DIGIRIIGI KESKKONNASÕBRALIKKUSE HETKEOLUKORRA JA VÕIMALUSTE ANALÜÜS

Lõpparuanne

Mai 2022

Euroopa Liit
Euroopa Regionaalarengu Fond

Eesti tuleviku heaks

MAJANDUS- JA KOMMUNIKATSIOONI-MINISTEERIUM

Building a better working world

Sisukord

1. Kokkuvõte ja poliitikasoovitused 2
1.1 Kokkuvõte 2
1.2 Poliitikasoovitused 6
2. Sissejuhatus 12
2.1 Projektis rakendatud uurimis- ja analüüsimeetodid 13
2.2 Mõistete ja lühendite sõnastik 17
3. Keskkonnasõbraliku IKT praktikad 19
3.1 IKT keskkonnamõju hindamise raamistikud 19
3.2 Välisriikide kogemused 23
3.3 Erasektori kogemus 27
4. Digiriigi keskkonnamõju hetkeseis 30
4.1 Elutsükli mõju 30
4.1.1 IKT seadmete elutsükkel 32
4.1.2 IKT seadmete energiakasutus 43
4.1.3 Andmekeskused ja pilveteenused 48
4.1.4 Tarkvaralahendused 56
4.1.5 Digiprügi 62
4.2 IT positiivse mõju võimaldajana 65
4.3 Pikaajaline struktuurne mõju 66
4.3.1 Eesti IKT sektori võimalused kestliku digitaliseerimise juhtimiseks kuni 2030 66
Lisa 1 - IT keskuste arvutitöökoha teenust kasutavate asutuste kaardistus (mitteavalik) ..... **Tõrge! Järjehoidjat pole määratletud.**

1. Kokkuvõte ja poliitikasoovitused

Käesoleva analüüsi eesmärgiks on uurida ja analüüsida digitaliseerimise keskkonnamõju Eesti avalikus sektoris ning võimalusi IKT keskkonnamõjude mõõtmiseks, vähendamiseks ning digiriigi kliima- ja keskkonnahoidlikuse suurendamiseks. Tööd teostati Euroopa Liidu struktuuritoetuse toetusskeemi „Infoühiskonna teadlikkuse tõstmine" (Euroopa Regionaalarengu Fond) alt, mida viib ellu Riigi Infosüsteemi Amet.

1.1 Kokkuvõte

IKT keskkonnamõju on rahvusvaheliselt tõusnud teemaks ja vaatluse alla peamiselt seoses üha suureneva andmekeskuste energiatarbimisega. Selle kõrval on veel arvukalt muid IKT valdkonda kuuluvaid komponente, mis omavad suuremat või väiksemat keskkonnajalajälge. Täna moodustab IKT-sektori elektritarbimine u 5-9% maailma kogutarbimisest ja üle 2% koguheitmest.[1] Tegu on arvestatava jalajäljega, mistõttu on asutud välja töötama meetodeid IKT valdkonna keskkonnamõju täpsemaks mõõtmiseks ning nõudeid ja soovitusi selle mõju vähendamiseks (vt ptk 3.1). Kuna IKT valdkond on ise aktiivses arengujärgus, siis on ka selle keskkonnamõju hindamise vahendid pidevalt täienemas.

Käesolev digiriigi uuring keskendus IKT seadmete ja tarkvara tootmise ja kasutamisega seotud keskkonnamõjude hindamisele. IKT kasutamisest ja tööprotsesside digitaliseerimisest tekkivat kasu keskkonnale puudutati vaid põgusalt. Mobiiltelefonid ja muud nutiseadmed ei olnud uuringu osa.

Uuringu fookuses olid avaliku sektori ja kohalike omavalitsuste asutused, ettevõtete praktikaid uuriti vaid võrdlevalt. Uuringu valimisse kuulus 12 avaliku sektori asutust ja 4 kohalikku omavalitsust. Asutusega läbiviidud kvalitatiivsed intervjuud katsid teenistujate arvu poolest u 37% riigi ametiasutustest (vt ka Joonis 3). IKT seadmete elutsükli ja elektrikasutuse analüüsi ulatus oli suurem, kattes u 74% riigiasutustest (keskvalitsuse riigiasutused ja nende valitsemisala ehk hallatavad asutused, vt ka Joonis 5).

Analüüsi kaasati ka 4 kohalikku omavalitusust, mille töötajate arv (u 23 000) moodustas 2021. a andmetel 35% omavalitsussektori töötajate koguarvust (vt ka Joonis 4). IKT seadmete elutsükli ja elektrikasutuse analüüs hõlmas valitud 4 kohaliku omavalitsuse töötajate alamosa, keskendudes vaid omavalitsuse ametnike kasutuses olevatele töökohaseadmetele (vt ka Joonis 6).

IKT keskkonnamõju mõõtmisel on Eestis teerajajaks erasektor, