. Selle raames arendati lahendusi avaliku turvalisuse, ühistranspordi, meedia edastamise ning üldise liikuvuse parandamiseks.¹⁹

Tarkade linnade, piirkondade ning kogukondade valdkonnas viidi 5G põhiste kasutusjuhtumite tuvastamiseks läbi kaks intervjuud valdkonnaorganisatsioonidega. Nende tulemusel tuvastati kolm peamist kasutusjuhtumit (Tabel 14).

TABEL 14. INTERVJUUDE KÄIGUS KAARDISTATUD KASUTUSJUHTUMID TARKADE LINNADE, PIIRKONDADE NING KOGUKONDADE VALDKONNAS

KASUTUSJUHTUM	AVALIK VALDKONDLIK MÕJU	KÜPSUSASTE	EELDAB 5G OLEMASOLU	LEGEND
Intelligentsed transpordilahendused		Hiline	Jah	<ul style="list-style-type: none"> Lai avalik mõju Keskmine avalik mõju Piiratud avalik mõju
Linnakeskkonna haldamine (foorid, parkimine, valgustus)		Hiline	Jah	<ul style="list-style-type: none"> Hiline 5-10 aasta perspektiiviga teenused Varane 3-5 aasta perspektiiviga teenused
Avaliku 5G punktid		Hiline	Jah	

Intervjuude käigus kaardistatud kolmest kasutusjuhtumist on kõige suurema avaliku mõjuga **1. intelligentsed transpordisüsteemid** ning **2. linnakeskkonna juhtimine**, mille kohta viidi läbi detailne analüüs. Väiksema avaliku mõjuga kaardistatud kasutusjuhtumid on kirjeldatud Lisas 2.²⁰

Laia avaliku mõju puhul avalduvad teenusest tulenevad eelised laiale tarbijaskonnale ning mõjutavaid kõiki osapooli, kes linnakeskkonnas liiguvad või teenuseid tarbivad. Näiteks on avaliku 5G punktid

¹⁷ 5G and smart cities: smarter solutions for a hyperconnected future [<link>](#)

¹⁸ What does the future of smart cities look like [<link>](#)

¹⁹ Inside Barcelona, the 5G Smart City of the Future [<link>](#)

²⁰ Uuringu meetoodiline lähenemine on kirjeldatud Lisas 1 ning mõisted ja lühendid raporti alguses (Lühendid)

suunatud spetsiifilisemale kasutajale, kellel igapäevane ligipääs mobiilsele andmesidele puudub. Intelligentsete transpordisüsteemide suur mõju avaldub liikluskoormuse ja autostumise vähenemise näol. Tänu transpordi kiiremale ning laiemale liikuvusele suurenenud kasutajate arvus. Linnakeskkonna tark haldamine loob eelduse kõigi tarkade süsteemide rakendamiseks linnakeskkonnas. Need halduslahendused võimaldavad siduda ühtseks süsteemiks palju erinevaid teenuseid, mis tervikuna avaldavad mõju tervele valdkonnale.

Küpsusastme hindamisel arvestati nii tehnoloogilist valmisolekut, majanduslikku võimekust kui ka üldist valmisolekut liikumaks 5G lahendustele. Arvestades Eestis käimasolevaid autonoomsete sõidukite ja teiste 5G lahenduste testimist, on kõigi kaardistatud kasutusjuhtumite küpsusaste hiline. Mõlema kaardistatud kasutusjuhtumi ellukutsumiseks on vajalik nii riist- kui tarkvaraliste lahenduste arendamine ning ka seadusandliku poole kaasajastamine ning nõuetega vastavusse viimine. Kuivõrd antud tegevuste läbiviimine nõuab palju tööd ning ressursi, siis nii tehnilise kui üldise valmisoleku poolest ei suudeta järgneva 3-5 aasta jooksul teenuseid veel ellu kutsuda.

4.2. TARGAD TRANSPORDISÜSTEEMID

Linnaliikluse efektiivseks toimimiseks on oluline luua kiire ühenduvusega ühistranspordi lahendused, mis vähendavad linnades erasõidukite kasutust ning parandavad üldist liikuvust. Tarkade transpordisüsteemide kasutusvõimalus on tugevalt seotud ühendatud mobiilsuse valdkonnaga, mis samuti panustab üldise liikuvuse ja liikluskeskkonna arendamisesse. Kui targa transpordi suurima potentsiaaliga arenguvõimalus on autonoomsed ühissõidukid, siis kuuluvad siia valdkonda veel linnapiirkonna ühistranspordi tark juhtimise ja jälgimise süsteem, mis kuvab nii juhtimiskeskusele kui tarbijale reaalaajalist liikumist ning peatustest väljumisi.

Intelligentseid transpordisüsteeme on kõige parem piloteerida just suurema asustusega (linna)piirkondades, sest seal on rajatud süsteemi toimimiseks vajalik kaasaegne baasinfrastruktuur, vajalikud tingimused ja ka nõudlus transpordi järele. Seetõttu on targa linna keskkond parimaks piloteerimise asukohaks, kus välja töötada esmased lahendused. Lisaks üldise liikuvuse ja efektiivsuse parendamisele tekib positiivne efekt ka keskkonnamõjude vähendamise näol. On teada, et autonoomsed sõidukid töötavad efektiivsemalt, kasutades ära liikluskeskkonnast kogutud andmeid. Üldise transpordisüsteemi ning -võrgu arenguga tõuseb igapäevaste transpordilahenduste kasutajate arv, mis vähendab sihtpiirkondades erasõidukite kasutamist ja seeläbi avaldab omakorda positiivset mõju keskkonnale.

4.2.1. KASUTUSJUHTUMI HETKEOLUKORD JA TULEVIKUVÄLJAVAADE

HETKEOLUKORRA ÜLEVAADE

Suurtes linnades ei ole laialdaselt veel kasutusel autonoomseid ühissõidukeid, sest nii infrastruktuur kui õiguslik keskkond ei ole veel piisavalt arenenud nende teenuste kasutuselevõtmiseks. Praegu kasutatakse mobiilset andmeside ühistranspordi positsioneerimisel ning reisijatele väljumisaegade kuvamisel nii peatustes kui ka nutiseadmetes. Esimesi autonoomseid ühistranspordilahendusi on piloteeritud viimastel aastatel näiteks Kultuurikatla ja Kesklinna vahel, Kadriorus ja Ülemiste City's. Üheks suurimaks väljakutseks täna on suurlinnade ühistranspordi keskmine kiirus, mis on kõigest 12-15 km/h. Madal keskmine kiirus tuleneb süsteemide madalast efektiivsusest ja jagatud tänavaruumist muude sõidukitega.

TULEVIKUVÄLJAVAADE

5G võrgul toimivate autonoomsete ühistranspordilahenduste ning üldise ühistranspordi taristu efektiivsuse, sh läbilaskvuse tõstmine on kõige suurema prioriteediga. Tulevikus võiks transpordi keskmine kiirus jõuda rohkem kui 20 km/h-ni, mis on naaberriikides juba saanud standardiks. Eraldades linnaliikluses transpordirajad või -koridorid väheneb transpordi sõltuvus muust liiklusest – transpordile mõeldud ridades saab 5G positsioneerimise abil luua rohelisi koridore, mille tulemusel kasvab kiirus ja efektiivsus. Lisaks üldisele transpordi kiirusele on võimalik targa suhtluse ja reaajas monitoringu abil tõsta ühistranspordi liinide arvu ning teenindada kasvavat nõudlust. Üks potentsiaalne lahendus oleks transpordi täituvuse reaalaajaline seire, mille abil saaks vastavalt vajadusele suunata lisasõidukeid liinidele, kus nõudlus on parasjagu suurem. Linnade eesmärgiks peaks olema läbi tarkade lahenduste luua keskkond, kus autokasutamine väheneb ning efektiivsus tõuseb just autonoomse liikluse ja teiste tarkade lahenduste rakendamise abil.

4.2.2. KASUTUSJUHTUMI OSAPOOLED

Kohalike omavalitsuste puhul on tegemist haldusorganitega, kus ei arendata teenuste osutamiseks vajalikke süsteeme ise. Selle asemel ostetakse süsteemide arendamine (nt tarkvaralahendused) ja ka osade teenuste osutamine (nt liikumisandmete analüüs) sisse hankega. Vastavalt teenuse olemusele võib linn olla teenuse omanik (Tabel 15), kuid teenuse osutamiseks kasutatakse operaatoreid. Nii autonoomsete sõidukite kui ka positsioneerimise rakenduste puhul arendavad teenuseid välja kolmandad osapooled, mistõttu tuleb taristu arendamisel arvestada ka nendepoolsete nõuetega. Uute 5G võrgul töötavate lahendustega tekib eeldatavalt väärtusahelasse uusi osapooli – näiteks võrguhaldurite ja -operaatorite näol, kes omavad teenuse toimimisel suurt rolli.

TABEL 15. VÄÄRTUSAHELA OSAPOOLED

TEENUSE OMANIK	TEISED OSAPOOLED	KASUSAAJA
<ul style="list-style-type: none"> • Transpordilahenduste arendaja (TLT) • Sõidukite tootja • Teenuste osutaja (pileti-süsteem, positsioneerimine) 	<ul style="list-style-type: none"> • Linnavalitus (KOV, vastutav teenuste pakkumise eest, kuid teenus on sisse ostetud) • Taristu omanik / operaator • Võrguoperaatorid ja haldurid 	<ul style="list-style-type: none"> • Linnavalitsus • Ühistranspordi kasutajad

4.2.3. TEOSTATAVUS

MAJANDUSLIK

Kohalike omavalitsuste jaoks on hetkel keeruline hinnata teenuste investeerimisvajadust. Antud kasutusjuhtumi ellukutsumine eeldab mitmeid investeeringuid nii infrastruktuuri arendamisesse, autonoomsete sõidukite soetamisse kui ka tarkvaraliste lahenduste arendamisesse. Kuigi KOV-de eelarvesse on planeeritud uute projektide ja teenuste rahastamine, on 5G-ga seotud investeeringud siiski tavapärasest suuremad, mistõttu tuleb sellises ulatuses kulud eraldi eelarvestada. Eeldatavalt on turul palju uusi vajaminevat tehnoloogiat arendavaid ettevõtteid, kellelt teenuseid sisse osta, mistõttu võiksid eeldatavad alginvesteeringud suure pakkumise tõttu olla väiksemad ja aidata parandada majanduslikku teostatavust.

TEHNILINE

Tarkade linnade, piirkondade ja kogukondade kontseptsioon ei ole tehniliselt märkimisväärselt uus - igapäevastes lahendustes kasutatakse digitaalseid lahendusi, kuid tervikliku targa transpordisüsteemi arendamine eeldab järgmist tehnoloogilist sammu, eriti autonoomsete ühissõidukite kasutusele-

võtuks. Autonoomsete sõidukite liiklusesse jõudmiseks on mitmeid eeltingimusi, millega tuleb arvestada. Kuna sõidukid peavad olema infrastruktuuriga pidevas suhtluses, eeldab liikluskeskkond liiklusmärkide, ristmike, valgusfooride ning seirelahenduste uuendamist. Seetõttu on kasutusjuhtumi küpsusastet hinnatud hiliseks, mistõttu puudub hetkel täpne hinnang tehnilistele nõuetele (Tabel 16).

TABEL 16. TEHNILISED NÕUDED

NÄITAJA	VÄÄRTUS
Andmeedastamise kiirusele ajaühikus	n/a
Kiirusele	n/a
Latentsusele	n/a
Käideldavus	n/a
Küpsusaste	Hiline

ÕIGUSLIK

Valdkonda reguleerib nii ühistranspordiseadus kui liikluseadus, mis võivad vajada muudatusi autonoomsete transpordilahenduste kasutuselevõtuks. Kuna tänane süsteem koosneb pigem eraldiseisvatest osadest kui terviklahendusest, siis otsesed tehnoloogiaga seotud regulatsioonid selles valdkonnas puuduvad. Kuivõrd lõpplahenduses kasutatakse mingil määral lõpptarbijate andmeid (nt liikumisandmed), tuleb kõik süsteemid ja lahendused andmekaitse vaatest läbi mõelda, et ei tekiks vastuolusid andmekaitseregulatsioonidega.

4.2.4. MÕJU

MAJANDUSLIK

Mõju hinnang: ●●●

Intelligentse transpordisüsteemi lahenduse puhul hinnati majandusliku mõju suureks. Nutikas transpordivõrk võimaldab efektiivsemat ning ökonoomsemat liikumist, vähendades samal ajal kütuse- ning hoolduskulusid. Kiirema ning efektiivsema transpordiga kasvab kasutajate arv.

SOTSIAALNE

Mõju hinnang: ●●

Sotsiaalne mõju väljendub inimeste liikuvuse paranemises ning ühistranspordi sagedasemas kasutamises. Kui ühistransport liigub 30% kiiremini, tekib inimesel ka ajaline võit muude tegevuste jaoks. Lisaks paraneb koos ühendatud mobiilsuse lahendustega liikluse ning linna ja muude piirkondade ohutustase, mistõttu juhtub vähem liiklusõnnetusi (autonoomsed sõidukid ning 5G võrgus töötavad liikluslahendused), väheneb vigastatute arv ja ka liikluskahjude hulk.

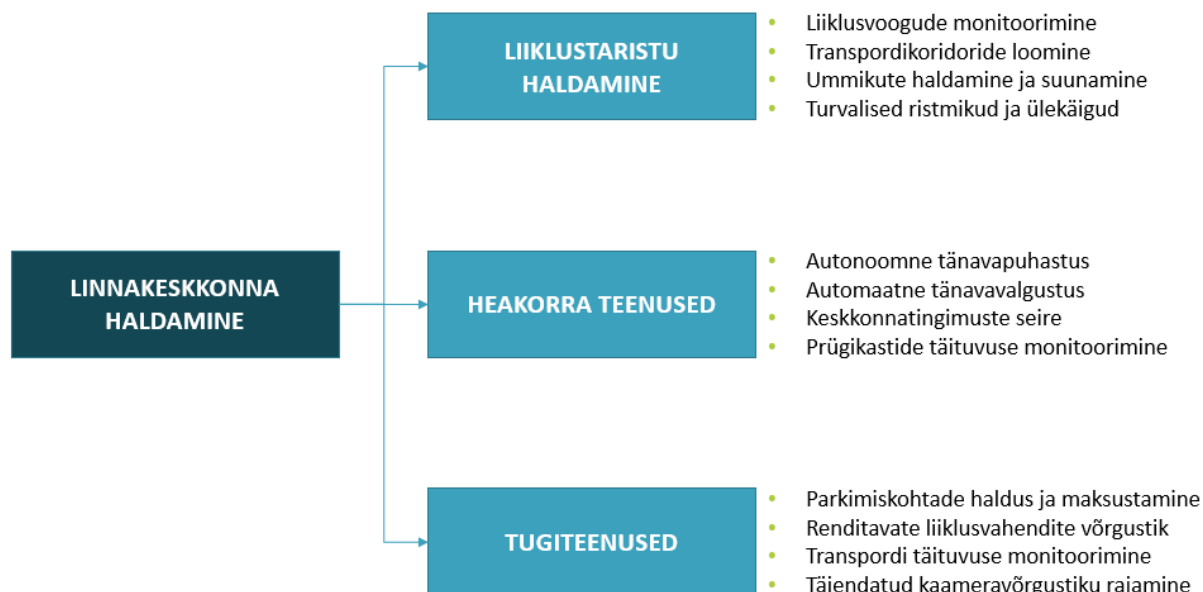
4.3. LINNAKESKKONNA HALDAMINE

Linnakeskkonna haldamine hõlmab kõigi avalikus linnaruumis olevate teenuste pakkumist ja juhtimist, mis moodustavad ühe terviksüsteemi. Sinna hulka kuuluvad näiteks linnaliikluses olevate sõidukite jälgimine 5G võrgul töötavate lahendustega, mille tulemusel on võimalik suunata liiklusvoogusid, kontrollida foore, ülekäike ja seeläbi vähendada ummikuid, saastet ning kiirendada transpordivõimalusi ja liikuvust, mahutades teedele proportsionaalselt rohkem sõidukeid. Ühise võrgustiku abil suunatakse ummiku korral auto mööda teisi väiksema liikluskoormusega teid

lõppsihtkohta. Selle meetodiga vähendatakse linnaliikluses olevate pudelikaelade hulka ning luuakse parem keskkond nii jalakäijatele kui ühistranspordile.

Lisaks liiklusele on võimalus luua targad parkimisvõimalused andes autojuhile ülevaate vabadest ja hõivatud kohtadest ning rakendada automaatset makselahendust, millega tuvastatakse auto liikumine parkimise alas, mis automaatselt parkimist alustab või lõpetab. Targad valgustusüsteemid on vastavalt liiklustihedusele reguleeruvad LED valgustid, mille puhul suudab valgustuspost jälgida samaaegselt ka liiklusvoogusid (linnaplaneerimise eesmärkidel) (Joonis 2).

JOONIS 2. LINNAKESKKONNA HALDAMISE TEENUSTE JAGUNEMINE



4.3.1. KASUTUSJUHTUMI HETKEOLUKORD JA TULEVIKUVÄLJAVAAD

HETKEOLUKORRA ÜLEVADE

Täna on linnapiirkonnas kasutusel mitmeid erinevaid iseseisvalt töötavaid tarku lahendusi, kuid puudub integreeritud terviksüsteem. Näiteks kasutatakse erinevaid kaameraid ja sensoreid teedel nii autode kui kergliiklejate loendamiseks ning fooride töö optimeerimiseks. Lisaks on kasutusel erinevad tänavavalgustuse lahendused, mis reguleerivad ennast vastavalt tarbimisele ja liikumisele, kuid puudub ühine süsteem ja erinevate alateenuste võrgustik.

TULEVIKUVÄLJAVAAD

5G võrgu abil oleks võimalik viia linnakeskkonna haldus järgmisele tasemele, mis oleks märkimisväärselt autonoomsem ning nõuaks vähem inimsekkumist. Paljud tänased teenused ja heakorraga seotud tööd oleksid automaatsed, näiteks tänavapuhastus või viimase miili kullerteenused. Uute lahendustega oleks võimalik muuta teenused kättesaadavamaks, üldine liikluskeskkond efektiivsemaks ning suurendada liiklejate ohutust ja turvatunnet tänu kaamerate võrgustikule ning hoiatavatele ristimiku- või ülekäigulahendustele.

4.3.2. KASUTUSJUHTUMI OSAPOOLED

Teenuste omanikeks saavad eelduslikult teenuste osutajad. Sinna hulka kuuluvad näiteks nii avalike kui eraparklate operaatorid, viimase miili kullerteenuseid pakkuvad ettevõtted kui ka näiteks tänavakoristuse teenust pakkuvad ettevõtted (Tabel 17). Erinevate teenuste toimimiseks arendatavad 5G-l põhinevad lahendused loovad eelduse ühise liikluskeskkonna tekkeks. Koos KOV-i poolt hallatava üldise liikluse infrastruktuuri juhtimisega suudavad erinevad süsteemid omavahel suhelda ning ohutult ringi liikuda. Teenuste edukaks toimimiseks on samuti oluline katkematu levi ja võrgu olemasolu, mille eest vastutavad võrguoperaatorid. Kuna olemasolevad lahendused on hetkel arengu algfaasis, võib osapooli vastavalt lõpplahendustele juurde tekkida.

TABEL 17. VÄÄRTUSAHELA OSAPOOLED

TEENUSE OMANIK	TEISED OSAPOOLED	KASUSAAJAD
<ul style="list-style-type: none"> • Transpordiamet (LJK) • Kullerteenuste osutajad • Tänavapuhastusettevõtted • Parklate operaatorid (Ühisteenused, EuroPark) 	<ul style="list-style-type: none"> • Linnavalitsus (vastutav teenuste pakkumise eest, kuid opereerime on sisse ostetud) • Võrguoperaatorid ja haldurid • Munitsipaalpolitsei 	<ul style="list-style-type: none"> • Linnavalitsus • Transpordi kasutajad • Elanikud • Avalike teenuste kasutajad

4.3.3. TEOSTATAVUS

MAJANDUSLIK

Linnakeskkonna terviksüsteemi kuulub palju erinevaid lahendusi, mille kogumaht ning küpsusaste erinevad kasutusjuhtumite lõikes. Kõige suuremaid investeeringuid nõuab tervikliku liiklussüsteemi arendamine ja ehitus. Selleks, et erinevate osapoolte kasutatavad seadmed ning autonoomsed sõidukid saaksid ohutult liigelda, tuleb ka juhtimissüsteemid edasi arendada uue võrgu peale, et need oleksid suutelised mitte ainult edastama infot, vaid seda ka koguma ja analüüsima.

TEHNILINE

Tehnilise poole pealt on eelkõige oluline arendada välja infrastruktuur, mis toetaks teenuste võrgus toimimist. Samaaegselt on oluline tarkvaraliste lahenduste nõuete kaardistamine ning tarkvara arendamine paralleelselt linnakeskkonda paigaldatavate seadmete ja sensorite arendamisega. Täpsemalt oleksid sammud:

- Riistvara arendamine, arvestades võrgule seatavaid tehnilisi nõudeid
- Tarkvara lahenduste nõuete kaardistamine ja tarkvara arendamine

Intervjueeritavate hinnangul on infrastruktuuri rajamiseks tehnoloogia olemas, kuid tuleb leida õige viis, kuidas neid liikluskeskkonnas rakendada, et sinna taha tekiks ka äriiline perspektiiv ja skaleeritavuse võimalus. Samuti mõjutab tehnilise teostatavuse hinnangut teenuste hankimine. Linnakeskkonnas rakendatavat teenused on enamik juhtudel hangete käigus sisse ostetud ning arendatud spetsiaalselt seal kasutamiseks. Seetõttu ei ole teenustel ühtset standardit tehnilistele nõuetele ja igale kasutusjuhtumile luuakse tellija poolt omad nõudmised. Tulenevalt linnakeskkonnas rakendatavate kasutusjuhtumite erinevustele, ei olnud seada ühtseid tehnilisi nõudeid võrgule (Tabel 18).

TABEL 18. TEHNILISED NÕUDED

NÄITAJA	VÄÄRTUS
Andmeedastamise kiirusele ajaühikus	n/a
Kiirusele	n/a
Latentsusele	n/a
Käideldavus	n/a
Küpsusaste	Hiline

ÕIGUSLIK

Regulatiivsete piirangute tuvastamiseks on vaja teostada eraldiseisev regulatsioonide ja standardite analüüs, et mõista võimalikke avalduvaid kitsaskohti. Eeldatavalt võib piiravaks osutada andmekaitse tagamine tulenevalt linnakeskkonna jälgimisest, mille käigus inimeste liikumis- ning potentsiaalselt isikuandmeid (läbi näotuvastuse) kogutakse ja kasutatakse. Automaatse isikutuvastuse korral salvestatakse suures koguses paljude inimeste andmeid, mistõttu on oluline tagada tundlike isikuandmete korrapärane käsitlemine kõikides protsessi etappides.

4.3.4. MÕJU

MAJANDUSLIK

Mõju hinnang: ●●

Digitaalse linnakeskkonna olemasolu loob potentsiaali suure hulga uute teenuste arendamiseks, mis soodustab ettevõtlust erinevates valdkondades. KOV-i vaatepunktist vähenevad linnakeskkonna haldusega seotud kulud, sest teenuseid viiakse läbi efektiivsemalt ning tekib võimalus säästa ressursse. Tänu nutikatele lahendustele linnapildis, jääb järjest väiksemaks inimsekkumine erinevatesse tegevustesse, mis omakorda tekitab võimaluse luua erinevates valdkondades uusi kõrgema lisandväärtusega töökohti. Näiteks on juba täna keeruline leida tööjõudu tänavakoristuse ning -halduse valdkonda. Tegemist on töökohtadega, mida saaks tulevikuperspektiivis asendada automaatsete lahendustega.

SOTSIAALNE

Mõju hinnang: ●●

Sotsiaalne mõju peegeldub üldises ühiskonna heaolu paranemises. Efektiivselt toimiv linnaline keskkond parandab teenuste kättesaadavust, paindlikkust ning ka inimeste turvatunnet. Elanikule paraneb teenuste valik ja kättesaadavus, mistõttu jääb lõpptarbijal rohkem aega muudeks tegevusteks. See omakorda tõstab nii nende heaolu kui ka potentsiaali panustada majanduse arengusse.

5. SISETURVALISUS

5.1. VALDKONNA ÜLEVAADE

Siseministeriumi Eesti siseturvalisuse arengukava 2020 – 2030 kavandi kohaselt on seatud eesmärk luua turvaline Eesti, kus on tagatud inimese ohutus ja kindlustatus. Turvalise elukeskkonna alustala on ennetamine, kuid samas peab olema valmis kiirelt reageerima, sest kõiki õnnetusi ja ohte ei ole võimalik ennetada.²¹ Sellest ajendatult on seatud üheks põhimõtteks kasutada ajakohaseid, mõjusaid, nutikaid ja optimaalseid lahendusi, mis aitavad inimeste tööpanust hästi kasutada.

Tehnoloogilistel lahendustel on täna siseturvalisuse valdkonnas suur roll – alates sidekanalitest, mille kaudu inimesed saavad abi või infot küsida, lõpetades päästetöötajate side- ja infosüsteemidega. Samas sõltub tänane operatiivteenuste kommunikatsioon suurel määral sideettevõtetest ja levi olemasolust. Seetõttu tuleks leida võimalusi siseturvalisuse parendamiseks läbi ajakohaste tehnoloogiliste lahenduste ning üheks suunitluseks on 5G levil töötavate lahenduste kasutuselevõtt siseturvalisuse valdkonnas.

Ka naaberriikidest leidub näiteid, kuidas ära kasutada 5G-d siseturvalisuse digitaalseks arenguks. Näiteks piloteeriti Soomes 5G põhiste droonide rakendamist hindamaks metsa seisundit pärast tormi ja tulekahjude levikut, et edastada reaajas infot päästetöötajatele konkreetsel alal tuvastatud abivajavate inimeste ja loomade kohta. Piloodis kasutatavad droonid olid võimelised kandma 20 kilogrammist koormat ning tehisintellekti rakendades tuvastama sobiva maandumiskoha. Seeläbi oli võimalik kiirelt abivajajani jõuda ja samaaegselt edastada infot olukorrast päästetöötajatele.²²

Siseturvalisuse valdkonnas viidi 5G põhiste kasutusjuhtumite tuvastamiseks läbi neli intervjuud valdkonnas tegutsevate asutustega, mille tulemusel **tuvastati kolm kasutusjuhtumit** (Tabel 19).²³

TABEL 19. INTERVJUUDE KÄIGUS KAARDISTATUD KASUTUSJUHTUMID SISETURVALISUSE VALDKONNAS

KASUTUSJUHTUM	AVALIK VALDKONDLIK MÕJU	KÜPSUSASTE	EELDAB 5G OLEMASOLU	LEGEND
Drooniparvede, sensorite ja mehitamata sõidukite rakendamine päästeoperatsioonides		Hiline	Jah	Lai avalik mõju Keskmine avalik mõju Piiratud avalik mõju
Tarkade sidelahenduste rakendamine hädaolukorras		Varane	Eelistatud	Hiline 5-10 aasta perspektiiviga teenused Varane 3-5 aasta perspektiiviga teenused
Kõrge ohuga aladel sensorite rakendamine		Varane	Ei	

Intervjuude käigus kaardistatud kasutusjuhtumitest on suurima mõjuga **1. Drooniparvede, mehitamata sõidukite ja sensorite rakendamine päästetöodes**, mille avalik mõju on lai. Mõjuhinnang põhineb analüüsi käigus läbi viidud intervjuudel, kus valdkondlikud eksperdid nägid antud kasutusjuhtumi ellukutumise puhul selget edasiviivat mõju päästeoperatsioonide õnnestumisele ja lahendamise kiirusele. **2. Tarkade sidelahenduste rakendamine hädaolukorras** kasutusjuhtumi avalik valdkondlik mõju on siseturvalisuse ekspertide hinnangul keskmine tulenevalt tänastest toimivatest lahendustest, mistõttu antud kasutusjuhtumi ellukutumine oleks valdkonda edasiviiv, kuid mitte

²¹ Eesti siseturvalisuse arengukava 2020-2030. [<link>](#)

²² A 5G Drone pilot in Environmental Care in Helsinki. [<link>](#)

²³ Uuringu meetodiline lähenemine on kirjeldatud Lisas 1 ning mõisted ja lühendid raporti alguses (Lühendid)

sellise tähtsusega nagu drooniparvede, mehitamata sõidukite ja sensorite rakendamine. Kõrge ohuga aladel sensorite rakendamise kasutusjuhtumi avalik valdkondlik mõju on samuti keskmine, tulenevalt tänasest operatiivteenuste reageerimiskiirusest põlengutele ning ohule. Kuigi kõrge ohuga aladel sensorite rakendamise kasutusjuhtum on siseturvalisuse valdkonna jaoks oluline, ei nõua antud kasutusjuhtum 5G levi. Seetõttu on antud peatükis keskendutud esimese kahe kasutusjuhtumi analüüsile ning kõrge ohuga alades sensorite rakendamise kasutusjuhtumi on lühidalt tutvustatud Lisas 2. Lisaks ei analüüsitud uuringu käigus operatiivraadioside lahenduse viimist 5G põhiseks.²⁴

5.2. DROONIPARVEDE, SENSORITE JA MEHITAMATA SÕIDUKITE RAKENDAMINE PÄÄSTETÖÖDES

Siseturvalisuse valdkonnas on kasutusel juba erinevaid digitaalseid lahendusi, kuid siiski on võimalus päästevõimekuse ning -efektiivsuse tõstmisele kasutades selleks erinevaid autonoomseid lahendusi. Näiteks on 5G võrgus võimalik rakendada drooniparvesid, mis suudavad koos töötades edastada seireandmeid, kasutada mehitamata sõidukeid või erinevaid sensoreid päästetööde raames.

5.2.1. KASUTUSJUHTUMI HETKEOLUKORD JA TULEVIKUVÄLJAVAADE

HETKEOLUKORRA ÜLEVAADE

Täna kasutatakse päästetöös 4G sidel töötavaid droone, mille eesmärk on parandada päästejuhi olukorrateadlikkust ning aidata teha otsuseid kiiremalt ja täpsemalt. Täna rakendatavad droonid on inimjuhitud, mis seab piirangud nn drooniparvede kasutamiseks päästetöös, mis võimaldaksid katta suurema ala kiiremini. See tuleneb droonide võimetusest omavahel suhelda ning edastada järjepidevalt asukohapõhist informatsiooni, mistõttu esineb oht kokkupõrkeks. Samas kasutades inimjuhitud droone kindla ala seireks, võib vaatevälja koordineerimatuse tõttu osa alast jääda katmata ning seeläbi abivajav inimene märkamata.

Tänane peamine väljakutse mehitamata sõidukite kasutamisel on navigatsioonitäpsus, mis tuleneb suurest andmete hulgast, kuid ka kõrgest latentsusest. See aga tähendab, et ohutusfunktsioonid ei ole nii efektiivsed tulenevalt viiteajast ja masin võib sõita näiteks kuni kaks sekundit kauem, sest korraldus seisma jääda jõuab nii palju hiljem kohale. Ohutusfunktsioonide õigeaegne toimimine on ülimalt oluline päästeoperatsioonides, mis hõlmavad näiteks demineerimist või inimese päästmist mehitamata sõidukite abil.

Kuigi päästejuhi jaoks on päästeoperatsioonides ülimalt oluline teada abivajaja seisundit ning asukohta, siis teisest küljest on sama oluline teada päästetöötajate asukohta ja seisundit. Selle tulemusel on võimalik oluliselt paremini koordineerida päästetööd. Täna kasutavad päästetöötajad suhtluseks raadiosidet ning seeläbi jääb päästetöötaja täpse asukoha määramine ja tervisliku seisundi hindamine valdavalt puudulikuks, kuid see on keerulistel päästeoperatsioonidel võtmetähtsusega.

TULEVIKUVÄLJAVAADE

Tulevikus kasutatakse päästetöös drooniparvesid, mis töötavad 5G sidel ning rakendavad tehisintellekti. Drooniparved on autonoomsed ja katavad kiirelt suure ala omavahel suheldes ning leides optimaalse viisi vaatevälja kattuvuse tagamiseks. Samaaegselt edastavad drooniparved reaajas kõrgekvaliteetset pilti ning tuvastavad tehisintellekti abil videopildist inimesi või loomi. Tekib

²⁴ Operatiivraadioside põhineb TETRA võrgul, mis on eluaja lõpus. Uus rahvusvaheline standard põhineb 5G võrgul, kuid tulenevalt 5G laialdase leviku puudumise tõttu tuleb arendada ORS esmalt 4G võrgule.

ülevaatlik ja lihtsasti hoomatav pilt seiratavast alast. Seeläbi on päästevõimekus kiirem ning otsuste langetamine kaalutletum ja täpsem.

Päästetöodes kasutatakse laialdaselt mehitamata sõidukeid, mis on suutelised ligi pääsema kõrge ohuga kohtadesse, mis on inimese jaoks sisenemiseks liiga riskantne. Mehitamata sõidukid toimivad ülimalt väikse viiteajaga tulenevalt madalast latentsusest ning seeläbi on tagatud ohutusfunktsioonide korrapärane toimimine.

Päästetöötajate varustusse ühendatakse sensorid, mis edastavad asukohapõhist informatsiooni, kuid samas jälgivad hapnikutaset balloonis, vingugaasitaset õhus, pulssi jms tervisliku seisundit kajastavat informatsiooni, mis tagaks päästetöötajate ohutuse. Päästejuhil tekib täpne ülevaade olukorrast, mis võib abivajaja leidmisel ja päästmisel olla võtmetähtsusega.

Tulevikus on päästetöötajatel kaasas kergesti paigaldatavad sensorid, mis kinnitatakse abivajaja külge. Sensorid edastavad infot abivajaja terviseseisundist nagu näiteks pulss ja kehatemperatuur, seeläbi on kiirabil võimalik ette valmistada vajaminevaks esmaabiks ning vastavalt prioritseerida ja koordineerida oma tegevusi.

5.2.2. KASUTUSJUHTUMI OSAPOOLED

Analüüsi käigus ei tuvastatud muutusi väärtusahela osapooltes ning kasutusjuhtumi omanikuks oleksid päästeteenuseid osutavad Päästeamet ja Politsei- ja Piirivalveamet (Tabel 20). Kiirabi jääb omama tänasele sarnast rolli ning peamised kasusaajad on abivajavad inimesed, kelle jaoks turvalisus ja saadava abi kvaliteet tõuseb.

TABEL 20. VÄÄRTUSAHELA OSAPOOLED

TEENUSE OMANIK	TEISED OSAPOOLED	KASUSAAJA
<ul style="list-style-type: none"> Päästeamet Politsei- ja Piirivalveamet 	<ul style="list-style-type: none"> Kiirabi teenuse osutaja Häirekeskus Siseturvalisuse tagamise ja sündmuste käsitlemisega seotud ettevõtted Elektrivõrgu haldurid 	<ul style="list-style-type: none"> Abivajajad Päästekorraldajad

5.2.3. TEOSTATAVUS

MAJANDUSLIK

Kuna Täna on droonid ja sensorid niivõrd arenenud, et ei nõua soetusmaksumusele lisaks investeringuid tehnoloogia välja arendamiseks. Toimub pidev droonide ja sensorite masskasutusse võtmine ning uute toodete turule toomine, mis on tiheda konkurentsi tõttu langetanud tehnoloogia maksumust. See tagab kasutusjuhtumi majandusliku teostatavuse.

Väljakutse on droonide, mehitamata sõidukite ja sensorite kohandamine päästetöödeks sobivaks. See nõuab tarkvaralisi lahendusi ja ka põhjalikku testimist. Selleks tuleks investeerida pilootprojektidesse ja arendada tarkvara, mis võimaldaks droone parvena opereerida.

TEHNILINE

Tehnilise poole pealt tuvastatud väljakutseid drooniparvede, mehitamata sõidukite ja sensorite rakendamiseks on:

- 5G võrgu tagamine päästeoperatsiooni asukohtades. Tihti leiavad päästeoperatsioonid aset linnadest väljaspool, kus ka tänane 4G võrgu kättesaadavus on ebapiisav. Seetõttu oleks üheks potentsiaalseks lahenduseks kohapealse ajutise võrgu loomine, mis tagab dronide ja sensorite sujuva infovahetuse.
- Tänapäevaste IT-süsteemide suutlikkus hallata suuri andmemahete ei ole piisav kasutusjuhtumi käigus tekkivate andmete haldamiseks ning puudub funktsionaalsus droniparvede, mehitamata sõidukite ja sensorite kaugjuhtimiseks. Selleks tuleks luua uued tarkvaralised lahendused, mis võimaldavad suuri andmemahete hallata ning liidestada droniparved, mehitamata sõidukid ja sensorid ühtsesse IT-süsteemi.

Tehnilised nõuded avalduvad peamiselt latentsusele ning käideldavusele, mis peab tagama, et info liiguks dronide vahel viitajata. Nõue kiirusele on vahemikus 50 Mbits – 300 Mbits (Tabel 21), kuid võib tulevikus tulenevalt 5G võrgus töötavate droniparve suurusest kasvada kuni 1 Gbitt/s-ni. Lisaks on tehniliselt oluline tagada 5G levi katvus maapinnast vähemalt 3000 m kõrguseni, mis on vajalik kriitilise side toimimiseks. Tänapäevases olukorras ei ole tekkinud taristu arendamisel tehniliselt olulisi väljakutseid, mis takistaksid olemasolevas standardis 5G levi jõudmist maapinnast kõrgemale. Antud uuringu raames ei käsitleta satelliidipõhiseid 5G lahendusi, tulenevalt selle standardi puudumisest. Satelliidipõhine 5G eeldaks endas kümnete tuhandete seadmete paigutamist, mille puhul võib tekkida levi ja katvusega seotud probleemid.

TABEL 21. TEHNILISED NÕUDED

NÄITAJA	VÄÄRTUS
Andmeedastamise kiirusele ajaühikus	n/a
Kiirusele	300 Mbitt/s – 1 Gbitt/s
Latentsusele	1-5 ms
Käideldavus	>95%
Küpsusaste	Hiline

ÕIGUSLIK

Dronide kasutusjuhtumi puhul on kõige olulisemaks probleemiks sagedusressursi suur hõivatus ning lennualad. Kuigi Päästeametil on võimalik kiirelt saada lennuluba teatud aladel, ei tohiks dronid päästeoperatsioonidel häirida lainesagedust, mis võiks näiteks ohustada demineerimisega seotud operatsioone.

5.2.4. MÕJU

MAJANDUSLIK

Mõju hinnang: ●●

Peamine majanduslik mõju antud kontekstis on kaudne, kuid mõjutab teisi valdkondi. Näiteks kiire metsatulekahju likvideerimine võib kaudselt omada väga suurt majanduslikku mõju metsa- ja põllumajanduse valdkonnale. Samamoodi võib kiire reageerimine ja olukorra lahendamine säästa inimeste või ettevõtete vara. Seetõttu on majanduslikku mõju hinnatud kõrgeks.

SOTSIAALNE

Mõju hinnang: ●●

Peamine mõju 5G põhiste drooniparvede ja tervisliku seisundit jälgivate kehasensorite rakendamisel avaldub sotsiaalsest vaatest. Kuna nimetatud teenuste abiga on võimalik säästa rohkem inimesid ja reageerida operatiivsemalt vigastuste kiiremaks raviks säästa, siis on sotsiaalne mõju väga kõrge. Samas avaldub ka kaudne sotsiaalne mõju inimeste turvatunde kasvus ja heaolus.

5.3. TARKADE SIDELAHENDUSTE RAKENDAMINE HÄDAOLUKORRAS

Hädaolukordade lahendamiseks on väga oluline tagada katkematu side erinevate osapoolte vahel. Seetõttu on oluline arendada uue põlvkonna tarkasid sidelahendusi, mida saavad operatiivteenuste osutajad vajadusel rakendada. See hõlmab endas nii üldist operatiivset raadioside kui ka näiteks tehisintellektil põhinevaid lahendusi ning reaalaajalise videopildi edastamist.

5.3.1. KASUTUSJUHTUMI HETKEOLUKORD JA TULEVIKUVÄLJAVAADE

HETKEOLUKORRA ÜLEVAADE

Häirekeskuse töö hädaabikõnede teenindamiseks käib täna läbi telefoniside ning mobiilset andmeside kasutatakse suure täpsusega positsioneerimisel, et tuvastada kõne tegija asukoht. Esmased juhendid esmaabi andmiseks antakse helistajale juba telefoni teel, kuid puudub videopildi võimalus, mis aitaks häirekeskuse töötajal esmaabi andmist paremini juhendada.

Häirekeskuse spetsialistid tuvastavad helistajalt saadud infost lähtuvalt abivajaduseastme, mille põhjal langetatakse otsus hädaolukorra tõsiduse kohta. Selleks tehakse kõne ajal hinnang lähtuvalt inimeste kõnemaneeerist, hingamisrütmist, olukorra kirjeldusest ja muudest faktoritest. Seetõttu lasub häirekeskuse spetsialistidel kõrge vastutus ning esineb oht inimfaktorist tulenevateks vigadeks, kus näiteks ei suudeta eristada insuldist või alkoholitarvitamisest põhjustatud erisusi kõnemaneeeris ning hinnatakse abivajaduseaste ebakorrektselt.

Täna kulub häirekeskuse spetsialisti otsuse langetamisest alates 2 – 3 minutit kiirabi-, politsei- või tuletõrjebrigaadi väljasaatmiseks. Sealjuures annavad häirekeskuse töötajad väljasaadetud brigaadile suuliselt ülevaate olukorrast.

Päästebrigaadide omavaheline suhtlus toimub raadioside teel. Kuna raadioside võimekus andmeid edastada on väike, puudub võimalus raadioside teel teistele päästebrigaadidele edastada näiteks (video)pilti või asukohta kaardil.

TULEVIKUVÄLJAVAADE

Tulevased 5G võrgul töötavad lahendused hõlmavad endas kontaktvõimaluste mitmekesistamist (sh *“Push to Video”*, võrguviilutamine erinevate siseturvalisust tagavate üksuste vahel ja otseside terminalide vahel). Abivajajal on võimalik edastada kõrgkvaliteetset videopilti, mille abil saab häirekeskuse töötaja paremini juhendada näiteks elustamisel või sünnitamisel. Videopilti edastatakse pidevalt ka päästemeeskonnale, kellel tekib asukohta sõites põhjalik ülevaade olukorrast ning sealäbi on võimalik valmistuda asjakohaselt vajamineva abi andmiseks.

Päästeteenuse osutajate kommunikatsioon toimub 5G võrgul. Sealäbi on parda- või vormikaamerad ühendatud 5G võrku, mis võimaldavad näiteks kiirabiekipaažidel konsulteerida EMO-ga.

Häirekeskuse spetsialiste abistab tehisintellekt, mis suudab kõnesid paremini hallata ning tööd juhtida. Tehisintellekti eesmärk on juba kõnede ajal anda soovitusi näiteks ohu- või abivajamise astme

hindamiseks. Selleks jälgib tehisintellektil põhinev tarkvaralahendus helistaja kõnemaneeeri, hääletooni, hingamisrütmi ning videopildi puhul näoilmet, pupillide suurust jm, mille põhjal soovivad häirekeskuse spetsialistile võimalikke stsenaariumeid, mida töötaja ei pruugi ise märgata. Olukorras, kus tehisintellekt on kõrge tõenäosusega tuvastanud helistajal terviserikke, toimub automaatne lähima kiirabibrigaadi väljasaatmine. Seeläbi vähendatakse kõrge ohuastmega terviserikke puhul reageerimise ajaakent, mis on näiteks infarkti või insuldi puhul kriitilise tähtsusega.

5.3.2. KASUTUSJUHTUMI OSAPOOLED

Analüüsi käigus ei tuvastatud võrreldes tänasega kasutusjuhtumite ellukutsumisel potentsiaalseid muutusi väärtusahela tulevastes osapooltes ning kasutusjuhtumi omanikuks jääb Häirekeskus (Tabel 22). Väärtusahela osapoolteks on kiirabi, Päästeamet ning Politsei- ja Piirivalveamet. Lõppkasusaaja on abivajaja, kelleni jõuab abi kiiremini ja kvaliteetsemalt.

TABEL 22. VÄÄRTUSAHELA OSAPOOLED

TEENUSE OMANIK	TEISED OSAPOOLED	KASUSAAJA
<ul style="list-style-type: none"> Häirekeskus 	<ul style="list-style-type: none"> Kiirabi Päästeamet Politsei- ja Piirivalveamet 	<ul style="list-style-type: none"> Abivajajad Päästekorraldajad

5.3.3. TEOSTATAVUS

MAJANDUSLIK

Sarnase kontseptsiooniga kasutusjuhtum on Taanis²⁵ kasutusel ning on täna arendamisel ka Eestis, mistõttu võib kasutusjuhtumi majanduslikku teostatavust hinnata väga heaks. Kasutusjuhtum ei nõua investeringuid riistvara soetamiseks, vaid see põhineb tehisintellekti poolt kogutavate andmete analüüsil ning soovitude andmisel. Teenuse edukaks ellukutsumiseks on oluline investeerida tarkvara arendamisesse ning pilootprojektide läbiviimisesse.

TEHNILINE

Tehnilise teostatavuse osas ei tuvastatud Analüüsi käigus ei tuvastatud suuri väljakutseid, mis piiraks tehnilist teostatavust, kuid eelduseks on laiaulatuslik 5G võrgu väljaehitamine. See võimaldaks teenust osutada 5G võrgu baasil. Olemasolevad seadmed peavad ühilduma 5G võrguga ning juba täna toimub IT-süsteemide kaasajastamine ja arendamine.

Tehniliste nõuete osas on tänane 4G võrk piisav, kuid 5G rakendamisel nähakse võimalust teenuse parendamiseks kiiruse ja operatiivside lisafunktsionaalsuse lisandumise näol. Seetõttu on 5G soovituslik, mitte hädavajalik eeldus kasutusjuhtumi ellukutsumiseks. Selleks, et teenus 5G võrgus siseturvalisuse eesmärkidel toimiks, on lisaks raadiokatkusele vaja tagada ka kõrgem prioriteet terves võrgus koos kõrgema käideldavusega, et kindlustada toimimine eriolukorras, kus tavakasutajale on 5G võrgu teenus piiratud. Hädalukorra lahendamiseks loodavate teenuste ellukutsumiseks on eeldus suuremahuliste andmete kogumiseks, mille põhjal otsuseid tehakse. Intervjueeritavate hinnangul jääb see vahemikku 300 Mbitt/s – 1 Gbitt/s, sest pidevalt reaajas andmeid ei koguta ega edastata, vaid seda tehakse vastavalt vajadusele. Siiski on teenuse töötamiseks oluline maksimaalne kõrgkäideldavus ning videopildi edastamiseks ja vastuvõtmiseks madal latentsus.

²⁵ Use of AI in medical dispatch. [<link>](#)

TABEL 23. TEHNILISED NÕUDED

NÄITAJA	VÄÄRTUS
Andmeedastamise kiirusele ajaühikus	n/a
Kiirusele	300 Mbitt/s – 1 Gbitt/s
Latentsusele	1-5 ms
Käideldavus	Maksimaalne
Küpsusaste	Varane

ÕIGUSLIK

Suurim õiguslik väljakutse on GDPR-i rakendamine, mis hõlmab inimeste andmete kogumist, kasutamist, hoiustamist ja kustutamist. Õnnetusjuhtumi korral, kus häirekeskusesse helistaja (kannataja või tunnistaja) edastab videopilti häirekeskusele, ei puurgi olla võimalik küsida kannatajalt luba ja selleks õigusi ette lugeda. Seetõttu on vaja välja töötada protsessid ja süsteemid, mis vastavad GDPR-i nõuetele.

5.3.4. MÕJU**MAJANDUSLIK**

Mõju hinnang: ●●●

Kasutusjuhtumi puhul avaldub majanduslik mõju protsesside optimeerimisel ning kuluefektiivsusel. Sarnaselt Päästeametile on Häirekeskuse töö tagada inimeste turvalisus ning majandusliku tulu teenimine ei ole eesmärgiks. Seepärast on majanduslik mõju antud kasutusjuhtumi puhul hinnatud madalaks.

SOTSIAALNE

Mõju hinnang: ●●●

5G põhiste teenuste rakendamine hädaolukorra lahendamisel panustab selgelt inimeste päästmisesse ja säästmisesse. Turvalisem elukeskkond omab kaudset sotsiaalset mõju ka inimeste heaolu tagamise näol. Seetõttu on sotsiaalne mõju hinnatud väga kõrgeks.

6. PÕLLUMAJANDUS

6.1. VALDKONNA ÜLEVAADE

Nelja põllumajandussektori põhivaldkonna (piimasektor, teraviljasektor, lihasektor ja aiandussektor ning nendega seotud töötleva tööstuse ettevõtted) arengukava aastateks 2020-2030 toob välja, et põllumajanduse valdkond annab umbes 1-2% Eestis loodud lisandväärtusest ning moodustab ca 8% Eesti koguekspordist. Viimase 15 aastaga on Eesti põllumajandus teinud suure arenguhüppe. Tänu Euroopa Liidu ühisele põllumajanduspoliitikale on tekkinud Eestis hea keskkond kodumaise põllumajanduse arendamiseks ning innustanud ettevõtjaid planeerima ja tegema investeringuid tootmise kaasajastamiseks, et optimeerida ning tõsta ressursitõhusust.²⁶

Tootmise kaasajastamine tugineb tehnoloogilistele uuendustele, mis läbi digitaalsete lahenduste võimaldavad täppistootmist. Sarnaselt paljudele teistele valdkondadele liigub ka põllumajanduse sektor laiaulatusliku digitaliseerimise suunas. Digilahendusi on võimalik rakendada nii põllukultuuride kasvatamisel täppisviljeluse näol kui ka loomakasvatuses, jälgides loomade tervislikku seisundit, heaolu ning tootlikkust. Lisaks looma- ja viljakasvatusele mängib olulist rolli ka suurandmete kogumine, analüüs ning vahetus erinevate avaliku sektori asutustega, mis aitab ettevõtjatel lihtsamini tegevusi raporteerida ja toetustaotlusi esitada.

Hollandis on näiteks läbi viidud mitmeid pilootprojekte, kus 5G võrgus olevate sensorite abil seirati vilja kasvufaasi ja mulla kvaliteeti. Lisaks on piloteerimisel 5G võrgul töötav umbrohutõrje süsteem, mis suudab vähem kui sekunditega vahet teha põllukultuuril ja umbrohul ning seda vastavalt vajadusele taimekaitsevahenditega pritsida. Selline lahendus võimaldab põllukultuuride kasvatajatel säästa spetsiifilise protsessi pealt eeldatavalt kuni 90%.²⁷ Lisaks on tehtud ka esimesi testimisi Eestis arendatud tehnoloogiaga, mis teatud aja tagant saadab pilve informatsiooni maapinnase ja õhu temperatuurist ning niiskusest.²⁸

Eestis põllumajanduse 5G põhiste kasutusjuhtumite tuvastamiseks viidi läbi kaks intervjuud valdkonnaorganisatsioonidega, mille tulemusel tuvastati kolm kasutusjuhtumit (Tabel 24).

TABEL 24. INTERVJUUDE KÄIGUS KAARDISTATUD KASUTUSJUHTUMID PÕLLUMAJANDUSE VALDKONNAS

KASUTUSJUHTUM	AVALIK VALDKONDLIK MÕJU	KÜPSUSASTE	EELDAB 5G OLEMASOLU	LEGEND
Põllukultuuride seire ning loomakasvatuse jälgimine		Varane	Jah	<ul style="list-style-type: none"> Lai avalik mõju Keskmine avalik mõju Piiratud avalik mõju
Autonoomsed põllumasinad		Hiline	Jah	<ul style="list-style-type: none"> Hiline 5-10 aasta perspektiiviga teenused Varane 3-5 aasta perspektiiviga teenused
Põllumajandusandmete digitaliseeritud vahetus		Varane	Ei	

Intervjuude käigus kaardistatud kolmest kasutusjuhtumist on kõige suurema avaliku mõjuga **1. põllukultuuride seire ning loomakasvatuse jälgimine**, mida käsitletakse ühtse kasutusjuhtumina, kuna valdkonna vaatest on need sama olulisusega. Teine suurema mõjuga kasutusjuhtum on **2. põllumajanduse andmete digitaliseeritud vahetus** põllumajandusettevõtete ning riigiasutuste (PRIA,

²⁶ Nelja põllumajandussektori arengukava 2020-2030 [<link>](#)

²⁷ Using 5G to unleash the power of farming [<link>](#)

²⁸ Superhands IoT seadmed [<link>](#)

PTA jms) vahel, sest see loob olulise võimaluse riigiasutuste vaatenurgast protsesse lihtsustada. Viimase puhul ei ole siiski 5G olemasolu eelduseks, kuid on eelistatud. Kasutusjuhtum on teostatav lähiaastatel, sest praegused lahendused toimivad juba mobiilse andmesidel. Autonoomsete põllumasinade kasutusjuhtum on kirjeldatud lisas 2. Kuigi tegemist on suure valdkondliku mõjuga kasutusjuhtumiga, on autonoomsete sõidukite temaatikat kajastatud ühendatud mobiilsuse ning tarkade linnade peatükkides.²⁹

6.2. PÕLLUKULTUURIDE SEIRE NING LOOMAKASVATUSE JÄLGIMINE

Arvestades Eesti põllumajandussektori tootlikkust, ca 900 tuhat tonni piima ning üle miljoni tonni teravilja aastas, on lähitulevikus suur arengupotentsiaal terve sektori kasvule.³⁰ Jätksuutlikkuse saavutamiseks on ettevõtjatel vaja panustada tootlikkuse suurendamisesse mistõttu on suure tähtsusega tootmist optimeerivate digitaalsete lahenduste kasutuselevõtt.

6.2.1. KASUTUSJUHTUMI HETKEOLUKORD JA TULEVIKUVÄLJAVAADE

HETKEOLUKORRA ÜLEVAADE

Täna on digilahendused põllumajanduses juba kasutusel, kuid need töötavad peamiselt satelliit tehnoloogial või kohalikul võrgul. Viljakultuuride kasvatamisel kasutatakse satelliitlahendusi põldude kaardistamiseks ja masinate positsioneerimiseks, mis aitavad vastavalt põllu seisundile külvata kultuure ning infot selle kohta ka kesksesse süsteemi salvestada. Lisaks on kasutusel mobiilsed ilmajaamad, mis reaaliajaliselt edastavad ja selle põhjal ilmaprognoose koostavad. Nii saab põllumajandusettevõtete ajatada põllutegevused parimale võimalikule ajale, et saagikus ja efektiivsus oleks kõrgeim. Kariloomapidamisel on digilahendused kasutusel piimakarja kasvatuses, kus loomad kannavad GPS-i ja sensoritega kaelarihmasid, mille abil nende liikumist ning tervislikku seisundit hinnatakse ja jälgitakse. Vaatamata kasutusel olevate digilahenduste efektiivsusele on jätkuvalt terves sektoris suur nõudlus tööjõule, sest töö on endiselt suuresti manuaalne – tehnoloogia abil tehakse kõigest soovitusi.

TULEVIKUVÄLJAVAADE

Tulevikus on kõige tähtsam kõikide teenuste toimimine kõikidel aladel, et tekiks põllumaade ülene terviksüsteem. Kui kaetus 5G leviga on väike ning osadele põldudele ei jõua, ei ole ettevõtjatel mõistlik sellist lahendust kasutada. 5G põhiste lahenduste abil oleks võimalik jälgida põllukultuuride kasvuseisundit, pinnase olukorda ning umbrohu ja kahjurite levikut. Voogedastus- ning liitreaalsuslahenduste abil tekib ülevaade põllumaade osadest, mis on taimekaitsevahendiga juba pritsitud või väetatud. Lisaks põldudel toimuvale on suur tähtsus ilmastiku jälgimisel. Ühtse lahenduse abil peaks süsteem arvestama taimede seisundit ja ilma, et andmeanalüüsi põhjal ja algoritmide rakendamisega teha kasvatajatele soovitusi kahjuritõrje, väetamise, saagi koristamise või külvamise ja pestitsiidide kasutamise ajastamise kohta.

Loomakasvatuses saab muuta kiiremaks ja efektiivsemaks karja jälgimist ning söödaratsioonide jagamist tarkade lahenduste rakendamisega, mis võimaldaks vähendada inimressursi vajadust antud protsessides. Kuivõrd piimakarjade tootlikkus sõltub nende tervislikust seisundist ja heaolust, peaks uus tehnoloogia koguma ja edastama andmeid otse karja jälgimise süsteemi, mis vastavalt vajadusele annab karjakasvatajatele soovitusi.

²⁹ Uuringu meetoodiline lähenemine on kirjeldatud Lisas 1 ning mõisted ja lühendid raporti alguses (Lühendid)

³⁰ Põllumajandussektori ülevaade 2018 [<link>](#)

6.2.2. KASUTUSJUHTUMI OSAPOOLED

Põllumajandussektoris kasutusel olevad seadmed ning tarkvara sõltuvad peamiselt teenusepakkujate poolt arendatud lahendustest, mis seob põllundusettevõtte vastava tootja tarkvaraga – terviklik liidestatud terviksüsteemi ei ole arendatud ning iga teenus toimib iseseisvalt. 5G põhiste lahenduste korral tekivad juurde välised teenusepakkujad tarkvaralahendustele, mis võimaldavad koguda ja analüüsida andmeid kõikidest eraldiseisvatest lahendustest – see hõlmab nii masinaid, põldude olukorra seiret kui ka ilmajaamades tulenevate andmete kogumist. Kõige suuremateks kasusaajateks on uudeid tehnoloogilisi lahendusi kasutavad põllundusettevõtted (Tabel 25), kes selle tulemusel saavad tõsta kuluefektiivsust ning tootlikkust (nt saagikust).

TABEL 25. VÄÄRTUSAHELA OSAPOOLED

TEENUSE OMANIK	TEISED OSAPOOLED	KASUSAAJA
<ul style="list-style-type: none"> Põllumajandustarkvara arendajad Ilmajaamade ja jälgimistehnika arendajad Põllumajandustehnika arendusega, tootmise ja müügiga tegelevad ettevõtted 	<ul style="list-style-type: none"> Viljakultuuride kasvatajad Piimakarja kasvatajad Võrguoperaatorid, kelle võrgus teenus töötab Järelevalvet teostavad asutused 	<ul style="list-style-type: none"> Põllundusettevõtted Toiduainetööstus

6.2.3. TEOSTATAVUS

MAJANDUSLIK

Vaatamata tehnoloogilistele uuendustele ei nõua uued lahendused põllumajandusettevõtete poolt märkimisväärselt suuri investeeringuid, sest teenus ostetakse sisse. Kuivõrd põllumajandus eeldab niigi suuri investeeringuid masinaparki, ei tohiks kohene investeeringuvajadus ületada tavapärasest mahtu. Masinapargi uuendamisel arvestatakse juba uute seadmete olemasoluga. Esmajoones eeldavad lahendused olemasolevatel masinatel moodulite väljavahetamist ning väiksemate lisaseadmete ostmist (nt kõrgekvaliteetsed kaamerad ja sensorid, ilmastiku andmeid koguvad mõõdikud). Kulukam pool on aga tarkvaralahendus, mis erinevate algoritmide ja masinõppe abil osapoolte käest andmeid koondab ja analüüsib ning nende abil soovitusi annab. Siiski ei arenda põllundusettevõtted ise tarkvaralahendusi, vaid teenuste puhul on tegemist eeldatavalt näiteks kuupõhise tasuga teenustega.

TEHNILINE

Põllumajandusettevõtetele suuri tehnilisi väljakutseid ei kaasne 5G võrgul toimivate lahenduste kasutuselevõtuga. Peamine väljakutse tuleneb just põllumajandusettevõtete tegevuspiirkonnast, mis jääb kaugemale tiheda asustusega piirkondadest, mistõttu võib nendel aladel võib esineda piiratud 5G võrgu kättesaadavus.

Kasutusjuhtumi toimimiseks on vajalik 5G levi kui teenuse kättesaadavus kõikjal (Tabel 26), sest ilma selleta ei saa lahendused katkematult töötada. 700 MHz sagedusvahemiku 5G raadiovõrgus kasutusele võtmine võib lahendada katvuse probleemi, kuid sellisel juhul tuleb arvestada piirangutega ülekandekiirusele. Lisaks levi olemasolule võib tekkida probleeme erinevate lahenduste integreerimisel, liidestamisel ning ristkasutamisel. Kuivõrd turul on mitmeid lahenduste arendajaid võib tekkida olukord, kus erinevate tootjate lahendused pole omavahel ühildatavad.

TABEL 26. TEHNILISED NÕUDED

NÄITAJA	VÄÄRTUS
Andmeedastamise kiirusele ajaühikus	n/a
Kiirusele	50-300 Mbitt/s
Latentsusele	1-5 ms
Käideldavusele	99.99%
Küpsusaste	Varane

ÕIGUSLIK

Antud kasutusjuhtumi puhul õiguslike või regulatiivseid piiranguid ei tuvastatud, sest otseselt ei tegeleta isikuandmete kogumise või töötlemisega. Samuti pole tegemist reguleeritud tegevusvaldkonnaga.

6.2.4. MÕJU**MAJANDUSLIK**

Mõju hinnang: ●●

Põllumajanduslahenduste peamine majanduslik mõju tuleb kuluefektiivsusest. 5G põhiste lahenduste abil saaksid osad tegevused toimuda kiiremini ja ressursse säästes. Näiteks on kõige kulukam tegevus väetamine ja taimekultuuride pritsimine. Automaatse lahenduse puhul on võimalik tagada 90% kulude kokkuvõid, mis soodustaks märkimisväärselt põllumajandusettevõtete tegevusi.

Kulude kokkuvõidmisega ja saagikuse kasvuga tõuseb ka ettevõtete konkurentsivõimekus ning ekspordipotentsiaal, mis omakorda panustab kogu sektori majanduskasvu.

SOTSIAALNE

Mõju hinnang: ●●

Sotsiaalne mõju avaldub põllumajanduses tööjõu leidmise ning hoidmise läbi. Lihtsamad tööd võiksid olla automatiseeritud, et fookus suunata olulisematele töötasude tõstmist ja töökohtade säilitamist võimaldavatele tegevustele. Lisaks avaldub sotsiaalne mõju ka tarbijatele – erinevad seiramise lahendused tõstavad saaduste kvaliteeti, mistõttu tõuseb ka lõpptoodete kvaliteet.

6.3. PÕLLUMAJANDUSE ANDMETE DIGITALISEERITUD VAHETUS

Lisaks otsestele põllumajandustegevustele põldudel, kaasneb selle protsessiga ka tegevuste raporteerimine ja suhtlemine riigiasutustega, peamiselt PRIA-ga. Tihtipeale toimub järelevalve ning kontrollreidid põllumajandushooaja kõige kiiremal ajal, mistõttu saaks lahendust muuta automaatsemaks, mis säästaks aega nii põllumajandusettevõtetele kui kontrollival asutusele. Seega oleks see kiirem, mugavam ja ka kuluefektiivsem.

6.3.1. KASUTUSJUHTUMI HETKEOLUKORD JA TULEVIKUVÄLJAVAADE

HETKEOLUKORRA ÜLEVAADE

Praegu toimub andmete kogumine PRIA inspektorite poolt, kes käivad andmete kogumiseks põllumajandusettevõtete juures. Andmeid salvestatakse küll digitaalselt, kuid tihti on probleem just levis, mis ei ole paljudesse piirkondadesse piisav. Seetõttu tuleb esmalt andmed koguda ning alles hiljem võrguühenduse loomisel need süsteemi laadida. Andmete kogumise eesmärk on teatud määral kontrollida ja reguleerida põllumajandussektorit, kuid ka statistikat koguda põllumajandussektori kui terviku arengu jälgimiseks.

TULEVIKUVÄLJAVAADE

5G põhine andmete kogumise ja edastamise lahendus muudaks terve protsessi kõigile osapooltele lihtsamaks ja kiiremaks. Kui hetkel käib andmete kogumine manuaalselt, võiks tulevikus andmed liikuda otse põllumajandusettevõtelt riigiasutusele ning vastupidi. Näiteks võiks liikuda ettevõtetelt andmed saagi kasvatamise, mullastiku analüüside ja loomade tervisliku seisundi kohta PRIA-le ning vastupidiselt külvinormid või regulatsioonid riigi poolt ettevõtjale. Selline lahendus aga nõuab kõikide süsteemide integreeritud toimimist ühises võrgus. Üldine andmete kasutamine võimaldaks muuta lihtsamaks ka toetuste taotlemise protsessi, näiteks võiksid andmed liikuda taotluses nõutud vormis automaatselt põllumajandusettevõtte süsteemist riigipoolsesse süsteemi.

6.3.2. KASUTUSJUHTUMI OSAPOOLED

Kasutusjuhtumi keskmes on tarkvaraline lahendus, kus andmeid kogutakse põllumajandusettevõtete masinatelt või pilvekeskkonnast, et need suunata kasutamiseks avalikku sektorisse. Seetõttu saab teenuse omanikuks vastav avaliku sektori asutus, PRIA, PTA või muu sarnane üksus (Tabel 27). 5G võrgul töötavate lahenduste arendamisega tekib potentsiaal uutele sisenejatele, kes tarkvaralahendusi ning suurandmete kogumise ja analüüsi teenust pakuvad.

TABEL 27. VÄÄRTUSAHELA OSAPOOLED

TEENUSE OMANIK	VÄÄRTUSAHELA OSAPOOLED	KASUSAAJA
<ul style="list-style-type: none"> Põllumajandustarkvara arendajad PRIA 	<ul style="list-style-type: none"> Põllumajandusettevõtted 	<ul style="list-style-type: none"> PRIA Põllumajandus- ja Toiduamet Põllumajandusettevõtted

6.3.3. TEOSTATAVUS

MAJANDUSLIK

Ükski suurem sektoris opereeriv ettevõtte ei hakka eeldatavalt oma võrku ega lahendust ehitama ja arendama. Põllumajandusettevõtete tootjate masinatel kasutatav tarkvara on erinev ning neid on pigem keeruline ja kulukas ümber modifitseerida. Majandusliku poole pealt on kasutusjuhtumi teostamiseks vaja märkimisväärseid investeeringuid tarkvaralahenduste arendamisesse. Kuivõrd kasutusjuhtumi ellukutsumiseks pole vaja investeerida eraldi seadmetesse või anduritesse, tuleb arvestada erinevate tootjate andmete kogumise, haldamise ning analüüsiga, mistõttu peab tarkvaralahendus olema süvisi läbi mõeldud.

TEHNILINE

Andmevahetuse toimimiseks peavad olema läbi mõtestatud millised saaksid olla ettevõtete poolt kasutatavad seadmed ja kas uute lahenduste jaoks on vaja asendada kõik seadmed või piisab lihtsalt

uute integreerimisest vanade süsteemidega, et andmed liiguksid põllundusettevõtte süsteemi, mis omakorda edastaks need nõutud vormis kontrolli teostavatele asutustele.

Tehnilised nõuded sõltuvad palju ka 5G põhise positsioneerimise rakendamisest – kui kasutusele jääks olemasolev satelliit-positsioneerimine, on nõuded leebemad. Kui uued lahendused oleksid suutelised töötama ka olemasolevate seadmete abil, võimaldaks see ka suuremat ja laialdasemat kasutuselevõttu rohkemate ettevõtjate poolt. Tulenevalt kaardistatud kasutusjuhtumi andmete kogumise mahust ning kasutamisest ei ole tehnilised nõuded väga kõrged. Olemasolevad kiirused on piisavad teenuse toimimiseks, kuid oluline on tagada põldudel ja kaugematel territooriumitel 5G hea levi (Tabel 28).

TABEL 28. TEHNILISED NÕUDED

NÄITAJA	VÄÄRTUS
Andmeedastamise kiirusele ajaühikus	n/a
Kiirusele	50-300 Mbitt/s
Latentsusele	Pole oluline
Käideldavus	Üle 95%
Küpsusaste	Varane

6.3.4. MÕJU

MAJANDUSLIK

Mõju hinnang: ●

Digitaliseeritud andmete kasutamise ja edastamise peamine eelis väljendub protsesside automatiseerimises ja digitaliseerimises, mis aitab tõsta kuluefektiivsust. Kasutusjuhtumi ellukutumine võimaldab mugavamat ja kiiremat teenust põllumajanduse sektoris opereerivatele osapooletele – tekib raporteerimise aja kokkuhoid, kuid terviklikult on majanduslikku mõju hinnatud pigem madalaks, sest märkimisväärne rahaline mõju tegevuse automatiseerimisel puudub. Paraneb protsesside läbiviimine ja mugavus.

SOTSIAALNE

Mõju hinnang: ●

Antud kasutusjuhtumi puhul on tegemist väga spetsiifilise ühe valdkonna jaoks loodud teenusega, mille sotsiaalne mõju on madal. Raporteerimisprotsesside tõhusamaks muutmisel avaldub sotsiaalne mõju ettevõtte töötajate kohustuste muutumisest. Nimelt kui andmete kogumine ja vahetamine muutub automaatseks, tekib võimalus rohkem panustada suurema lisandväärtustega tööülesannete teostamisesse.

7. ENERGEETIKA

7.1. VALDKONNA ÜLEVAADE

Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium on seadnud eesmärgiks luua avatud ja tõhusalt toimivad energiaturud, kus energia hind kujuneb mitmete pakkujate konkurentsist³¹. Eesti turupõhise poliitika eesmärk on kindlustada riigi energeetika sõltumatus, varustuskindlus ja konkurentsivõimelised hinnad. Seatud eesmärgi saavutamiseks on muuhulgas vaja juurutada digitaalseid lahendusi. Näiteks saab 5G tehnoloogia rakendamisel energeetika valdkonnas luua tarkvõrgu (ingl. k *smart grid*), mis võimaldab täpselt jälgida ja juhtida energiatarbimist arvestades tarbijate käitumisharjumusi ja energiapakkumist. Seeläbi tekib parem võimekus tagada varustuskindlus ning on tagatud ka konkurentsivõimelisemad hinnad.

Tänaste traditsiooniliste ühenduvusmeetodite nagu näiteks põhivõrgu või GSM sidevõrgu teel info edastamine on loonud energeetika valdkonnas infosilod, mis takistavad nutivõrgu arendamist. Nutivõrgu ehitamine aga algab nutikatest tarbimisarvestitest. Kui kaugloetavate arvestite puhul piisab 2G mobiilsidevõrgust, siis tarkade tarbimisarvestite kasutusele võtmine nõuab suuremate andmeedastusmahtude saavutamist. Seetõttu on 5G rakendamine energeetika sektoris vajalik digitaalse arengu edendamiseks.

Rootsis on näiteks Telia ja Ericssoni koostöös ühendatud kaks miljonit tarbimisarvestit mobiilsesse võrku ning lähiaastatel kasvab see arv hinnanguliselt 5,4 miljonini. See on üks eeldustest 5G põhise tarkvõrgu loomiseks.³² Eestis on võrdluseks tänaseks ligikaudu 700 tuhat kaugloetavat tarbimisarvestit.³³

Energeetika valdkonnas viidi 5G põhiste kasutusjuhtumite tuvastamiseks läbi kaks intervjuud valdkonnaorganisatsioonidega. Nende tulemusel tuvastati kaks peamist kasutusjuhtumit: **1. Reaalajas toimivad targad arvestid ning 2. Taastuenergia parkide tegevuse seiramine ja juhtimine** (Tabel 29).

TABEL 29. INTERVJUUDE KÄIGUS KAARDISTATUD KASUTUSJUHTUMID ENERGEETIKA VALDKONNAS

KASUTUSJUHTUM	AVALIK VALDKONDLIK MÕJU	KÜPSUSASTE	EELDAB 5G OLEMASOLU	LEGEND
Reaalajas toimivad targad arvestid		Varane	Eelistatud	Hiline 5-10 aasta perspektiiviga teenused Varane 3-5 aasta perspektiiviga teenused
Taastuenergia parkide tegevuse seiramine ja juhtimine		Varane	Eelistatud	

Tarbimisarvestite puhul on hinnatud küpsusastet varaseks (Tabel 29), sest kasutusjuhtumi ellukutsumine ei nõua tehnoloogiliselt keeruliste seadmete või lahenduste arendamist. Seejuures on avalik valdkondlik mõju väike tulenevalt olemasolevate arvestite kasutuselevõtust paar aastat tagasi, mistõttu ei ole otstarbekas vahetada välja tervet arvestivõrku, mille eeldatav eluiga on veel vähemalt kaheksa aastat. Taastuenergia tootmise seire ning juhtimine käib juba praegusel hetkel kaugjuhitavalt ning 5G võrku ümber seadistamisega ei pruugi kaasneda märkimisväärset mõju.

³¹ Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi Energeetika lehekülj. [<link>](#)

³² Ericsson: Driving rapid adoption of cellular IoT in smart meters. [<link>](#)

³³ Tartu Postimees. Kaugloetavad arvestitu lülituvad järjest sisse. [<link>](#)

Taastuenergia parkide tegevuse seire- ning juhtimistegevused on hinnatud varaseks põhinedes olemasolevate lahenduste rakendamise võimalustele.³⁴

7.2. REAALAJAS TOIMIVAD TARGAD TARBIMISARVESTID

Kuivõrd täna on kaugloetavad tarbimisarvestid juba laialdaselt kasutusel, on siiski oluline reaalajaliselt jälgida tarbimist ja muutustrende. See hõlmab hoonete ja selles olevate seadmete pidevat jälgimist, vaatlusandmete kogumist, töötlemist ja säilitamist, nende analüüsimist ning muutuste prognoosimist. Pidev tarbimise analüüs võimaldab anda ülevaate tarbimisharjumustest ning aidata teha parimaid valikuid elektrivõrgu haldamiseks.

7.2.1. KASUTUSJUHTUMI HETKEOLUKORD JA TULEVIKUVÄLJAVAADE

HETKEOLUKORRA ÜLEVAADE

Tänapäevased tarbimisarvestid mõõdavad elektritarbimist kord tunnis ka näidud on võimalik esitada lisaks manuaalsele ka kauglugemise teel, mille korral esitatakse info elektritarbimisest elektripakkujale automaatselt kord ööpäevas. Andmete edastamine toimub üle põhivõrgu või GSM sidevõrgu abil ning edastatavad andmekogused on väikesed. Sarnaselt elektrile on võimalik esitada vee- või gaasitarbimise näidud kaugloetavalt, mis tagab aja kokkuhoiu. Kaugloetavate tarbimisarvestite puhul on võimalik seadistada reaalajas toimivad alarmid, mis teavitavad leketest, torude lõhkemisest või külmumisest. Täna näevad tarbijad elektritarbimist kogu majapidamise kohta, kuid puudub võimalus eristada erinevate seadmete tarbimist, et seeläbi teha otsuseid elektritarbimise vähendamiseks.

TULEVIKUVÄLJAVAADE

5G põhiselt töötavad nutiarvestid tuginevad sensorite rakendamisele majapidamistes, mis edastavad iga seadme kohta tarbimisnäidud ning ülevaate kasutamise kaasnemest kuludest. Lisaks on sensorid ühendatud asjade internetti ja töötavad 5G võrgul. Tekib isereguleeriv küttesüsteem, mis jälgib välis- ja sisetemperatuure ning elektrienergia börsihindu ja reguleerib kütet vastavalt inimeste viibimisele kodus.

5G abil suureneb andmete edastamise ja kogumise sagedus, mis muudavad tarbimisarvestid kiiremaks ning lihtsamaks võimaldades reaalajas ülevaadet tarbimisnäitudest, ka nutiseadmetes. Tekivad kasutajapoolsed teenused rakenduste näol, kus tarbija saab ajastada näiteks pesupesemist lähtudes antud ajahetke elektrihinnast. Lisaks saab tarbija soovitusi, kuidas kokkuhoidlikumalt planeerida kommunaalteenuste kasutust ja seeläbi vähendada tarbimisega seonduvaid kulusid.

Tarbimisnäidud edastatakse reaalajas elektriturul tegutsevatele ettevõtetele, mis võimaldab paremini prognoosida energia nõudlust nii majapidamistes kui ka tööstuses. Energiavõrk on varustuskindel ning hinnad on konkurentsivõimelised tulenevalt täpsetest tarbimisprognoosidest, mistõttu saavad elektritootjad ajastada tootmist.

7.2.2. KASUTUSJUHTUMI OSAPOOLED

Analüüsi käigus tuvastatud muudatused avalduvad peamiselt sideettevõtete lisandumises väärtusahelasse (Tabel 30), kuna tarbimisarvestid hakkavad töötama 5G võrgul. Lisaks elektrivõrgu omanikule omavad väärtusahelas rolli energia kauplemisplatvormid. Teenuse omanikuks jääb elektripakkuja ja kasusaajaks elektritarbija.

³⁴ Uuringu meetoodiline lähenemine on kirjeldatud Lisas 1 ning mõisted ja lühendid raporti alguses (Lühendid)

TABEL 30. VÄÄRTUSAHELA OSAPOOLED

TEENUSE OMANIK	VÄÄRTUSAHELA OSAPOOLED	KASUSAAJA
<ul style="list-style-type: none"> Kommunaalteenuste ja võrkude omanikud 	<ul style="list-style-type: none"> Elektripakkuja Energia kauplemisplatvorm Sideettevõtted 	<ul style="list-style-type: none"> Tarbijad Arvestite ja sensorite tootjad/ müüjad Võrguhooldajad

7.2.3. TEOSTATAVUS

MAJANDUSLIK

Majanduslik teostatavus on keskmine tulenevalt tänastest tarbimisarvestitest, millel on võrdlemisi pikk eluiga ning mis on Eestis lühikest aega kasutusel olnud. Seetõttu eeldab kasutusjuhtum tänaste tarbimisarvestite vahetamist nutiarvestite vastu, kuid samas ka sensorite paigaldamist kodumasinadele või seadmetele, mille kohta tarbimisnäite edastatakse. See aga võib tähendada kasutajale investeringuid olemasolevate kodumasinade või seadmete väljavahetamiseks.

TEHNILINE

Tehniline teostatavus on sarnaselt majanduslikule keskmine tulenevalt tänastest kaugloetavate arvestite tehnoloogia arengutasemest. Seejuures on kodumasinade ja seadmete tootjad juba aastaid arendanud nutikaid seadmeid, mida on võimalik kodustes tingimustes ühendada asjade võrku. Siiski puudub hetkel võimalus liidestada lõpptarbija seadmed kaugloetavate arvestitega, sest puudub süsteem, mis võimaldaks andmeid ühtselt koguda ja töödelda.

TABEL 31. TEHNILISED NÕUDED

NÄITAJA	VÄÄRTUS
Andmeedastamise kiirusele ajaühikus	100 baiti tunnis
Kiirusele	50 Mbitt/s – 300 Mbitt/s
Latentsusele	Pole oluline
Käideldavus	>95%

ÕIGUSLIK

Analüüsi käigus ei tuvastatud kasutusjuhtumi ellukutsumist piiravaid regulatsioone.

7.2.4. MÕJU

MAJANDUSLIK

Mõju hinnang: ●

Kasutusjuhtumi majanduslik mõju on hinnatud väikeseks tulenevalt olemasolevatest tarkadest kodulahendustest, mida oleks 5G abil ainult vähesel määral võimalik efektiivsemaks muuta. Kuigi tarbimiskulude optimeerimine energiahinnast lähtuvalt langetaks tarbijate kommunaalkulusid, on avalduv mõju väike ja oleneb tarbija huvist oma tegevusi kohandada vastavalt turuhindadele. Samas on kaugloetavate tarbimisarvestite lahendused täna juba kasutusel, mis edastavad kord ööpäevas andmeid. Edasised arendused muudaksid tänaseid lahendusi kiiremaks, nutikamaks ja mugavamaks.

SOTSIAALNE

Mõju hinnang: ●

Kasutusjuhtumi sotsiaalne mõju avaldub täpsemalt elektrienergia nõudluse prognoosimises, mis tagab reaajas juhitava varustuskindluse. Seeläbi on ettevõtetel, asutustel ja tarbijatel vähem voolukatkestusi. Samas, tänane varustuskindel on üle-euroopalise tootmispiisavuse analüüsi kohaselt hea³⁵, mistõttu on kasutusjuhtumi sotsiaalne mõju hinnatud madalaks.

7.3. TAASTUVENERGIA PARKIDE TEGEVUSE SEIRAMINE NING JUHTIMINE

Taastuvenergia parkide haldamise ja juhtimise alla kuulub pidev seadmete ja taristu jälgimine automaatsete süsteemidega ning reaalaajalise videopildi edastamine energiaparkidest, mis oma asukoha poolest on kas raskesti ligipääsetavad või kus puuduvad operaatorid. Uute lahenduste rakendamine võimaldab paremini hallata energia tootmist ja saavutada kulude kokkuhoid.

7.3.1. KASUTUSJUHTUMI HETKEOLUKORD JA TULEVIKUVÄLJAVAADE

HETKEOLUKORRA ÜLEVAADE

Tuule- ja päikeseparkide igapäevane toimimine ning elutsükkel on oluliselt mõjutatud välistest faktoritest, mis võivad kahjustada pargi tootmisvõimekust. Seetõttu seiratakse pidevalt näiteks tuulikute või päikesepaneelide toodetavat elektrivõimsust ning tehnilist seisundit ja seda tehakse valdavalt visuaalselt või käsitsi juhitava drooni abil. See aga tähendab, et hooldusele minev ajaline ja rahaline kulu on kõrge. Seejuures peab olema monitooringu ja hoolduse jaoks ligipääs taastuvenergia pargile või seonduvale infrastruktuurile, mis võib näiteks avamere tuulepargi puhul olla keeruline.

Tuule- ja päikeseparkidest edastatakse olemasolevaid andmeid juhtimiskeskusesse üle 4G võrgu, kuid sensorite arenedes tekib pidevalt juurde uusi andmeid ja neid suuremates kogustes, mistõttu võib tänane 4G ühendus jääda ebapiisavaks.

TULEVIKUVÄLJAVAADE

Järgmise põlvkonna seire tugineb autonoomsele süsteemile, kus dronid jälgivad teatud intervalli tagant tuule- ja päikeseparkide ning elektriliinide seisundit kasutades selleks tehisintellekti, mis tuvastab kahjustused ja teavitab vastutavat osapoolt. Samaaegselt edastavad autonoomsed dronid juhtimisjaama reaajas kõrgkvaliteetset videopilti, mis võimaldab paremini hinnata taastuvenergia parkide ja elektrivõrgu infrastruktuuri seisundit. Koheselt edastatakse juhtimiskeskusesse teade rikkedest. Seeläbi suudetakse varakult reageerida riketele ja maandatakse kahju suurust, mis pikendab näiteks ka tuulegeneraatorite eluiga. Vähenevad taastuvenergia parkide tegevuskulud, mis omakorda tähendab lõpptarbijale madalamat elektrihinda.

Sensorid koguvad reaajas massiliselt andmeid, mis edastatakse juhtimiskeskusesse. Tekib reaajas ülevaade tarbimisest ja tootmisest. Tuulepargi näitel edastatakse tuuletingimused (kiirus, suund), tuulikute keerlemiskiirus, vibratsioon, temperatuurid, tootmisvõimekus jms, mille abil tekib ülevaade tuulikute seisunditest ja näiteks tugeva vibratsiooni puhul edastab sensor automaatse teate, mis võimaldab alustada veaotsingut droonide abil.

³⁵ Elering: Eesti Elektrisüsteemi Varustuskindluse aruanne 2019. [<link>](#)

7.3.2. KASUTUSJUHTUMI OSAPOOLED

Väärtusahelas hakkavad sideettevõtted omama suuremat rolli kui täna, sest teenuste kasutusjuhtumid tuginevad 5G võrgul (Tabel 32). Teenuse omanikuks jäävad taastuenergia pargid. Väärtusahela osapoolteks on elektriostjad ning müüjad. Peamine kasusaaja on elektritarbija, kelle jaoks muutub elektri hind odavamaks.

TABEL 32. VÄÄRTUSAHELA OSAPOOLED

TEENUSE OMANIK	TEISED OSAPOOLED	KASUSAAJA
<ul style="list-style-type: none"> Taastuenergia parkide omanik 	<ul style="list-style-type: none"> Elektrivõrgu omanik Sideettevõtted Seiret pakkuv ettevõtte 	<ul style="list-style-type: none"> Elektritarbija Elektrivõrgu omanik Taastuenergia parkide omanik

7.3.3. TEOSTATAVUS

MAJANDUSLIK

Tänaseks on alustatud sensorite väljatöötamiseks arendusprojektidega, mistõttu on tulenevalt uudest tehnoloogiast sensorid esimestel aastatel tõenäoliselt kallimad.³⁶ Lisaks sensorite hankimisele tuleks investeerida tarkvaralistesse lahendustesse, mis võimaldavad andmeedastust juhtimiskeskusesse. Sarnaseid tarkvaralisi lahendusi tuleks välja arendada ka droonidele. Kasutusjuhtumi majandusliku teostatavuse puhul on eeldatud, et taastuenergia parkides on olemas 5G võrk, seda ka avamere tuuleparkides. Seetõttu on majanduslik teostatavust hinnatud keskmiseks.

TEHNILINE

Analüüsi käigus ei tuvastatud olulisi takistusi tehnilisele teostatavusele ning IT-taristu vaatest on tehniline teostatavus kõrge. Seejuures on tehnilised nõudmised kiirusele 1 – 10 Gbitt/s, latentsusele 1 – 5 ms ning käideldavusele >95%, mis on vajalik autonoomsete droonide rakendamiseks ning reaajas andmete edastamiseks taastuenergia parkidest juhtimiskeskustesse.

TABEL 33. TEHNILISED NÕUDED

NÄITAJA	VÄÄRTUS
Andmeedastamise kiirusele ajaühikus	n/a
Kiirusele	1 – 10 Gbitt/s
Latentsusele	1 – 5 ms
Käideldavus	>95%

ÕIGUSLIK

Analüüsi käigus ei tuvastatud kasutusjuhtumi ellukutsumist takistavaid regulatiivseid piiranguid.

³⁶ Project VirtuWind. [<link>](#)

7.3.4. MÕJU

MAJANDUSLIK

Mõju hinnang: ●

Kasutusjuhtumi majanduslik mõju on pigem madal. Kuigi kasutusjuhtum vähendaks taastuenergia parkide tegevuskulusid, mis omaksid mõju elektrihinna vähenemisele, ei ole vajaminev tehnoloogia täna majanduslikult mõistlikul hinnatasemel. 5G abil tõuseks tänaste 4G-l põhinevate lahenduste võimekus, kuid see avaldaks minimaalset majanduslikku mõju võrreldes olemasolevate lahendustega.

SOTSIAALNE

Mõju hinnang: ●

Sotsiaalne mõju on väike, kuna kasutusjuhtum tagab peamiselt taastuenergia parkide parema töökindluse ja ei mõjuta oluliselt tarbijate varustuskindlust. Nimelt on täna taastuenergia elektrikatkestustest tulenevaid riske maandatud lülitades tarbimine katkestuste korral tavavõrku.

8. KESKKOND

8.1. VALDKONNA ÜLEVAADE

Keskkonna valdkond on laiahaardeline hõlmates endas kõiki looduskeskkonnaga seotud tegevusi nagu keskkonnakaitse, keskkonnalubade väljastamine, keskkonnaseire, jäätmekäitlus, keskkonnareostuste likvideerimine jms. Kõikides valdkondades toimuvad tegevused lähtuvad arengukavades püstitatud eesmärkidest. Nende jälgimiseks on vaja pidevalt tegeleda keskkonnaseirega, mille eesmärk on saada ülevaade riigi keskkonnaseisundist ja selle pikaajalistest muutustest, tagada välislepingutest ning riigisisestest õigusaktidest tulenevate keskkonnaseisundi seire kohustuste täitmine ja hinnata riiklike tegevus-, arengu- ja korralduskavade täitmise mõju keskkonnaseisundile ja selle muutustele.

Keskkonnaameti Arengukava aastateks 2019-2022 on seadnud mitmeid eesmarke nii veekeskkondade säästmiseks, loodusressursside efektiivseks kasutamiseks kui õhukvaliteedi tagamiseks jms.³⁷ Selleks, et mõista tänast olukorda ning tagada tulevikus keskkonnaalane jätkusuutlikkus, tuleb tegeleda Keskkonnaministeeriumi vastusalas olevatel asutustel seiretegevustega. Täna toimub seire paljuski erinevate asutuste inspektorite vaatlustööna, mis hõlmab endas väljasõite, tegevuste kontrollimist, proovide võtmist ja visuaalset vaatlust. Selleks, et võita tehnoloogia kiirest arengust, tuleb ka keskkonnaseire tegevuste puhul liikuda tulevikus üle kiire andmesidega lahendustele. Seetõttu on 5G rakendamine keskkonna valdkonnas oluline võimalus tagamaks valdkonna efektiivne areng ja arengukavas seatud eesmärkide saavutamine. See omakorda toetab ka Euroopa Rohekokkuleppe eesmärkideni jõudmist, mis on järgnevate aastate poliitiliseks suunaandjaks.

Ka teistes riikides on näha esimesi näiteid 5G-le tuginevate kasutusjuhtumite piloteerimiseks keskkonna valdkonnas. Nii on näiteks Soomes Telia koos Nokia ning Soome Keskkonnainstituudiga piloteerinud Läänemere rohevetikate droonipõhist seire- ning tuvastamissüsteemi. Droon kasutab merepinna jälgimisel sensoreid ning edastab üle 5G reaajas videopilti. Samaaegselt toimub ka videoanalüüs, mis aitab teadlastel paremini aru saada vetikate kasvukohtadest ja liikumisest.³⁸

Keskkonna valdkonnas 5G põhiste kasutusjuhtumite tuvastamiseks viidi läbi üks ühisintervjuu kahe valdkonnas tegutseva asutusega. Selle tulemusel tuvastati üks peamine kasutusjuhtum – **5G põhine keskkonnaseire** (Tabel 34).

TABEL 34. INTERVJUUDE KÄIGUS KAARDISTATUD KASUTUSJUHTUMID KESKKONNA VALDKONNAS

KASUTUSJUHTUM	AVALIK VALDKONDLIK MÕJU	KÜPSUSASTE	EELDAB 5G OLEMASOLU	LEGEND
Automatiseeritud keskkonnaseire reaajas		Hiline	Jah	<ul style="list-style-type: none">    Lai avalik mõju    Keskmine avalik mõju    Piiratud avalik mõju Hiline 5-10 aasta perspektiiviga teenused Varane 3-5 aasta perspektiiviga teenused

Kaardistatud kasutusjuhtumil on vähene avalik valdkondlik mõju tulenevalt paljudes erinevatest ning spetsiifilistest tegevustest, mis on juba täna keskkonnaseires kasutusel. Küpsusaste 5G põhiselt töötavate seirelahenduste puhul on tulenevalt tehnoloogiliste lahenduste olemasolust varane, kuid

³⁷ Keskkonnaameti Arengukava aastateks 2019-2022, [<link>](#)

³⁸ 5G used for monitoring blue-green algae in the Baltic Sea [<link>](#)

kuna riiklikul tasemel kasutuselevõtmine eeldab põhjalikumat ettevalmistust ning investeringuid, on hinnatud küpsusastet hiliseks.³⁹

8.2. AUTOMATISEERITUD KESKKONNASEIRE REAALAJAS

Keskkonnaseire hõlmab keskkonnaseisundi ning seda mõjutavate tegevuste ja tegurite pidevat jälgimist, vaatlusandmete kogumist, töötlemist ning säilitamist, nende analüüsimist ja muutuste prognoosimist.⁴⁰ Pidev looduskeskkonna seiramine ja vaatlusandmete analüüs võimaldab teha parimaid valikuid keskkonnakaitseks ning looduse mitmekesisuse säilitamiseks.

8.2.1. KASUTUSJUHTUMI HETKEOLUKORD JA TULEVIKUVÄLJAVAAD

HETKEOLUKORRA ÜLEVAAD

Tänased keskkonnaseirega seotud tegevused ei kasuta suurel määral mobiilsel andmeside põhinevaid lahendusi. Suur osa seiretegevustest hõlmab vastavate asutuste inspektorite väljasõite, tegevuste ning lubade kontrollimist, erinevate proovide võtmist ning ka visuaalset jälgimist. Siiski muudavad mitmed lahendused juba täna inspektorite tööd mugavamaks – näiteks ATV-de ja UTV-de kasutamine raskesti ligipääsetaval maastikul, droonide kasutamine kalastusinspektorite töös potentsiaalselt röövpüügiga tegelevate kalastajate jälgimiseks ning satelliitpiltide kasutamine maastiku ja mere kaardistamiseks.

Kuivõrd keskkonnaseire hõlmab endas erinevaid andmekogumise meetodeid, nii droonide kasutamist kui inspektorite visuaalset vaatlust, siis puudub standardne lahendus. Seirel kasutusel olevad lahendused katavad tänaseid vajadusi ja valdkonna organisatsioonid ei näe otseselt vajadust tööprotsesside kiiremaks või mugavamaks muutmise järele. Samuti säilib visuaalse vaatluse vajadus.

TULEVIKUVÄLJAVAAD

5G-l põhinevate lahendustega on võimalus olemasolevaid süsteeme uuendada ja suurendada seireandmete kogumist. Täna kasutusel olevad õhuseirejaamad oleks võimalik viia intervallidega seiramise asemel reaajalisele lahendusele, mille abil andmeid pidevalt kogutakse ja analüüsitakse. Lisaks on keskkonnaseires võimalik rakendada 5G-l põhinevaid kaugjuhitavaid sõidukeid ning hilisemas küpsusastmes täiendada tehnoloogiana autonoomseid sõidukeid. Lisaks omab potentsiaali reaajas pilti salvestavate ning edastavate kaamera- ja droonisüsteemide kasutamine aladel, kuhu inspektoritel on keeruline pääseda.

Automaatsete lahendustega väheneb inimtöö vajadus looduskeskkonna jälgimisel, kuid samal ajal kasvab potentsiaalselt kogutud andmete hulk. Hetkel puudub valdkonnaorganisatsioonide hinnangul vajadus tihedamalt ja rohkem andmeid koguda ning analüüsida.

Maismaalahendustele lisanduvad ka 5G võrgule tuginevad võimalused merekeskkonna seireks. Drooniparvede rakendamisel on võimalus efektiivsemalt ja kiiremini avastada ning kaardistada merekeskkonnas kütusereostused või tervisele ohtlike vetikate levik. Drooniparvede rakendamine võimaldab kiirendada seireprotsessi ning ei sõltu nii palju satelliitpiltidest, seirelaevade või -lennukite tööst ning aitab seeläbi ennetada reostuste levikuga võitlemist ja vähendamist.

³⁹ Uuringu meetoodiline lähenemine on kirjeldatud Lisas 1 ning mõisted ja lühendid raporti alguses (Lühendid)

⁴⁰ Keskkonnaagentuuri keskkonnaseire [<link>](#)

8.2.2. KASUTUSJUHTUMI OSAPOOLED

Analüüsi käigus tuvastatud muudatused tänases väärtusahelas avalduvad peamiselt sideettevõtete ning kolmandate andmeedastuse ja -haldusega tegelevate osapoolte lisandumisena (Tabel 35). Teenuse omanikeks on valdkonnas tegutsevad asutused, riikliku keskkonnaseire osas Keskkonnaamet ning Keskkonnaministeerium, reostuste leviku tõkestamise korral PPA ja Päästeamet.

TABEL 35. VÄÄRTUSAHELA OSAPOOLED

TEENUSE OMANIK	TEISED OSAPOOLED	KASUSAAJA
<ul style="list-style-type: none"> • Keskkonnaamet • Keskkonnaagentuur • Politsei- ja Piirivalveamet • Keskkonnaministeerium 	<ul style="list-style-type: none"> • Päästeamet • Sideettevõtted • Eesti Keskkonnauuringute Keskus • Keskkonnaseiret teostavad ettevõtted 	<ul style="list-style-type: none"> • Kodanikud • Keskkonnaministeerium • Keskkonnaamet

8.2.3. TEOSTATAVUS

MAJANDUSLIK

5G põhiste lahenduste arendamine ning rakendamine eeldab märkimisväärseid investeeringuid nii baasinfrastruktuuri loomisesse, tarkvaraliste lahenduste väljatöötamisesse kui ka inimeste ning asutuste valmisoleku tõstmisesse. Kuivõrd keskkonna valdkonnas ei ole läbi viidud märkimisväärseid tehnoloogilisi arendusprojekte protsesside digitaliseerimiseks, ei ole praegusel hetkel võimalik täpselt hinnata investeeringuvajadust.

TEHNILINE

Tehniline teostatavus eeldab nii teenuste väljaarendamist, piloteerimist kui ka mõjude ja riskide hindamist. Koos tehnoloogia arenguga liigutakse järk-järgult üle uue põlvkonna seadmetele, kuid hetkel on liiga vara 5G võrgu vajaduse hindamiseks. Kuivõrd looduskeskkonna seire toimub üle Eesti, on peamiseks tehniliseks nõudeks riigiülene 700 MHz lainepikkuse katvus. Lisaks on vaja arendada ka tarkvaralahendused, mis välitingimustes kogutud seireandmeid suudaksid koondada, filtreerida ning analüüsida ja edastada neid vajalikele osapooltele. Kuivõrd keskkonna valdkonnas kasutatavad lahendused ei ole täisautonoomsed, vaid lihtsustavad inspektorite igapäevaseid tööprotsesse, ei ole tehnilised nõudmised keerukad. Andmeedastamise kiirustest piisab juba olemasoleva 4G võrgu põhjal, kuid autonoomsete masinate puhul on oluline tagada madal latentsus, mida tänane 4G ei suuda.

TABEL 36. TEHNILISED NÕUDED

NÄITAJA	VÄÄRTUS
Andmeedastamise kiirusele ajaühikus	n/a
Kiirusele	300 Mbitt/s – 1 Gbitt/s
Latentsusele	5-10ms, autonoomsete masinate puhul 1-5 ms
Käideldavusele	Üle 95%
Küpsusaste	Hiline

ÕIGUSLIK

Õiguslikult on peamiseks piiranguks andmekaitsega seotud regulatsioonid, mida andmekogumisel ja -kasutamisel tuleb jälgida. Lisaks tuleb droonidel põhinevate täiendatud kasutusvõimaluste ellukutsumisel arvestada õhuruumi regulatsiooniga. Kuivõrd tänaseid lahendusi droonide lennutamise käigus ei reguleerita, on vajalik teostada täiendav tehniline analüüs hindamaks kas 5G võrgu puhul lisandub veel potentsiaalseid piiranguid.

8.2.4. MÕJU

MAJANDUSLIK

Mõju hinnang: ●

Kasutusjuhtumi majanduslik mõju on hinnatud väikeseks, sest kaardistatud kasutusvõimalus hõlmab ainult väikest osa keskkonna valdkonnast. Kuivõrd keskkonnaseiret viiakse läbi paljudes erinevates alamvaldkondades, kus kogutakse erinevaid andmeid, mis ei ole valdkonnaüleselt kasutatavad, puudub võimalus universaalse lahenduse arendamiseks. Seetõttu ei teki suurt mastaabiefekti, mis väljenduks majanduslikus võidus nii keskkonna valdkonnas kui ka laiemalt. Olemasolevate seiretegevuste edasisel arendamisel tekib toimingute läbiviimise kiirenemine ning teatud määral kuluefektiivsus, kuid see mõju ei ole märkimisväärne. Lisaks seiretegevuste lihtsustumisele väheneb inimressursi kasutamise vajadus ja ametnikel tekib võimalus panustada teiste oluliste ülesannete läbiviimisesse.

SOTSIAALNE

Mõju hinnang: ● ● ●

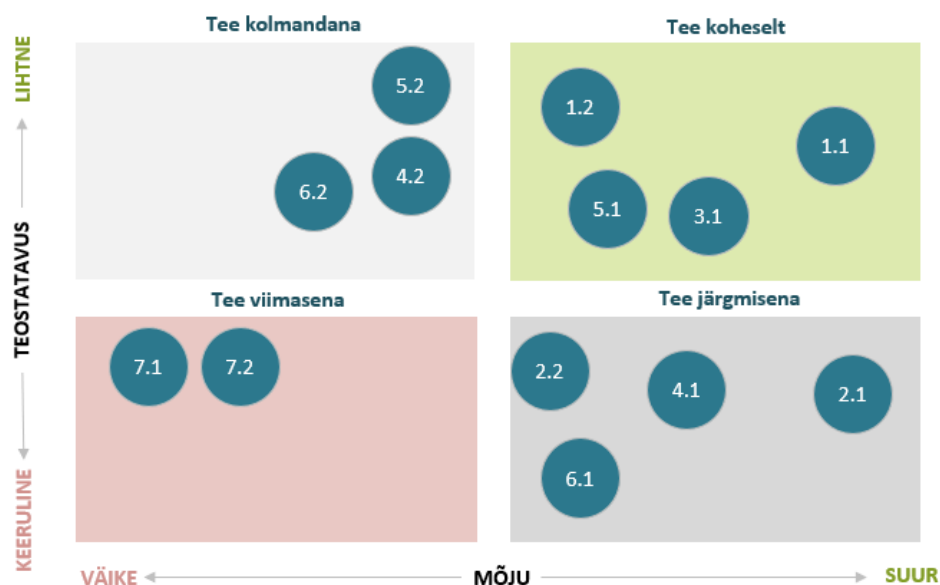
Kasutusjuhtumi sotsiaalne mõju avaldub üldise looduskeskkonna säästmises ning jätkusuutlikus arengus. Keskkonnaseire lahendused võimaldavad koguda ja analüüsida ning teha prognoose, mille tulemusel saab kiirelt tuvastada võimalikke negatiivseid mõjusid looduskeskkonnale või esmaseid märke selle halvenemise kohta.

9. VALDKONDADEÜLENE ANALÜÜS

9.1. SUUREMA POTENTIAALIGA 5G RAKENDAMISE VALDKONNAD

Kaardistatud kasutusjuhtumite valdkonnaüleseks analüüsiks koostati mõjuhinnangute põhjal prioriteetsuse maatrikstabelid, kasutades uurimusele kohandatud Boston Consulting Group'i loodud maatrikseid. Analüüsi tulemusel tuvastati valdkonnad ja kasutusjuhtumid, mis langevad oma suurema avaliku valdkondliku mõju ning varasema küpsusastme poolest kategooriasse „tee koheselt“, kuid ei võrdle kasutusjuhtumeid ega erinevaid valdkondi omavahel. Neid kasutusjuhtumeid on võimalik ellu kutsuda 3-5 aasta jooksul ja need omavad konkreetse valdkonna sees kõige suuremat positiivset avalikku mõju, mistõttu on soovitatav neid valdkondi käsitleda ka prioriteetsematena (Joonis 3).

JOONIS 3. SUURE POTENTIAALIGA KASUTUSJUHTUMITE MAATRIKS TEOSTATAVUSE JA MÕJU VAATEST



1. DIGIKULTUUR

- 1.1 Meedia edastamine
- 1.2 Liitreaalsuse lahendused kultuuris

2. ÜHENDATUD MOBIILSUS

- 2.1 Autonoomsed sõidukid
- 2.2 Tark raudteetaristu haldamine ja uue ajastu teenuspakkumine rongides

3. TÖÖSTUS

- 3.1 Tööstusprotsesside tark optimeerimine ning juhtimine

4. TARGAD LINNAD, PIIRKONNAD JA KOGUKONNAD

- 4.1 Targad transpordisüsteemid
- 4.2 Linnakeskkonna haldamine

5. SISETURVALISUS

- 5.1 Drooniparvede ja sensorite rakendamine päästetöodes
- 5.2 Tarkade sidelahenduste rakendamine hädaolukorras

6. PÖLLU- JA METSAMAJANDUS

- 6.1 Põllukultuuride seire ning loomakasvatuse jälgimine
- 6.2 Põllumajanduse andmete digitaliseeritud vahetus

7. ENERGEETIKA

- 7.1 Reaalajas toimivad targad tarbimisarvestid
- 7.2 Taastuvenergia parkide tegevuse seiramine ja juhtimine

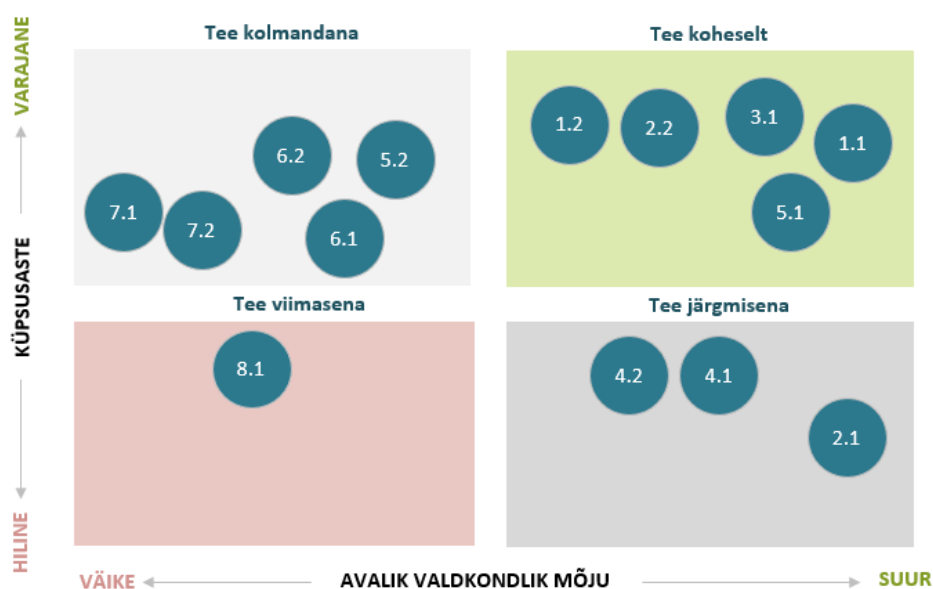
8. KESKKOND

- 8.1 Automatiseeritud keskkonnaseire reaalajas

Vastavalt kaardistatud kasutusjuhtumite avalik-valdkondlikule mõjule ja küpsusastmele on teenused jaotatud nelja kategooriasse. Suure mõjuga ja varase küpsusastmega kasutusjuhtumid kuuluvad **kategooriasse „tee koheselt“**, mistõttu on soovitatav neid prioritseerida edasisel 5G tegevuskava kujundamisel ja teenuste arendamisel. See hõlmab lahendusi **digikultuuris (1.1, 1.2)**, **ühendatud mobiilsuses (2.2)** ja **siseturvalisuses (5.1)**. Hilisema küpsusastmega, kuid siiski suure avaliku mõjuga teenused kuuluvad arendamisele **kategooriana „tee järgmisena“**. See hõlmab lisaks eelnimetatud valdkondadele **tarkasid linnasid, piirkondasid ja kogukondasid (4.1, 4.2)**. Ülejäänud kaks kategooriat („tee kolmandana“ ja „tee viimasena“) sisaldavad kaardistatud kasutusjuhtumeid, mille arendamise soodustamine ei peaks olema esmane prioriteet tulenevalt mõnevõrra väiksemast avalikust valdkondlikust mõjust.

Kui täiendavalt võtta arvesse iga valdkonna majandusliku ja sotsiaalse mõju hinnanguid ning majandusliku ja tehnilise teostatavuse hinnanguid (Joonis 4), siis ilmneb täiendava suurema prioriteetsusega valdkonnana **tööstus (3.1)**. Jätakuvalt langevad selle vaate põhjal **kategooriasse „tee koheselt“** ka digikultuur (1.1, 1.2) ja siseturvalisus (5.1).

JOONIS 4. SUURE POTENTSIAALIGA KASUTUSJUHTUMITE MAATRIKS KÜPSUSASTME JA AVALIKU MÕJU VAATEST



1. DIGIKULTUUR

- 1.1 Meedia edastamine
- 1.2 Liitreaalsuse lahendused kultuuris

2. ÜHENDATUD MOBIILSUS

- 2.1 Autonoomsed sõidukid
- 2.2 Tark raudteetaristu haldamine ja uue ajastu teenuspakkumine rongides

3. TÖÖSTUS

- 3.1 Tööstusprotsesside tark optimeerimine ning juhtimine

4. TARGAD LINNAD, PIIRKONNAD JA KOGUKONNAD

- 4.1 Targad transpordisüsteemid
- 4.2 Linnakeskkonna haldamine

5. SISETURVALISUS

- 5.1 Drooniparvede ja sensorite rakendamine päästetöodes
- 5.2 Tarkade sidelahenduste rakendamine hädaolukorras

6. PÕLLU- JA METSAMAJANDUS

- 6.1 Põllukultuuride seire ning loomakasvatuse jälgimine
- 6.2 Põllumajanduse andmete digitaliseeritud vahetus

7. ENERGEETIKA

- 7.1 Reaalajas toimivad targad tarbimisarvestid
- 7.2 Taastuvenergia parkide tegevuse seiramine ja juhtimine

8. KESKKOND

- 8.1 Automatiseeritud keskkonnaseire reaalajas

„Tee koheselt“ kategooriasse kuuluvate valdkondade kasutusjuhtumite ellukutumise soodustamiseks on soovitatav välja töötada teekaardid, mis sätestavad järgmiseks viieks aastaks teenuste arendamise eesmärgid, vajalikud tegevused ja vastutajad. Maatrikstabelite analüüsi põhjal on suurema prioriteetsusega valdkondadeks:

- digikultuur
- ühendatud mobiilsus
- tööstus
- siseturvalisus

Lähtudes kasutusjuhtumite sisust ehk nende ellukutumisel osutatavate teenuste olemusest on need võimalik kategoriseerida kolmeks (Joonis 5):

- reaajas andmeedastus
- autonoomsed süsteemid ja sõidukid
- targad teenused

Prioriteetsete valdkondade kasutusjuhtumid kuuluvad peamiselt tarkade teenuste toimimise ja autonoomsete seadmete juhtimise alla ning ei keskendu üksnes reaajas andmete kogumisele ja kasutamisele. Seeläbi on tagatud ka nende suurem avalik valdkondlik mõju, sest kuigi kõikide kategooriate puhul omab andmekogumine ja -töötlemine kesket rolli, siis suurema prioriteetsusega kasutusjuhtumite korral osutatakse kogutud andmetele tuginedes lisaks teenuseid.

JOONIS 5. KASUTUSJUHTUMITE JAGUNEMINE VASTAVALT OLEMUSELE

REAALAJAS ANDMEEDASTUS	AUTONOOMSED SÜSTEEMID JA SÕIDUKID	TARGAD TEENUSED
1.1 Meedia edastamine	2.1 Autonoomsed sõidukid	1.2 Liitreaalsuse lahendused kultuuris
1.2 Kultuuripärandi säilitamine läbi digitaliseerimise	3.1 Tööstusprotsesside tark optimeerimine ning juhtimine	2.2 Tark raudteetaristu haldamine ja uue ajastu teenusepakkumine rongides
4.2 Linnakeskkonna haldamine	4.1 Targad transpordisüsteemid	4.1 Targad transpordisüsteemid
6.1 Põllukultuuride seire ning loomakasvatuse jälgimine	4.2 Linnakeskkonna haldamine	4.2 Linnakeskkonna haldamine
6.2 Põllumajandusandmete digitaliseeritud vahetus	5.1 Drooniparvede ja sensorite rakendamine päästetöodes	5.2 Tarkade sidelahenduste rakendamine hädaolukorras
7.1 Reaajas toimivad targad tarbimisarvestid		
7.2 Taastuenergia parkide tegevuse seiramine ja juhtimine		
8.1 Automatiseeritud keskkonnaseire reaajas		

9.2. HORIZONTAALSED TEEMAD

Uuringu käigus kaardistatud kasutusjuhtumitel avaldub valdkonnaüleseid aspekte, millega peab kasutusjuhtumite ellukutsumisel ja 5G võrgu väljaehitamisel arvestama. Need hõlmavad positiivset keskkonnamõju, infoturvet (sh andmekaitset) ja tehnilise poole pealt nii nõudeid 5G võrgule kui ka traadita püsiühenduse tehnoloogia (*fixed wireless technology*) kasutuselevõttu.

9.2.1. POSITIIVNE KESKKONNAMÕJU

Kaardistatud kasutusjuhtumite hindamisel ilmnas mitmel juhul kasutusjuhtumi rakendumisest avalduv positiivne keskkonnamõju. See tähendab, et 5G põhiste kasutusjuhtumite elluviimise soodustamine panustab kaudu ka riigi kliimaeesmärkide ja Euroopa Liidu rohekokkuleppe täitmisesse. Uute tehnoloogiliste lahenduste puhul avaldub positiivne keskkonnamõju ennekõike ressursisäästlikkuses, CO₂ emissiooni vähenemises, keskkonnale kahjulike pestitsiidide koguse vähendamises ning keskkonnakahjude vähendamises tänu parematele keskkonnaseire võimalustele. Järgnevalt on toodud mõned näited uuringu käigus tuvastatud positiivse keskkonnamõju valdkondadest.

- **Ressursisäästlikkus** | 5G võrgu toimimise jaoks vajalike seadmete väljatöötamisel pööratakse varasemast rohkem tähelepanu nende energiatarbele. See võimaldab arendada teenuseid, mis tänu andmete kogumisele ja keskkonnaprotsesside jälgimisele optimeerivad oma tegevusi automaatselt, seeläbi vähendades energia kasutust ja tuues kaasa positiivse keskkonnamõju.
- **CO₂ emissiooni vähenemine** | Kasvuhoonegaaside emissioon väheneb tänu efektiivsemale liiklusvoole, tarkvõrgu kasutusele ning targa linna ja teede lahendustele. Autonoomsete sõidukitega kaasneb omakorda emissiooni vähenemine, sest üldine suund autonoomsetel sõidukitel on taastuenergia allikate kasutamine fossiilsete kütuste asemel.
- **Põllumajandustegevusest tingitud keskkonnamõjude vähenemine** | Põllumajanduse valdkonna kasutusjuhtumite ellukutsumisega on võimalik märkimisväärselt vähendada keskkonnale kahjulike pestitsiidide hulka kasutades tarku lahendusi, mis reguleerivad põllukultuuride pritsimise kogust, sagedust ja aega.

Keskkonnaohtude vähendamine | Tänu keskkonnaseire lahendustele on võimalik kiiremini reageerida ja piirata näiteks merekeskkonnas kütusereostuste levikut edastades reaajas informatsiooni reostustõrjega tegelevatele üksustele. Sarnaselt on võimalik kõrge ohuga aladel sensorite rakendamisega ennetada metsa- või maastikutulekahjude teket ning neid võimalikult varakult piirata.

Joonis 6 kujutab kaardistatud kasutusjuhtumeid, mille ellukutsumine toob kaasa märkimisväärse positiivse keskkonnamõju. Kuivõrd keskkonnamõjude hindamisel tuleb arvestada terve toote/teenuse elutsüklit, ei ole välistatud ka teiste kasutusjuhtumite positiivne keskkonnamõju. Seetõttu on täpsema positiivse keskkonnamõju tuvastamiseks vajalik teostada eraldi analüüs.

JONIS 6. POSITIIVSET KESKKONNAMÕJU OMAVAD KASUTUSJUHTUMID

POSITIIVNE KESKKONNAMÕJU	NEUTRAALNE KESKKONNAMÕJU	MÕJU VAJAB TÄIENDAVALT ANALÜÜSI
<p>2. ÜHENDATUD MOBIILSUS 2.1 Autonoomsed sõidukid 2.2 Tark raudteetaristu haldamine ja uue ajastu teenuspakkumine rongides</p> <p>3. TÖÖSTUS 3.1 Tööstusprotsesside tark optimeerimine ning juhtimine</p> <p>4. TARGAD LINNAD, PIIRKONNAD JA KOGUKONNAD 4.1 Targad transpordisüsteemid 4.2 Linnakeskkonna haldamine</p> <p>6. PÕLLU- JA METSA-MAJANDUS 6.1 Põllukultuuride seire ning loomakasvatuse jälgimine</p> <p>7. ENERGEETIKA 7.1 Reaalajas toimivad targad tarbimisarvestid</p> <p>8. KESKKOND 8.1 Automatiseeritud keskkonnaseire reaalajas</p>	<p>1. DIGIKULTUUR 1.1 Meedia edastamine 1.2 Liitreaalsuse lahendused kultuuris</p> <p>5. SISETURVALISUS 5.2 Tarkade sidelahenduste rakendamine hädaolukorras</p>	<p>5. SISETURVALISUS 5.1 Drooniparvede ja sensorite rakendamine päästetöodes</p> <p>6. PÕLLU- JA METSA-MAJANDUS 6.2 Põllumajanduse andmete digitaliseeritud vahetus</p> <p>7. ENERGEETIKA 7.2 Taastuvenergia parkide tegevuse seiramine ja juhtimine</p>

9.2.2. 5G PÕHINE TRAADITA PÜSIÜHENDUS

Käesolev peatükk käsitleb 5G traadita püsiühenduse (TPÜ) rakendamise tehnilisi aspekte kaardistatud ning analüüsitud valdkondi ja kasutusjuhtumeid silmas pidades, kuid ei sisalda seonduvat majanduslikku analüüsi. Majandusliku mõju hinnang vajab põhjalikku tasuvusanalüüsi ja ei kuulu käesoleva uuringu skoopi.

4G mobiilne internet on kättesaadav valdaval osal (umbes 99%) Eesti majapidamistest⁴¹, arvestatud on siinjuures kõikide operaatorite summaarset katvust. Samas pole tarbijale lubatud andmesidekiirus sageli tagatud ja tarbimismahude kasvu tõttu on mobiilne internet tihti ülekoormatud. TPÜ teenus pakub siin alternatiivi nii kohtades, kus ei ole ärioluliselt mõttekas fiiberoptilist võrku ehitada kui ka maamajade ja eramute piirkondades mobiilse interneti koormuste vähendamiseks.

TPÜ korral on tegemist asukohaga seotud raadiolahendusega juurdepääsuvõrguga, mille eeliseks on suur andmesidekiirus ning võrgu rajamise lihtsus ja kiirus. Samuti on antud lahenduse juures eeliseks kasutaja mugavus. TPÜ rajamisega seotud puuduseks võib pidada pidevalt arenevate tehnoloogiate tõttu vajadust järjepidevalt kaasajastada ja välja vahetada seadmeid, mis tingib suuremad opereerimiskulud.

5G TPÜ juures on samuti oluliseks eeliseks maatriksantennid ja antenni kiire suunamise võime (*beam steering*). Tehnoloogia võimaldab ühe tugijaama antenni raadiokiiri suunata samaaegselt mitmetele

⁴¹ Digital Economy and Society Index (DESI 2020). [<link>](#)

eri asukohtades asuvatele kasutajatele. See võimaldab vähendada (vastastikuseid) häireid ning suurendada ühenduste efektiivsust. Kasutades *beam-steeringute* ning teisi tarkade 5G antennisüsteemide lahendusi, on võimalik pakkuda oluliselt kvaliteetsemat teenust lõpptarbijatele.

5G toob TPÜ teenusele juurde paindlikkust, sest pakub dünaamilisemat ühendust, mida saab võrreldes eelmiste põlvkondadega vastavalt vajadustele konfigurereida ja luua vajalikke prioriteete nii teenuste kui ka kasutajate vaates. TPÜ teenuse pakkumine on maailmas tõusev trend. Üle kaheksa teenusepakkuja maailmas on FWA teenuse turule toonud, kasutades selleks ka eelmiste põlvkondade mobiilside tehnoloogiaid.⁴²

Eesti Infoühiskonna arengukava 2020 kohaselt on oluliseks eesmärgiks interneti kättesaadavuse suurendamine, et kõigil oleks võimalik kasutada vaba ja kiiret interneti. Mõõdikuteks on siin 30 Mbitt/s kiirusega interneti kättesaadavus ja 100 Mbitt/s või suurema kiirusega (lairiba) interneti kättesaadavus.

Euroopa liidu poolt koostatud *Digital Economy and Society Index (DESI) 2020 Connectivity* dokument toob 2019. aastal Eesti TPÜ ühenduste osakaaluks 7% majapidamistest. Eelnevatel aastatel TPÜ osakaalu ei ole toodud. Kiiruse 30 Mbitt/s osakaaluks (*penetration*) Eesti kogu majapidamiste hulgas on umbes 43% (Euroopa Liidu liikmesriikide keskmine on umbes 49%) ja kiirusega 100 Mbitt/s ja rohkem osakaaluks on umbes 13% kogu majapidamiste arvust (EL liikmesriikide keskmine on umbes 25%).

Eestis on maamajade piirkondades kaetud umbes 15% koguturust hõlmates umbes 80 000 majapidamist. Antud piirkondades puudub äriplane tasuvus uute fiiberoptiliste ühenduste loomiseks. Samuti on mitmetes eramute piirkondades fiiberoptiliste ühenduste loomise investeeringute tasuvusaeg kohati liiga pikk. Eramute piirkonnad moodustavad umbes 15% koguturust. Hinnanguliselt paikneb valdades ühtlasi ligi 30 000 ettevõtet. TPÜ teenuse potentsiaalseks turuks võiks hinnanguliselt olla umbes 30% maamajade ja eramute piirkondadest (umbes 48 000 majapidamist) ning 20% valdades paiknevatest ettevõtetest (umbes 6 000 ettevõtet). Maapiirkondades omab 20% majapidamistest juurdepääsu fikseeritud lairiba internetile, mis ületab Euroopa Liidu keskmise, mis on alla 20%.⁴³

Oluline on siinkohal välja tuua mõningad aspektid, millega operaatorid peavad 5G põhiste TPÜ teenuste pakkumisel tõenäolist arvestama.

- Esiteks, kliendi konkreetne asukoht, tema tegelikud vajadused ning üldine potentsiaalsete klientide arv antud piirkonnas.
- Teiseks oluliseks faktoriks on operaatori olemasolev taristu antud piirkonnas ning kas selles piirkonnas on operaatoril juba sobiv tugijaam või mast olemas, kuhu saaks 5G tugijaamad lisada.
- Lisaks on oluline arvestada tugijaama hinnaga, arvestades potentsiaalset 5G TPÜd-d ja teisi olemasolevaid tehnoloogiaid. Oluline on sideettevõttel läbi viia tasuvusanalüüs, mis keskenduks mastide ning tugijaamade rajamise võrdlusele tavalise fiiberoptilise võrguga, mis seaks ka eeldused teatud piirkondadesse TPÜ arendamiseks.

Taristu hinda mõjutab ka see, kas operaatorile tekib kohustus igale kliendile garanteerida 1Gbitt/s andmesidekiirus või jääb see maksimumkiiruse staatusesse. Arvestada tuleb ka sellega, kas antud piirkonnas on olemas ka äriklient, kelle olemasolu võib vähendada taristu üldist tasuvusaega. Ilmselt

⁴² Ericsson Mobility Report 2020. [<link>](#)

⁴³ Kiire Interneti Ühenduste (viimase miili) rajamise analüüs ja ettepanekud. Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2016.

on siin operaatoril otstarbekas läheneda vajadus- ja olukorrapõhiselt ja vastavalt sellele valida ka kõige sobivam ja kuluefektiivsem püsiühenduse tehnoloogia (fiiberoptika, 5G, 4G).

Digikultuuri valdkonnas on TPÜ teenuse oluliseks kasutusjuhtumiks meedia edastamine piirkondades, kus kaabelühenduste loomine on kas keeruline või ei ole majanduslikult tasuv. TPÜ võimaldab siin luua kiiresti ühendused nii eramajapidamistele kui ka maapiirkondades paiknevatele firmadele. 5G FWA edastuskiirus vähemalt 1 Gbitt/s on võimalik, kuid ainult millimeeter lainealal, lähidistantsil ja ideaalilähedastes tingimustes. Lähitulevikus (1-3 aastat) ilmselt sellise kiiruse järele otsest vajadust pole, kuna eratarbijad pole veel laialdaselt 4K telepildile üle läinud. Vaatamata sellele, on siiski 5G tehnoloogia rakendamine vajalik, sest juba praegusel hetkel on 4G ressursid täis ning probleeme on juba ka HD pildi kvaliteetse edastamisega.

Tööstuse valdkonnas, kus on oluline lisaks 5G suurtele mahtude ka võimalus luua virtuaalselt eraldatud võrke/ühendusi, pakub TPÜ teenus ühtlasi võimalusi luua eraldatud ja kõrge turvalisusega ühendusi tööstuse ja VKE-de jaoks nendes piirkondades, kus optilise kaabli ühendused puuduvad. Nii saab pakkuda maapiirkonna tööstusettevõtetele juurdepääsu 5G teenustele ja ka magistraalühendusi tööstuse privaatlahendustele andmeside eeldataval kogukiirusel kuni 1Gbitt/s.

Põllumajanduse valdkonnas pakub TPÜ teenus väärtust piirkondades, kus kaabelühendus ei ole mõttekas kuna mahukat ja kiiret ühendust mingis piirkonnas on vaja vaid piiratud aja jooksul (mõned kuud). TPÜ dünaamiline konfiguratsioon võimaldab siin ühenduste konfigureerimist ja antenni kiirte suunamist vastavalt piirkonna kasutajate vajadustele, seejuures ilma füüsilise taristu paigaldust muutmata.

Keskkonna valdkonnas võivad TPÜ lahendused kasutust leida juhul kui soovitakse ühendust maapiirkonnas paiknevatele jälgimis- või seiresüsteemidele, mis vajavad mahukat ja turvalist ühendust, kuid kuhu ei saa paigaldada kaabelühendust.

Ühendatud mobiilsuse ja siseturvalisuse valdkonnas TPÜ teenustel oluline mõju puudub, kuna need on oma olemuselt mobiilsed. Energeetikas võib teatud mõju olla, kuid turvalisuse kaalutlustel on nn traadiga püsiühendus eelistatavam. Tuulepargid võiksid olla potentsiaalsed kasutajad, kuid siin peab arvestama tuuleparkide poolt tekitatavate potentsiaalsete radiohäiretega (nt doppleri sagedusnihe) ja nende mõjuga 5G kommunikatsioonile. Uuringuid selles vallas pole uuringu teostaja andmetel veel tehtud.

9.2.3. TEHNILISED NÕUDED

Valdkonnaorganisatsioonide intervjuude käigus kaardistati kasutusjuhtumitest tulenevaid tehnilisi nõudeid rajatava 5G võrgu andmeedastuskiirusele, latentsusele ning käideldavusele, mis peavad tagama teenuste laitmatu toimimise. Neid hinnanguid valideeriti tehniliste ekspertidega (vt *Lisa 1. Uurigu läbiviimise metoodika* ja *Lisa 3. Intervjuuankeet*).

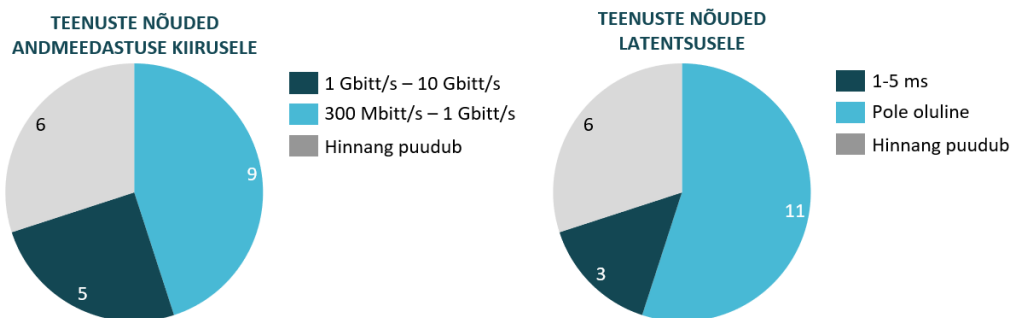
Hinnanguid peamiste tehnilistele nõuetele arvestades peab arendatav võrk toetama kõiki tegevusi, mistõttu tuleb arendamisel arvestada kõrgeimate tehniliste nõuetega. Terviklik võrk ise koosneb tuumvõrgust ning levi edastavate radio tugijaamadest. 5G puhul on võimalik jagada lainespektrum erinevate operaatorite vahel (*multi-operator core network*), mistõttu on teenuste toimimiseks oluline tagada võrgu toimimine samadel nõuetel. Sarnasel põhimõttel on võimalik luua operaatoritel vastavatesse piirkondadesse privaatvõrgud, millele ligipääs on vastavalt vajadusele piiratud.

Ühtse võrgu loomisel on samuti oluline tagada maksimaalne võimalik kiirus, mida saab saavutada *dual connectivity*'l (EN-DC) põhinedes. Vastavalt EN-DC standardile on võimalik agregeerida nii 4G kui 5G võrgud toimima ühtse lahendusena.

Ühtse võrgu arendamine võimaldab tagada 1-10 Gbitt/s ulatuvaid andmeedastuse kiiruseid, mis on eelduseks suuri andmemahtusid koguvate, kasutatavate või edastavate teenuste loomisele (

Joonis 7). Teenuste nõuded latentsusele hinnati enamik juhtudel ebaolulisteks, kuid siiski tuleb võrgu arendamisel arvestada võimalikult väikese hilistusajaga 1-5 ms milleta ei ole teatud teenuste (nt liitreaalsus, kõik kõrglahutusega videoedastust eeldavad teenused jne) ellukutsumine teostatav. Kõikide kriitilise tähtsusega teenuste toimimiseks on oluline tagada vähemalt 99,9%-line käideldavus, mille puhul ei ületa teenuse seisak nädalas maksimaalset kümnet minutit⁴⁴.

JOONIS 7. KASUTUSJUHTUMITE EELDATAVAD TEHNILISED NÕUDED



Lisaks tehnilistele nõuete tagamisele on võrgu kõrgkäideldavuse ning teenuste toimimise tagamise jaoks oluline kindlustada katkematu elektrivõrgu kättesaadavus kõikjal, kus on tagatud 5G levik. Katkematu elektrilevi tagamiseks on oluline riiklikult teha koostööd elektritaristu omanike ja haldajatega, et katkestuste korral säiliks 5G levi ning vajadusel toimuksid automaatsed ümberlülitamised.

9.2.4. INFOTURVE

Tulenevalt laialdasest 5G kasutuselevõtust ning paljude elutähtsate teenuste 5G võrgu sõltuvusest, tuleb eraldi tähelepanu pöörata infoturbele. Erinevalt eelnevate mobiilsidevõrkude arhitektuurist on 5G puhul loodud uued võimalused ajakriitiliste teenuste toimimiseks, muuhulgas tänu *mobile edge computing* (MEC) rakendamisele, mis muudab nii võrgu kui ka teenused haavatavamaks. Kuivõrd digiajastul kasvab küberrünnakute ja -kuritegude oht, võimaldab läbimõeldud strateegia potentsiaalseid tagajärgi ennetada. Tugeva infoturbe strateegia arendamiseks on Euroopa Liidu poolt sätestatud kava, mis hõlmab endas 5G võrguga seotud potentsiaalsete riskide kaardistamist, maandamisemeetmete väljatöötamist ning turbesüsteemide kaasajastamist.

Kaardistatud kasutusjuhtumitel on suur sõltuvus infoturbest, eriti delikaatsete isikuandmete käsitlemisel ning elutähtsate teenuste töötamiseks vajamineva taristuga. Strateegia eesmärk on vältida ja ennetada rünnakuid näiteks raudteetaristule, meediateenustele ning üldisele sidelahendusele ja isikuandmetele. Ühtse ja efektiivse küberturvalisuse tagamiseks ning strateegia loomiseks peavad kõik kasutusjuhtumitega seotud osapooled turvanõuetest kinni pidama. Osapoolte hulka kuuluvad nii sideettevõtted, 5G seadmete tootjad, teenuste omanikud kui ka lõppkasutajad. Kõikide osapoolte kohustuseks on tagada turvameetmete jälgimine taristul ja teenuste puhul kasutatavas riist- ning tarkvaras.⁴⁵

⁴⁴ Infosüsteemide turvameetmete süsteemi määrus [<link>](#)

⁴⁵ EU Coordinated Risk Assessment of the Cybersecurity of 5G networks. [<link>](#)

10. POLIITIKASOOVITUSED 5G VÕRGU ARENDAMISEKS JA KASUTUSJUHTUMITE ELLUKUTSUMISEKS

10.1. INVESTEERINGUVAJADUSED 5G PÕHISTE TEENUSTE KASUTUSJUHTUMITE ELLUKUTSUMISEKS

Uuringu käigus teostatud andmekogumise ja -analüüsi tulemusel tuvastati peamised arengu- ning investeeringuvajadused kasutusjuhtumite ellu kutsumiseks. Need jagunevad kolme peamisesse kategooriasse:

- infrastruktuuri ja taristu arendamine
- teenuste arendamine
- teadlikkuse ja kompetentsi kasvatamine

JOONIS 8. KASUTUSJUHTUMITE ELLUKUTSUMISEKS VAJALIKE INVESTEERINGUTE KATEGORIAID

TEADLIKKUSE JA KOMPETENSI KASVATAMINE	INFRASTRUKTUURI JA TARISTU ARENDAMINE	TEENUSTE ARENDAMINE
<ul style="list-style-type: none"> • Teavitustöö lõppkasutajate valmisoleku tõstmiseks 5G ja uute teenuste kasutuselevõtuks • Teadlikkuse tõstmine 5G eeliste, potentsiaali ja riskide osas võimalike väärtusahela osapoolte seas 	<ul style="list-style-type: none"> • 5G võrgu ja taristu rajamine • Uute kasutusjuhtumite toimimiseks vajalike seadmete ja riistvara soetamine 	<ul style="list-style-type: none"> • Teadustööde ja rakendus-uuringute teostamine kasutusjuhtumite piloteerimiseks • Toote- ja teenusarendus (sh piloteerimine) ettevõtete ja avaliku sektori asutuste tasemel

INFRASTRUKTUUR JA TARISTU ARENDAMINE

5G põhiste teenuste ellukutsumise kõige olulisemaks eelduseks on võrgu arendamine, mis pikas perspektiivis peaks olema Eesti-ülene. Selle välja ehitamine saab toimuda teenuste kiiremaks turule tulekuks etapiliselt alustades tarbimise peamistest geograafilistest asukohtadest (vt ptk 10.2). Seetõttu on oluline panustada baasinfrastruktuuri tugijaamade (sh mastid, antennid) rajamisse ning nende jaoks vajaliku elektritaristu ja optikavõrgu ehitamisesse. Lisaks taristu arengule on oluline ka teenuste arendamiseks vajaliku riistvara soetamine.

Tulenevalt 5G võrgu arendamisega seotud kõrgetest kuludest ei pruugi olla teatud geograafilistes piirkondades või valdkondades 5G võrgu või teenuste arendamine majanduslikult tasuv või oleks ebaratsionaalselt pika tasuvusajaga. Seega on soovitatav kaaluda väiksema asustustihedusega alade või väiksema tasuvusega valdkondade teenuste arendamise toetamist juhul kui on tegemist riiklikult olulistega teenustega.

5G baasitaristu arendamisel on oluline kaasata seotuid osapooli, huvi- ja sidusrühmasid. Erinevate osapoolte kaasamine projekteerimise ning ehitamise protsessi võimaldab lõpptulemina saavutada parima tehnilise spetsifikatsiooniga võrgu. Ühise koostööraamistiku loomine võimaldab taristu arendamise raames integreerida ka teisi olulisi kommunikatsioonilahendusi, mis on olulised teenuste

toimimiseks (näiteks transpordikoridoride varustamine elektrivõrguga ning optikakaabli rajamine kogus võrgu pikkuses).

VÕTMETÄHELEPANEKUD

- Infrastruktuuri etapiline rajamine alustades elu- ja ettevõtluspiirkondadest ning transpordikoridoridest.
- Taristu rajamine hõlmates seadmete soetamist ning elektri- ja optikavõrgu ehitamist.

TEENUSTE ARENDAMINE

Lisaks baasinfrastruktuuri rajamisele on oluline toetada 5G võrgus töötavate kasutusjuhtumite ning nendega seotud teenuste arendamist. Nii varase kui hilise küpsusastmega teenuste puhul on suurimaks eelduseks teadus- ja rakendusuringute ning tootearendustegevuste läbiviimine.

Varase küpsusastmega kasutusjuhtumite puhul tuleb suunata arendustöö teenuste võimalikult kiireks ellukutsumiseks. Rakendusuringud ning pilootprojektid koostöös ülikoolide ja teadusasutustega tagavad potentsiaalsete lahenduste tehnilised eeldused teenuste efektiivseks toimimiseks. Lisaks teadustööde ning pilootprojekte läbiviimise toetamisele on oluline panustada väikeettevõtete innovatsiooni, mis võimaldab arendatud teenustega jõuda tasuvuspunktini kiiremini. See võimendab potentsiaalsete teenuste arendamisega seotud ettevõtete huvisid arendamiseks omakorda uusi 5G-l põhinevaid lahendusi.

Lisaks kaardistatud varase küpsusastmega kasutusjuhtumitele on oluline panustada ka **hilisemat potentsiaali omavate kasutusjuhtumite arendusse**, sest vaatamata hilisemale ellukutsumise ajale vajavad need ka pikemat arendusperioodi. Seetõttu tuleb ka nende ettevalmistustega alustada võimalikult varakult.

Kõikide 5G teenuste arendamiseks on oluline panustada seotud osapoolte koostösse, et keskenduda kõige suurema avaliku ning sotsiaalmajandusliku mõjuga teenuste arendamisele. Erinevate osapoolte koostöös ja piloteerimisel joonistuvad välja teenustega seotud kitsaskohad ning arengupotentsiaal, mis omakorda võivad soodustada ka täiesti uute 5G lahenduste teket. Pilootprojektide läbiviimine ning teadus- ja arendustegevuse projektide avalik kajastamine soodustab valdkondlike spetsialistide teadlikkuse tõstmist, mis soodustab uute kasutusvaldkondade või teenuste teket.

VÕTMETÄHELEPANEKUD

- Panus varase küpsusastme ja suure mõjuga teenuste arendamisele võimalikult varakult.
- Hilise küpsusastmega teenuste arendustöö varajane alustamine koostöös erinevate osapooltega.

TEADLIKKUSE JA KOMPETENSI KASVATAMINE

Lisaks baasinfrastruktuuri ning teenuste arendamisele on oluline panustada laiema avalikkuse ning ka ekspertide teadlikkuse ja kompetentsi tõstmisesse. **Laiema avalikkuse teadlikkuse tõstmine** hõlmab 5G potentsiaali, eeliste ning ka riskidega seotud teavitustööd, et ei tekiks potentsiaalset vastandumist uue põlvkonna tehnoloogiatega, vaid hoopis suureneks vastuvõtlikkus 5G võrgule ja sellel toimivatele lahendustele. Selle tulemusel kasvaks 5G-l töötavate seadmete ja teenuste kasutamine.

Lisaks teavitustööle on üheks teenuste eduka ellukutsumise eelduseks nii laiemale avalikkusele kui ka potentsiaalsetele väärtusahela osapooltele pilootprojektide ja nende tulemusel avalduvate

positiivsete mõjude tutvustamine, mis 5G kaasnevad tulemusliku kasutuselevõtuga. Pideva teavitustöö toob kaasa ka erialalise kompetentsi tõusu.

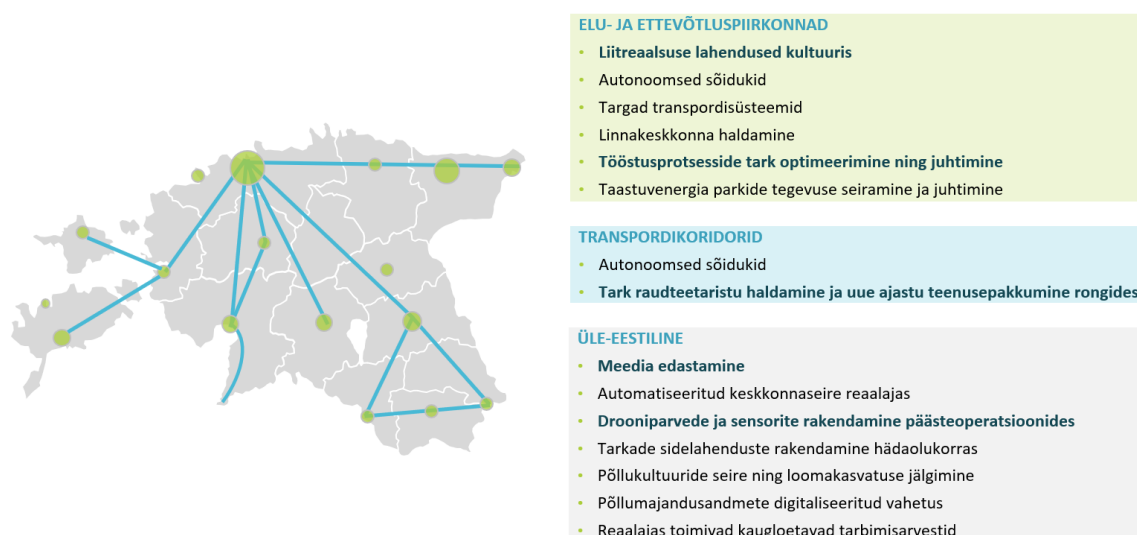
VÕTMETÄHELEPANEKUD

- Panustamine laiemale avalikkuse teadlikkuse tõstmisele, kasutusjuhtumitega seotud potentsiaali ja mõjude tutvustamiseks ning erialalise kompetentsi tõstmisele.

10.2. ÜLE-EESTILISE VÕRGU VÄLJAEHITAMINE

Lõpliku 5G taristu arendamise ajaline raamistik sõltub muuhulgas kasutusjuhtumite geograafilisest ulatusest. Järgneval joonisel on kujutatud kaardistatud kasutusjuhtumite lihtsustatud liigitus vastavalt loodavate teenuste peamistest tarbimiskohtadest elu- ja ettevõtluspiirkondades, transpordikoridorides ning üle-eestiliselt.

JOONIS 9. KASUTUSJUHTUMITE JAGUNEMINE VASTAVALT GEOGRAAFILISELE ULATUSELE



Uuringu raames kaardistatud suure avaliku mõju ning varase küpsusastmega kasutusjuhtumid arendatakse esmajärjekorras suurema nõudlusega piirkondades – elu- ja ettevõtluspiirkondades ning transpordikoridorides. See on kooskõlas „Eesti 5G teekaardiga aastani 2025“, milles on sätestatud eesmärk 2023. aastaks 5G leviga katta Eesti suuremad elu- ja ettevõtluspiirkonnad ning 2025. aastaks transpordikoridorid. See võimaldab kasutusjuhtumite ellu kutsuda järgneva 3-5 aasta jooksul piirkondades, kus need ka kõige rohkem kasutust leiavad. Kaardistatud kasutusjuhtumid on laialdaselt rakendatavad kõigis mainitud piirkondades. Pikemas perspektiivis peaks teenused olema kättesaadavad üle-eestiliselt kõigile tarbijatele, kuid selle eelduses on laialdane 5G levi.

Baastaristu arendamisel tiheasustusaladel ja transpordikoridorides tuleb arvestada suurenenud seadmete hulgaga, mis on 5G võrgu tagamiseks vajalikud. Linnapiirkondades tuleb kõrgkäideldava levi tagamiseks rajada suur hulk tugijaamu, mille puhul võib osutada takistuseks kooskõlastuste saamine maaomanike või hoonete haldajatega. Arendamise protsessi kiirendamiseks esmajärjekorras koostööd sideettevõtete riigi omandis olevatele maadele ning kinnisvarale 5G võrgu jaoks vajaliku tehnika paigaldamine.

Eduka 5G võrgu rajamiseks on oluline juba praegu arvestada vajaliku infrastruktuuri nõuetega uute hoonete, linna- või maanteed projektteerimisel ja ehitamisel, et vältida 5G kasutuselevõtmisel ümberehitamise vajadust ja sellega kaasnevat lisakulusid. Hilisemas staadiumis on võimalik laiendada 5G võrgu arendamist ka suuremale alale, mis tagab hilise küpsusastmega kasutusjuhtumite ellukutsumise üle Eesti. Üleriigilise taristu arendamisel peab olema tagatud ka 5G leviga katvus väiksema asustustihedusega ning vähema ettevõtlusega piirkondades. Üle-eestiliste teenuste lõikes on võimalik luua mobiilsetel tugijaamadel või *high-power high-tower (HPHT)* lahendustel põhinevaid teenuseid, mis ei nõua kogu piirkonna katmist 5G võrguga.

VÕTMETÄHELEPANEKUD

- Tuvastatud prioriteetsete kasutusjuhtumite põhjal arendatavate teenuste nõudlus on suurim elu- ja ettevõtluspiirkondades ning transpordikoridorides.
- Infrastruktuuriprojektide (nt teede ehitusel) kavandamisel arvestada 5G võrgu rajamisega ning tagada tehniline valmisolek (nt trasside kavandamine).
- 5G võrgu arendamise protsessi kiirendamiseks võimaldada riigi omandis olevatele maadele ja kinnisvarale 5G võrgu rajamiseks vajaliku tehnika paigaldamist.

10.3. KASUTUSJUHTUMITE SEOS 2021-2027 RAHASTAMISKAVAGA

Uuringu käigus tuvastatud valdkondlikud 5G võrgu toimimiseks vajavad kasutusjuhtumid on seotud rahastamisvaldkondadega, mis on määratud Vabariigi Valitsuse otsusega välistoetuste kohta Euroopa Liidu Ühtekuuluvuspoliitika raames aastateks 2021-2027. Poliitikaeesmärk nr 1: Nutikam Eesti raames on planeeritud eraldiseisev **64,7 mln** euro suurune toetus **kiire interneti ühenduvuse parandamiseks**, mis muuhulgas hõlmab endas toetuseid **5G leviala tagamiseks transpordikoridorides ning elu- ja ettevõtluspiirkondades**.

Mitmed kaardistatud kasutusjuhtumitest on seotud teiste Ühtekuuluvuspoliitika raames seatud poliitikaeesmärkide planeeritavate tegevuste ja meetmetega (Joonis 10):

- Poliitikaeesmärk nr 2: Rohelisem Eesti
- Poliitikaeesmärk nr 3: Ühendatum Eesti
- Poliitikaeesmärk nr 5: Inimestele lähedasem Eesti

Euroopa Liidu Ühtekuuluvuspoliitika hõlmab endas erinevaid meetmeid, mis toetavad eelkõige Eestis sätestatud toetusmeetmete poliitikaeesmärki nr 1: Nutikam Eesti. Eesmärgi saavutamiseks kavandatud meetmed ning nende raames läbiviidavad tegevused on kujutatud järgmisel joonisel.

JOONIS 10. TUVASTATUD KASUTUSJUHTUMITE SEOS RAHASTUSKAVAGA

Sideturu ja ühenduste areng/e-riigi ja sideturu arendamise programm	Nutikama Eesti loomine läbi kiire interneti arengu, toetades suure läbilaskevõimega juurdepääsuvõrgu ning 5G võrgu arendamist	63 720 000 €
Ettevõtluse ja innovatsiooni edendamine, konkurentsivõimelise ettevõtlus- ja tarbimiskeskonna tagamine	Rakendusuringute ja eksperimentaalarenduse programmi edendamine koos ettevõtte arenguprogrammiga (sh tootearenduse toetus ning tugi- ja arenduskeskuste toetus)	94 000 000 €
Paremate avalike teenuste arendamine IKT abil	Nutikama Eesti loomine läbi IKT-arenduste ja lahenduste toetamise. Lisaks avalike teenuste ja valitsemise taristu ning digilahenduste edasiarendamine ja kasutuselevõtt	156 000 000 €
Ettevõtluse ja innovatsiooni edendamine ning konkurentsivõimelise turismikeskonna kujundamine	Ettevõtete digitaliseerimisega seotud tegevuste toetamine ning juhtimiskvaliteedi tõstmine, sh vastutustundliku ettevõtluskeskonna loomine ja arendamine	165 000 000 €

Lisaks üldistele toetusmeetmetele on paljud uuringu käigus kaardistatud kasutusjuhtumid otseselt seotud Vabariigi Valitsuse poolt sätestatud välistoetuste rahastamiskava raames kavandatavate spetsiifiliste tegevustega (Tabel 37). Tuvastatud kasutusjuhtumid on peamiselt kooskõlas Rohelisema Eesti poliitikaeesmärgiga, mis panustab **säästliku tarbimise, kliimamuutuste ennetamise ning keskkonnasäästlike liiklus- ning transpordilahenduste** arendamisse. Kaardistatud 5G potentsiaaliga kasutusjuhtumitest ei tuvastatud toetusmeetmetega otsesid seoseid digikultuuri, tööstuse, põllumajanduse ning energeetika valdkondades, kuid tööstuse valdkond on hõlmatud üldisemate ettevõtlusmeetmetega (Poliitikaeesmärk nr 1: Nutikam Eesti).

TABEL 37. TUVASTATUD KASUTUSJUHTUMITE SEOS RAHASTUSKAVAGA

KAARDISTATUD KASUTUSJUHTUM	POLIITIKAEESMÄRK	MEEDE JA TEGEVUSED
8.1 Automatiseeritud keskkonnaseire reaajas	Eesmärk 2: Rohelisem Eesti tänu säästlikule energiatarbimisele	Kliima-eesmärkide elluviimine, välisõhu kaitse ja kiirgusohutus läbi õhukvaliteedi seirevõrgustiku arendamise ja täiendamise
5.1 Drooniparvede ja sensorite rakendamine päästetöodes 5.2 Tarkade sidelahenduste rakendamine hädaolukorras	Eesmärk 2: Rohelisem Eesti läbi kliimamuutustega kohanemise ja valmisoleku tõstmise läbi	Ennetava ja turvalise elukeskkonna kujundamine ning kiire ja asjatundliku sisejulgeoleku kindlustamine tänu päästevõimekuse suurendamisele
2.3 Sadamate tegevuse juhtimine ning hooldus	Eesmärk 2: Rohelisem Eesti läbi kliimamuutustega kohanemise ja valmisoleku tõstmise läbi	Kvaliteetse ja ohutu taristu tagamine läbi sadamaakvatooriumite kaitse

KAARDISTATUD KASUTUSJUHTUM	POLIITIKAEESMÄRK	MEEDE JA TEGEVUSED
4.1 Targad transpordisüsteemid 4.2 Linnakeskkonna haldamine	Eesmärk 2: Rohelisem Eesti tänu suuremate linnapiirkondade säästvale liiklusele	Liikuvuse korraldamine, ühistranspordi, sõlmpunktide ning reaalajaliste tabloode arendamise läbi
2.1 Autonoomsed sõidukid 2.2 Tark raudteetaristu haldamine ja uue ajastu teenusepakkumine rongides	Eesmärk 3: Ühendatum Eesti tänu keskkonnasäästlikule transpordile	Liikuvuse korraldamine ning ohutu ja kvaliteetse taristu loomine läbi raudtee rekonstrueerimise, arendamise (Rail Baltic) ning elektrifitseerimise
4.2 Linnakeskkonna haldamine	Eesmärk 5: Inimestele lähedasem Eesti tänu linnapiirkondade arengule	Regionaalarengu tagamine läbi linnapiirkondade arendamise sh targa linna pilootprojektide läbiviimine

KOKKUVÕTE

Civitta Eesti AS koostöös Tallinna Tehnikaülikooliga viis Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi tellimusel läbi **5G teenuste kasutusjuhtude tuvastamise uuringu**. Selle eesmärgiks oli kaardistada Eesti 5G võrgu kasutusvaldkonnad ning – juhtumid, et luua eeldused uute struktuurivahendite meetmete kavandamiseks valdkondades, kus on 5G rakendamisest näha selget valdkonna arengut toetavat perspektiivi.

Uuringu fookusesse kuulusid **kaheksa valdkonda**:

- digikultuur
- ühendatud mobiilsus
- tööstus
- siseturvalisus
- targad linnad, piirkonnad ja kogukonnad
- keskkond
- energeetika
- põllumajandus

Vastavalt lähteülesandele kaardistati igas valdkonnas 5G kasutamise potentsiaaliga kasutusjuhtumid ning anti valdkondade põhiselt ülevaade järgmistel teemadel:

- valdkonna prioriteetsed kasutusjuhtumid ja nende ellukutsumisel potentsiaalselt avalduv mõju
- kasutusjuhtumite hetkeolukord (*as-is*) ja tulevikuväljavaade (*to-be*)
- kasutusjuhtumite väärtusahelad ja seotud osapooled
- majanduslik ning tehniline teostatavus, muuhulgas eeldatavad tehnilised nõuded
- majanduslik ning sotsiaalne mõju

Uuringu läbiviimise meetodilise lähenemise keskmeks oli dokumendianalüüs ja intervjuud valdkonnaorganisatsioonide esindajaga. Dokumendianalüüsi põhjal kaardistati potentsiaalsed 5G kasutusjuhtumid nimetatud kaheksa valdkonna kohta, et kasutada tulemeid lähtekohana intervjuudel valdkonnaorganisatsioonide esindajatega. Kokku viidi läbi 31 intervjuud erinevate organisatsioonide esindajatega, mille tulemusel kaardistati Eestis rakendamise potentsiaali omavad 5G teenuste kasutusjuhtumid, nende võimalik mõju ja tehnilised nõuded. Esmaseid tulemusi potentsiaalsete kasutusjuhtumite, nende mõjuhinnangute ja tehniliste nõuete osas kooskõlastati sideettevõtetega ning koos uuringu järelduste ja soovitustega arutati ka valdkonna ekspertide ning huvirühmadega valideerimisseminari käigus.

Uuringu tulemusel tuvastati kaheksas valdkonnas 21 erinevat potentsiaalset 5G-l põhinevat kasutusjuhtumit. Kõigi kaardistatud kasutusjuhtumite puhul hinnati avalikku valdkondliku mõju, 5G võrgu vajadust kasutusjuhtumi ellukutsumiseks ning küpsusastet (kas teenus on ellukutsutav 3-5 või 5-10 aasta perspektiivis). Lähtuvalt avaliku valdkondliku mõju hinnangust tuvastati igas valdkonnas kuni kaks suurema potentsiaaliga kasutusjuhtumit. Joonis 11 kujutab kaardistatud kasutusjuhtumeid, kus igas valdkonnas on eristatud suurema potentsiaaliga kasutusjuhtumid, mida uuringu käigus analüüsiti põhjalikumalt.

JOONIS 11. UURINGU KÄIGUS KAARDISTATUD KASUTUSJUHTUMID⁴⁶



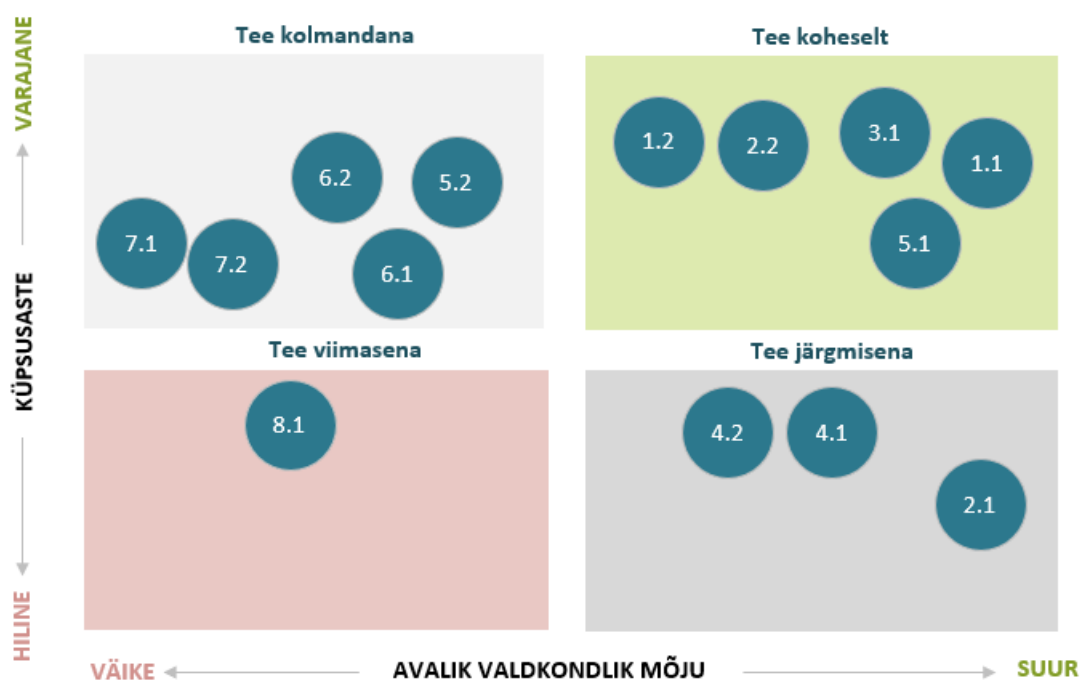
Kaardistatud kasutusjuhtumite mõjuhinnangute põhjal koostati prioriteetsuse maatriksid, et tuvastada suurema avaliku valdkondliku mõjuga kasutusjuhtumid, mida oleks võimalik küpsusastme põhjal 3-5 aasta jooksul ellu kutsuda. Seega on tegemist kasutusjuhtumitega, mille ellukutsumine peaks olema esimene prioriteet. **Prioriteetsete kasutusjuhtumite hulka kuuluvad** (Joonis 12):

- meedia edastamine (1.1)
- liitreaalsuse lahendused kultuuris (1.2)
- tööstusprotsesside tark optimeerimine ning juhtimine (3.1)
- autonoomsed sõidukid (2.1)
- drooniparvede ja sensorite rakendamine päästeoperatsioonides (5.1)

Sellest lähtuvalt on nende kasutusjuhtumite alusel prioriteetsemad valdkonnad **digikultuur, tööstus, ühendatud mobiilsus ja siseturvalisus**.

⁴⁶ Halliga on märgitud väiksema avaliku valdkondliku mõjuga kasutusjuhtumid, mida ei analüüsitud uuringu käigus detailselt.

JONIS 12. SUURE POTENTSIAALIGA KASUTUSJUHTUMITE MAATRIKS KÜPSUSASTME JA AVALIKU MÕJU VAATEST



Uuringu käigus tuvastatud kasutusjuhtumite edukaks ellukutsumist mõjutavad muuhulgas valdkondadeüleised tegurid, millega on oluline arvestada 5G võrgu arendamisel ja poliitikameetmete kujundamisel. Need hõlmavad keskkonnamõju avaldumist, infoturbe nõuetega arvestamist ja kaugemates piirkondades traadita püsiühenduse tehnoloogia kasutuselevõttu.

Võttes arvesse nii tuvastatud kasutusjuhtumeid, nende sisu ja nõudeid kui ka valdkondadeüleseid tegureid töötati uuringu tulemusel välja **poliitikasoovitused 5G võrgu ja teenuste arendamiseks**.

- **Tehnilised nõuded arendatavale võrgule** | Vaatamata kasutusjuhtumite poolt 5G võrgule seatavate tehniliste nõuete erinevustele peab ühtne arendatav võrk toetama kõikide teenuste osutamist. Seetõttu on vajalik arvestada kõrgeimate tehniliste nõuetega. See hõlmab **1-10 Gbitt/s** ulatuvaid **andmeedastuse kiiruseid** ja madalat **latentsust (1-5 ms)** väikest hilistusaega nõudvate teenuste toimimiseks. Lisaks on vajalik **kõrgkäideldavus (99,99%)**, eriti kriitilise tähtsusega teenuste (nt elutähtsad või kõrge riskiastmega teenused) toimimiseks.
- **Võrgu arendamine geograafilisest vaatest** | Uuringu raames kaardistatud suure avaliku mõju ning varase küpsusastmega kasutusjuhtumite põhiseid teenuseid on soovitatav esmajärjekorras hakata osutama suurema nõudlusega piirkondades – **elu- ja ettevõtluspiirkondades ning transpordikoridorides**. See on kooskõlas ka Eesti 5G teekaardiga aastani 2025. Pikemas perspektiivis peavad teenused olema kättesaadavad üle-eestiliselt kõigile lõpptarbijatele, kuid selle eelduses on laialdane 5G levi, mis poleks majanduslikult tasuv väikse tarbijate arvu juures.
- **Investeeringuvajadus** | 5G põhiste teenuste ellukutsumine nõuab investeeringud kolmes valdkonnas: infrastruktuuri arendamine, teenuste arendamine ning teadlikkuse ja kompetentsi kasvatamine. Võimalikud toetused taristu ehitamiseks ning teenuste arendamiseks võimaldavad saavutada kiiremat tasuvust kõigile osapooltele ning innustavad läbi viima teadus- ja arendustegevusi, mis omakorda soodustab innovatsiooni.
- **Toetusvõimalused 2021-2027 rahastamiskavast** | Suur osa kaardistatud kasutusjuhtumitest on seotud Eesti Vabariigi Valitsuse välisrahastuse rahastamiskavaga, mis toetab Euroopa Liidu

üheteuuluvuspoliitika raames loodud meetmetega Eesti poliitikaeesmäärke saavutamist. Kõige tähtsam toetusmeede on eraldiseisev **64,7 mln** euro suurune toetus **kiire interneti ühenduvuse parandamiseks**, mis muuhulgas hõlmab endas toetuseid **5G leviala tagamiseks transpordikoridoridel ning elu- ja ettevõtluspiirkondades**. Oluline on kasutusjuhtumitega haakuvate toetusmeetmete puhul tagada võimalus ka 5G põhiste teenuste ja kasutusjuhtumite ellukutsumisega seotud arendustegevuste toetamiseks.

LISAD

LISA 1. UURINGU LÄBIVIIMISE METOODIKA

Uuringu keskmes oli 5G teenuste kasutusjuhtumite tuvastamine kaheksa analüüsivaldkonna lõikes keskendudes suurema avaliku mõjuga kasutusjuhtumitele. Lähtudes projekti eesmärgist ja lähteülesandes esitatud uurimisülesannetest töötati välja metoodiline lähenemine, mille fookuses oli kasutusjuhtumite hetkeolukorra ja tulevikuvisioni kirjeldamine. Sellesse panustasid kõik projekti raames teostatud tegevused:

- dokumendianalüüsi
- teaduskirjanduse analüüsi
- intervjuusid valdkonna organisatsioonidega
- intervjuusid kolme peamise sideettevõttega

DOKUMENDI- JA TEADUSKIRJANDUSE ANALÜÜS

Esimese tegevusena viidi läbi dokumendianalüüs, mille eesmärk oli kujundada ülevaade potentsiaalsetest 5G kasutusvõimalustest teaduskirjanduse, uuringute, turuanalüüside, Euroopa Liidu regulatsioonide ja muude asjakohaste dokumentide põhjal. Dokumendianalüüsi käigus käsitletud materjalid olid kooskõlas Euroopa Liidu ja Eesti 5G alaste regulatsioonide ja poliitikadokumentidega (sh *Eesti 5G teekaart aastani 2025*⁴⁷ ning *5G for Europe Action Plan*). **Dokumendianalüüsi tulemusel moodustuv ülevaade oli:**

- aluseks potentsiaalsete kasutusvaldkondade kaardistamisele ja samuti teenuste tulevikuvisioni kujundamisele
- sisend intervjuude ankeedi koostamiseks
- lähtekohaks eeldatava majandusliku ja sotsiaalse mõju kirjeldamiseks
- üheks aluseks uuringu lõplike järelduste formuleerimisel ja soovitude väljatöötamisel

INTERVJUUDE VALDKONNAORGANISATSIOONIDEGA

Kaheksa analüüsi fookuses oleva valdkonnaorganisatsiooni esindajate intervjuude läbiviimise peamiseks eesmärgiks oli kaardistada teenuste hetkeolukorda, tuvastada 5G baasil teenuste kasutusjuhtumite ellukutsumine tulevane potentsiaal ning valideerida dokumendi- ja teaduskirjanduse analüüsi tulemusena kaardistatud perspektiivseid 5G kasutusvõimalusi. Intervjuude tulemusi üldistades ja sünteesides koostati teenuste hetkeolukorra ja tulevikuvisioni kirjeldused, mis annavad ülevaate 5G põhiste teenuste kasutusjuhtumite ellukutsumiseks Eestis.

Intervjuude läbiviimiseks kasutati poolstruktureeritud ankeeti, mis sisaldas kõiki põhilisi teemasid ja küsimusi ning võimaldas küsida edasiviivaid küsimusi lähtudes intervjuueeritavate eelnevatest vastustest või vajadusel loobuda osade küsimuste küsimisest.

Intervjuuankeet käsitles järgmisi teemasid: (vt. Lisa 3. *Valdkonnaorganisatsioonide intervjuuankeet*)

- teenuse kasutusjuhtumi kirjeldus
- teostatavus ja mõju
- tehnilised nõuded

⁴⁷ Eesti 5G teekaart aastani 2025, 2019. Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium. [<link>](#)

- teenuse kasutusjuhtumi ellukutsumine

Kokku viidi uuringu käigus läbi **31 intervjuud** kaheksa valdkonnaorganisatsiooniga (Tabel 38).

TABEL 38. INTERVJUEERITAVAD VALDKONNAORGANISATSIOONID (SH INTERVJUUDE TOIMUMISAEG)

VALDKOND	INTERVJUEERITAV
DIGIKULTUUR	<ul style="list-style-type: none"> • Kultuuriministeerium – 02.02.2021 • Balti Filmi- ja Meediakool – 13.01.2021 • Levira AS – 11.01.2021 • Eesti Rahvusringhääling – 17.12.2021 • Eesti Lairiba Arendamise SA – 21.12.2021 • Postimees Grupp – 21.12.2020 • Eesti Rahvusraamatukogu – 07.01.2021
KESKKOND	<ul style="list-style-type: none"> • Keskkonnaministeerium – 03.02.2021 • Keskkonnaministeeriumi Infotehnoloogiakeskus – 03.02.2021
ENERGEETIKA	<ul style="list-style-type: none"> • Eesti Energia AS – 09.02.2021 • Majandus-ja Kommunikatsiooniministeeriumi energeetika osakond – 26.01.2021
TARGAD LINNAD, PIIRKONNAD JA KOGUKONNAD	<ul style="list-style-type: none"> • Tallinna Linnavalitsus – 21.02.2021 • Tartu Linnavalitsus – 25.01.2021
TÖÖSTUS	<ul style="list-style-type: none"> • SA Ida-Viru Tööstusalad – 28.01.2021 • Majandus-ja Kommunikatsiooniministeeriumi tööstusosakond – 15.01.2021 • Masintööstuse Liit – 29.01.2021 • Infotehnoloogia ja Telekommunikatsiooni Liit – 22.01.2021 • Elektroonikatööstuse Liit – 22.01.2021 • Cleveron AS – 02.02.2021
ÜHENDATUD MOBIILSUS	<ul style="list-style-type: none"> • Transpordiamet (endine Maanteeamet) – 13.01.2021 • Eesti Raudtee – 12.01.2021 • Tallinna Sadam – 15.01.2021 • OÜ Rail Baltic Estonia – 14.01.2021 • Milrem AS – 02.02.2021
SISETURVALISUS	<ul style="list-style-type: none"> • Päästeamet – 21.02.2021 • Häirekeskus – 22.01.2021 • Politsei-ja Piirivalveamet – 03.02.2021 • Majandus-ja Kommunikatsiooniministeeriumi siseturvalisuse osakond – 05.02.2021
PÕLLUMAJANDUS	<ul style="list-style-type: none"> • Põllumajandus-ja Toiduamet – 02.02.2021 • Põllumajanduse Registrate ja Informatsiooni Amet – 25.02.2021

INTERVJUUD SIDEETTEVÕTETEGA

Täiendavalt viidi läbi ka intervjuud sideettevõtetega, mille eesmärk oli valideerida kaardistatud kasutusjuhtumite potentsiaal ning sideettevõtete roll teenuste väärtusahelas. Kuivõrd sideettevõtted

on otsene seos uue 5G taristu arendamisega, oli lisaeesmärgiks valideerida võrgule seatud tehnilised nõuded ning taristu arendamise ja ehitamise protsess üle Eesti.

Intervjuude läbiviimiseks kasutati poolstruktureeritud ankeeti, mis käsitles järgmisi teemasid (vt. Lisa 4. *Sideettevõtete intervjuuankeet*):

- Kasutusjuhtumite mõjuhinnangute valideerimine
- Teostatavuse ning küpsusastme hinnangute valideerimine
- 5G võrgu arendamise protsess koos edasise tegevuskavaga

Kokku viidi läbi **kolm intervjuud**:

- Telia Eesti AS – 18.03.2021
- Tele2 Eesti AS – 16.03.2021
- Elisa Eesti AS – 23.03.2021

LISA 2. TÄIENDAVATE KASUTUSJUHTUMITE KIRJELDUSED

LISA 2.1 DIGIKULTUUR: KULTUURIPÄRANDI SÄILITAMINE LÄBI DIGITALISEERIMISE JA ANDMEVAHETUSE

Hetkeolukord	Tulevikuvision
<p>Aastas digitaliseeritakse ligi miljon lehekülge kultuuripärandiga seotud materjale. Need salvestatakse arhiivi, kus on nendele vajadusel juurdepääs, kuid avatud ligipääs andmetele puudub ja andmeid vastavalt kolmandate osapoolte tellimusele. Tänapäevaste lahenduste juures on andmevahetus keeruline ja aeganõudev.</p>	<p>Uute lahenduste abil on võimalik tekitada ühtne andmete arhiiv, kus vajalike materjalide edastamine toimub lihtsamini ning kiiremini. Kuivõrd Rahvusraamatukogu renoveeritud hoone arendamisesse on planeeritud 5G tugi üle terve kompleksi, mis loob võimaluse erinevaid 5G põhiseid teenuseid piloteerida.</p> <p>Tehnilised nõuded: Andmeedastusmahud peavad olema võimalikult suured (>10 Gbitt/s)</p> <p>Investeeringud: Eeldatavalt 100-300 tuhat eurot</p>

LISA 2.2 ÜHENDATUD MOBIILSUS: SADAMATE TEGEVUSTE JUHTIMINE JA HALDAMINE

Hetkeolukord	Tulevikuvision
<p>Tänapäevaste targa sadama lahendused käivad läbi lokaalse traadita side kohtvõrgu või 4G ühenduse. Sadamaalal liikluse reguleerimine käib automaatselt ning on vajadusel kontrollitav sadamapersonali poolt. Juhtimine hõlmab endas laevade lastimist, ooteridade monitoorimist ning tõkkepuude ja valgusfooride reguleerimist. Lisaks on sadamaoperaatoritel kasutusel kaugloetavad arvestid elektri, gaasi ja kütuse koguste jälgimiseks. Tänapäevaste põhi-probleemiks suurteil sadamate aladel on wifi või 4G piiratud kättesaadavus.</p>	<p>5G võrgu olemasolul on võimalik terve sadama juhtimissüsteem viia ühtsesse võrku, mis muudab protsesse kiiremaks ja efektiivsemaks, tulenevalt süsteemide sõltumatusel sadamatöötajate juhtimisest. Lisaks on väikeste sensorite abil võimalik jälgida infrastruktuuri seisundit (nt tõkkepuude asend, laevade positioneerimine) ning kaide struktuurilist olukorda. Uute lahenduste abil tõuseks ka sadamaalade ohutustase, sest sensorid teavitavad sekkumisvajadusest kiiremini. Efektiivsem liiklus ning ohutum taristu vähendab potentsiaalselt laevade hilinemisi ning muid probleeme.</p> <p>Tehnilised nõuded: Andmeedastusmahud peavad olema võimalikult suured (>10 Gbitt/s) ning teenus peab efektiivseks toimimiseks olema kõrge käideldavusega.</p>

LISA 2.3 ÜHENDATUD MOBIILSUS: LIIKLUSTARISTU SEIRESÜSTEEMIDE VIIMINE 5G VÕRKU

Hetkeolukord	Tulevikuvisioon
Tänapäevased liiklustraristul kasutatavad seiretehnoloogiad põhinevad liiklusvoogude jälgimisel ja fooride automatiseerimisel vastavalt autode ootamisele või kiirusele. Lisaks kasutatakse linnaliiklusele automaatseid loomade seiresüsteeme ka maanteedel, mis annavad autojuhtidele vajadusel vastava hoiatusteavituse. Tänapäevased seirelahendused ei ole lõpuni automatiseeritud ega suutelised vahetama informatsiooni sõidukitega.	Uute 5G põhiste seiresüsteemidega oleks võimalik kogu liikluse haldussüsteemi uuendada. See hõlmaks endas terve liiklustraristu uuendamist ning massiliselt erinevate liiklusmärkide, fooride ja teekattemärgistuse uuendamist ning sensorite ja kaamerate rakendamist liikluskeskkonnas. Tehnilised nõuded: n/a Investeeringud: n/a

LISA 2.4 TÖÖSTUS: LOGISTIKAVÕRGU ARENDAMINE NING VIIMASE MIILI LOGISTIKA JUHTIMINE

Hetkeolukord	Tulevikuvisioon
Tänapäevased viimase miili lahendused on oma olemuselt keerulised – vähe on automatiseeritust ning tarbijal puudub tihti võimalus jälgida saadetiste liikumist. Logistikaahelas on kliendil ülevaade saadetiste liikumisest vastavalt keskustes või sõlmedes registreeritud tegevusele, kuid reaaliajaline jälgimise võimalus puudub. Täpsem logistikavõrk võimaldaks muuta teenuseid kiiremaks, mugavamaks ning kättesaadavamaks.	Uute lahenduste puhul võetakse kasutusele suur hulk väikeseid sensoreid ning tarkvara, mis võimaldavad nii transportijal kui ka lõpptarbijal saada ülevaade toote reaaliajalisest asukohast. Selline lahendus aitab ka transpordiettevõtetel paremini hallata ressursse ning näha reaaliajase tarnesporti ootavate toodete valmidust. Tehnilised nõuded: Põhjalik tarkvaralahendus, mis 5G sensorite informatsiooni haldab ning osapooltele edastab.

LISA 2.5 TARGAD LINNAD, KOGUKONNAD JA PIIRKONNAD: AVALIKUD 5G PUNKTID

Hetkeolukord	Tulevikuvisioon
Täna on külastatavamates avalikes kohtades olemas tasuta avalikult kättesaadav <i>wifi</i> ühendus. Avaliku interneti ligipääsu pakuvad nii kohalikud omavalitsused kui ka erasektori ettevõtted (näiteks kaubanduskeskused). Siiski on tänu suurele kasutusele tihti võrgud ülekoormatud ning teenuse kättesaadavus halb ja aeglane. Uue ülikiire võrgu abil oleks võimalik luua tarbijatele võimalused, kus teenus oleks kergesti kättesaadav ning mugav kasutada.	Koos 5G võrgu arenemisega tekib ka potentsiaal luua suurema külastatavusega avalikesse kohtadesse avalikud 5G punktid. Sarnaselt olemasolevatele tasuta <i>wifi</i> võrkudele saab tarbija kasutada ülikiiret 5G andmesidet ilma isikliku mobiilse andmeside paketi mahutamiseta. Tehnilised nõuded: Andmeedastusmahud peavad olema võimalikult suured (>10 Gbitt/s), et kõik kasutajad saaksid tõrgeteta kasutada.

LISA 2.6 SISETURVALISUS: KÕRGE OHUGA ALADEL SENSORITE RAKENDAMINE

Hetkeolukord	Tulevikuvisioon
<p>Eestis on kaardistatud erinevad kõrge ohuga alad, mille hulka kuuluvad näiteks suvel suure tuleohtlikkusega metsad. Täna puuduvad aga lahendused nende alade monitoorimiseks. Tehakse väljasõite ning ennetavat tööd (tuletegemise keeld jm), et kõrge ohuga aladel metsapõlenguid vältida. Siiski ei ole lahendused piisavad ja igal aastal on teatud piirkondades laiaulatuslikud tulekahjud.</p>	<p>Uute lahenduse abil oleks võimalik saada parem ülevaade kõrge ohuga aladel toimuvast. Kasutusjuhtum eeldaks suure hulga sensorite paigaldamist, mis mõõdaksid näiteks temperatuuri või CO₂ taset, mille abil oleks võimalik operatiivselt põlengut tuvastada ja likvideerida. Lisaks metsadele oleks võimalik sarnaseid sensoreid paigaldada ka kaevandustesse või karjääridesse, et mõõta pinnase liikumist ning potentsiaalsetest ohtudest teavitavad.</p> <p>Tehnilised nõuded: Sensorid töötavad passiivselt ning ei nõua suuri andmemahutusi ega latentsust.</p> <p>Eeldused: Eeldab 5G teenuse toimimist kõigil kõrge ohuga aladel.</p>

LISA 2.7 PÕLLUMAJANDUS: AUTONOOMSED PÕLLUMASINAD

Hetkeolukord	Tulevikuvisioon
<p>Kaasaegsed põllumasinad on varustatud satelliitseadmetega, mis positsioneerivad masinaid põldudel ja võimaldavad sõita autopiloodil. Siiski peab kabiinis olema juht, kes võtab automaatprotsessi vajadusel üle. Satelliitlahendused on efektiivsed, kuid ettevõtjatele kallid ja töötavad vaid teatud masinatega. Siiski toetavad tänased lahendused ainult masina liikumist ja positsioneerimist, mistõttu põllu-tegevuste jaoks vajalikud tegevused peab siiski tegema masina operaator.</p>	<p>Protsesside kiirendamiseks ja kuluefektiivsuse saavutamiseks oleks 5G abil võimalik sarnaselt muudele sõidukitele muuta ka põllumasinad autonoomseks. Autonoomsed põllumasinad suudaksid ennast ise põldudel positsioneerida ning viia läbi vajalikke tegevusi. Autonoomsete masinate kasutuselevõtt nõuab kõrgetele nõuetele vastavat 5G võrku, mis levib kõikjal katkestusteta. Antud lahendus muudaks põllumajandusettevõtete igapäevased tööd lihtsamaks ning aitaks säästa kulusid.</p> <p>Tehnilised nõuded: Andmeedastusmahud peavad olema võimalikult suured (>10 Gbitt/s) ning latentsus võimalikult madal (1-5ms).</p> <p>Investeeringud: Investeeringuid autonoomsetesse 5G võimekusega masinatesse ulatuvad mitmesaja tuhande euroni.</p>

LISA 3. VALDKONNAORGANISATSIOONIDE INTERVJUUANKEET

SISSEJUHATAV KÜSIMUS

1. Milliseid mobiilsel andmesidel põhinevaid digitaalseid lahendusi kasutatakse täna antud valdkonnas?

TÄNASED KASUTUSJUHUD

2. Millised täna kasutatavaid digitaalseid teenuseid ja lahendusi oleks 5G abil võimalik edasi arendada või parendada?
3. Millised võimalused esinevad 5G baasil tänaste teenuste ja lahenduste edasi arendamiseks?
 - a. Mis eelised edasi arendamisega avalduksid?
 - b. Millised täna esinevaid kitsaskohti oleks seeläbi võimalik ületada?
4. Milliseid valdkonnapõhiseid kasutusjuhtusid on testitud või piloteeritud teistes riikides?
5. Kes on tänase kasutusjuhtumi väärtusahela osapooled (omanik, kasutaja ning lõppkasusaajad, ja teised seotud osapooled)?

TULEVASED KASUTUSJUHTUMID

Kui intervjueeritaval on:

- Hea teadlikkus 5G võimalustest valdkonnas, siis alustatakse üldistest küsimustest võimalike kasutusjuhtumite korral ja lõpus tuuakse näiteid dokumendialüüsi põhjal kaardistatud konkreetse valdkonna kasutusjuhtumistest, et hinnata nende rakendamise potentsiaali Eestis.
- Kesine teadlikkus 5G võimalustest valdkonnas, alustatakse dokumendialüüsi põhjal kaardistatud kasutusjuhtumite tutvustamisest ning palutakse hinnata, et milliste rakendamisel Eestis nähakse potentsiaali. Lõpetuseks küsitakse, et nad nende näitel tekiks intervjueeritaval veel mõtteid võimalike kasutusjuhtumite kohta.

TEADLIK	MITTE-TEADLIK
6a. Millised 5G kasutusvõimalused esinevad antud valdkonnas?	6b. Oleme taustanalüüsi käigus tuvastanud valdkonnas järgmisi 5G põhiseid kasutusjuhtumeid: ... (loetakse taustanalüüsi kaardistuse põhjal tuvastatud kasutusjuhtumeid). Millised nendest omaks teie hinnangul rakendamise potentsiaali Eestis?
7a. Milliseid potentsiaalseid arenguvõimalusi, sh teenuseid näete 5G kasutuselevõtmisega, mis täiendaksid või arendaksid edasi hetkelahendusi?	7b. Eelnevate näidetel, kas Eestis oleks veel võimalike kasutusjuhtumeid valdkonnas, mida annab 5G-ga ellu kutsuda?
8a. Oleme taustanalüüsi käigus tuvastanud valdkonnas järgmisi 5G	8b. Milliseid potentsiaalseid arenguvõimalusi, sh teenuseid näete 5G

TEADLIK	MITTE-TEADLIK
<p>põhiseid kasutusjuhtumeid: ... (loetakse taustaanalüüsi kaardistuse põhjal tuvastatud kasutusjuhtumeid)(Vt Lisa 5). Millised nendest omaks teie hinnangul rakendamise potentsiaali Eestis?</p>	<p>kasutuselevõtmisega, mis täiendaksid või arendaksid edasi hetkelahendusi?</p>

MÕJU

9. Millised nendest kasutusjuhtudest omavad suuremat valdkondlikku mõju? Miks? Hinnates skaalal 0-5, kus 0 on puuduv valdkondlik mõju ning 5 on suur valdkondlik mõju, kuidas hindaksite nende kasutusjuhtude valdkondlik mõju?
10. Milline on uute lahenduste sotsiaalne ning majanduslik mõju:
 - a. Valdkonna sees?
 - b. Väljapoole valdkonda?
11. Millised uutest lahendustest on äärmiselt vajalikud valdkonna arenguks ning millised annavad vähem lisaväärtust ning on pigem teisejärgulised? Millised uutest lahendustest nõuavad 5G olemasolu?
12. Kas arendatavad 5G-põhised lahendused omavad kasutuspotentsiaali ka teistes valdkondades?

TEOSTATAVUS

13. Kes oleks tulevase 5G-põhise kasutusjuhtumi väärtusahela osapooled (omanik, kasutaja ning lõppkasusaajad)?
14. Kui vastuvõtlik on antud valdkond (k.a lõppkasutajad) potentsiaalse teenusjuhtumi kasutusele võtmisele?
15. Milliseks hindate kasutusjuhtumi teostatavust antud valdkonnas? (kui 5g taristu oleks olemas)
 - a. Majanduslikku teostatavust?
 - b. Tehnilist teostatavust?
16. Milliseid muudatusi tuleb teha 5G lahenduse kasutuselevõtmisega/ arendamisega (struktuurilised muudatused jms)?
17. Milliseks hindate uute lahenduse juurutamise võimalikkust olemasolevatesse süsteemidesse, lahendustesse või personali?
18. Milliseid investeeringuid eeldab kasutusjuhtumi ellukutsumine? Kui suur võiks olla koguinvesteering kasutusjuhtumi ellu kutsumiseks?

NÕUDED

19. Millised on nõuded:
 - a. Andmeedastamise mahule ajaühikus (tunnis, kuus)?
 - b. Kiirusele?
 - alla 100 kbitt/s
 - 100 kbitt/s-5 Mbitt/s

- 5 Mbitt/s-50 Mbitt/s
 - 50 Mbitt/s-300 Mbitt/s
 - 300 Mbitt/s-1 Gbitt/s
 - 1 Gbitt/s-10 Gbitt/s
- c. Latentsusele?
- 1 ms-5 ms
 - 5 ms-10 ms
 - 10 ms-100 ms
 - Pole oluline
- d. Kättesaadavusele ja stabiilsusele?
- Ei ole kriitiline <95%
 - Üle 95%
- e. Milline on prognoositav seadmete maksimaalne arv ruutkilomeetri kohta?
- f. Kas teenus vajab otsest seadmelt seadmele kommunikatsiooni ilma tugijaama vahenduseta?
- g. Kas teenus vajab kõrgkäideldavust, mis on saavutatud sõltumatute teenusepakkujate 5G taristuid kasutades?
- h. Kas teenus vajab/eeldab privaatselt, kommertsteenusepakkujatest sõltumatu 5G võrgu kasutamist?
- i. Millisesse tehnilisse kategooriasse teie teenus kuulub?
- eMBB (Enhanced Mobile Broadband)
 - URLLC (Ultra reliable and Low Latency Communication)
 - mMTC (Massive Machine Type Communication)
- j. Kas teie valdkonnas eksisteerib regulatsioone või standardeid, mis takistavad 5G teenuste kasutamist? Kui on, siis millised?
- k. Millised eeldused peaksid olema täidetud 5G kasutuslahenduste ellu kutsumiseks?
- l. Millised muutused peaksid valdkonnas aset leidma, loomaks 5G arengule soodsaid tingimusi?

TEENUSE KASUTUSJUHU ELLUKUTSUMINE

20. Milline on hetkeolukorra tehniline valmidus 5G-põhiste lahenduste ellukutsumiseks?
21. Mis oleks eeldatav ajaraamistik teenuse ellukutsumiseks?
22. Milliseid tehnilisi uuendusi on vaja läbi viia, et saavutada tehnoloogiline valmidus kasutusjuhtumi ellukutsumiseks?
- a. Millised tegevused on vaja ellu viia järgneva (2-3 aasta) perioodi jooksul, et tagada edukas ellukutsumine?
23. Millised õiguslikud ja/või regulatiivsed piirangud esinevad 5G teenuste ellukutsumisel?
24. Millised turvalisusega seotud riskid võivad esineda 5G põhiste teenuste kasutusele võtmisega? Kuidas maandada turvalisusega seonduvaid riske?
25. Millised tegurid piiravad arenguvõimaluste realiseerimist ja kasutusjuhtumite ellukutsumist? Näiteks: rahastamise puudumine, riigipoolse toetuse puudumine,

kompetentsi puudumine, tehnilise valmisoleku puudumine, digitaalse infrastruktuuri (baasinfra puudumine), teenuste arendamise toetuste puudumine.

26. Milliseid täiendavaid aspekte peate oluliseks oma 5G teenuste kasutuselevõtmisel (nt ökoloogiline jalajälg)?

LISA 4. SIDEETTEVÕTETE INTERVJUUANKEET

SISSEJUHATUS

1. Milliseid 5G pilootprojekte olete läbi viinud või kavandamas?
2. Milline on sideettevõtte 5G võrgu arendamise tegevuskava järgnevateks aastateks?
3. Milliseid uusi tooteid ja teenuseid plaanitakse 5G baasil arendada ja turule tuua?

TULEVASED KASUTUSJUHTUMID NING MÕJU

Tutvustati valdkondade esindajate intervjuude käigus tuvastatud prioriteetsemaid valdkondlike kasutusjuhtumeid ning mõju ja küpsusastme hinnanguid, et saada intervjuueeritava tagasisidet.

4. Millised teenused omavad teie hinnangul nimetatutest kõige suuremat avalikku mõju? Miks?
5. Millises valdkonnas võiks 5G põhiste kasutusjuhtumite teke olla kõige varasem?
6. Millistes valdkondades näete kõige suuremat potentsiaali pikas perspektiivis?
7. Millised uutest lahendustest nõuavad 5G olemasolu eelisjärjekorras?
8. Milline on sideettevõtte roll nende kasutusjuhtumite ellukutsumisel?
9. Kas nimetatud kasutusjuhtumite ellukutsumine muudab kuidagi võrgu arendamise protsessi? Kuidas?
10. Kas mõni kasutusjuhtum eeldab teistsugust võrgu konfiguratsiooni või lahendust, mis praegusest erineb?

TEOSTATAVUS JA TEHNILISED NÕUDED

11. Kas 5G lahenduste puhul tekivad ka muutused teie väärtusahelas, kui jah, siis millised?
12. Mis on hetkel takistavateks faktoriteks 5G arendamisel? Milliseid muudatusi tuleb teha 5G kasutuselevõtmisega?
13. Kas 5G võrgu väljaehitamisel seatakse prioriteete erinevate võrgu funktsioonide arendamisele?
14. Kui suuri ja milliseid investeeringuid eeldab 5G ellukutsumine nii terve võrgu kui potentsiaalsete teenuste arendamise vaatest?

TEHNILISED NÕUDED

15. Milline on planeeritava võrgu tehniline suutlikkus:
 - a. Andmeedastamisele mahule ajaühikus?
 - b. Kiirusele?
 - c. Latentsusele?
 - d. Käideldavusele (<95%, >95%)?
 - e. Milline on prognoositav seadmete arv ruutkilomeetri kohta/ kui tihedalt tuleb maste/antenne rajada?
16. Millised täiendavad eeldused peavad olema täidetud 5G võimekuse loomiseks Eestis?

5G VÕRGU ARENDAMINE

17. Mis võiks olla eeldatava ajaraamistik 5G võrgu ja sellel tuginevate teenuste arendamiseks?
18. Kas võrgu arendamisel tehakse koostööd või ühiseid investeeringuid koos teiste sideettevõtetega?

19. Millised riskid võivad tekkida võrgu arendamisel (turvalisus, andmekaitse, haldus, äri)?
20. Millised tegurid piiravad võrgu arendamist (rahastamine, riigipoolsed toetused, kompetents, tehniline valmisolek)?
21. Millised riigipoolsed tegevused ja toetused on vajalikud edukaks 5G võrgu arendamiseks ja 5G põhiste kasutusjuhtumite ellu kutsumiseks?
22. Milliseid täiendavaid aspekte peate oluliseks 5G valdkonna arenguks Eestis?

LISA 5. DOKUMENDIANALÜÜSI KÄIGUS TUVASTATUD KASUTUSJUHTUMID

VALDKOND	KASUTUSJUHTUM
DIGIKULTUUR	<ul style="list-style-type: none"> • Riikliku- ja/ või eratelevisiooni edastamine • Televisiooni katkestusteta edastatavusvõimalus transpordikoridorides • VR/AR lahenduste rakendamine turismisektoris
ÜHENDATUD MOBIILSUS	<ul style="list-style-type: none"> • Autonoomsed kaubavedusid tegevad sõidukid • Raudteetrassi õnnetuste ja hooldusvajaduse ennetamine • Targa liikluse lahendus – osapoolte vaheline suhtlus ning liikluskeskkonna jälgimine
TÖÖSTUS	<ul style="list-style-type: none"> • Tööstuse või tööstusala tarneahela kiirendamine (tootmiskiirus ning kvaliteet) • Tööstuse protsesside optimeerimine ja digitaliseerimine: <ul style="list-style-type: none"> • Profülaktiline hooldus • AR hoolduslahendus • Tootmine kui teenus • Autonoomsete transpordiseadmete kasutamine ladudes ja tootmises • Tehniline kontroll dronide abil
TARGAD LINNAD, PIIRKONNAD JA KOGUKONNAD	<ul style="list-style-type: none"> • Linnaliikluse haldus ning targad teed • Nutikad lahendused linnapildis
SISETURVALISUS	<ul style="list-style-type: none"> • Ühiskonna ohuteavitussüsteemi arendamine • Kuritegude vähendamine avalikus ruumis tänu automaatjälgimisele
PÕLLUMAJANDUS	<ul style="list-style-type: none"> • Põllukultuuride kasvatamise seiramine ja andmetest lähtuv protsesside optimeerimine • Loomakasvatuse jälgimislahendused tervisliku seisundi jälgimiseks
ENERGEETIKA	<ul style="list-style-type: none"> • Kaugloetavad tarbimisarvestite kaudu tarbimisharjumuste ning nõudluse jälgimine • Taastuvenergia tootmise kiire ja täpne kaugjälgimine • Iseparanev ja taastuv nutivõrk
KESKKOND	<ul style="list-style-type: none"> • Keskkonnaressursside kasutuse efektiivsus ning uurimine • Reaalajas keskkonnaseire merereostuse või metsatulekahjude korral • Toidu äraviskamise vähendamine läbi tarbimisahela optimeerimise

DOKUMENDIANALÜÜSI KÄIGUS KASUTATUD ALLIKAD

1. The 5G edge computing value opportunity (KPMG, 2020) [<link>](#)
2. Supporting the implementation of CEF2 Digital - SMART (European Commission, 2020) [<link>](#)
3. Threat Landscape for 5G Networks (European Commission, 2019) [<link>](#)
4. Encouraging 5G Investment (KPMG, 2019) [<link>](#)
5. Converging 5G and IoT: a faster path to smart manufacturing (KPMG, 2019) [<link>](#)
6. Unlocking the benefits of 5G for enterprise customers (KPMG, 2019) [<link>](#)
7. 5G Will Take a Different Kind of Launch (BCG, 2019) [<link>](#)
8. The promise of 5G (PwC, 2018) [<link>](#)
9. Why 5G cannot succeed without a small cell revolution (PwC, 2018) [<link>](#)
10. If you do not trust your 5G vision, how will your customers trust you? (EY, 2020) [<link>](#)
11. Private 5G networks: Enterprise untethered (Deloitte, 2019) [<link>](#)
12. Risk, Reward and ROI: The Case for More Aggressive 5G Deployment (Bain, 2019) [<link>](#)
13. Why the 5G Pessimists Are Wrong (Bain, 2018) [<link>](#)
14. Cutting through the 5G hype: Survey shows telcos' nuanced views (McKinsey & Company, 2019) [<link>](#)
15. Nokia 5G Use-Case E-Book
16. 10 Ways In Which 5G Could Transform The Environment [<link>](#)
17. Are you ready for 5G? (McKinsey & Company, 2018) [<link>](#)
18. 5G Use Cases: Energy & Utilities Sector (Carritech, 2018) [<link>](#)
19. 5G is Coming to Agriculture (AgriTech Tomorrow, 2020) [<link>](#)
20. The fifth element: how 5G is set to revolutionise the railways (Railway Technology, 2020) [<link>](#)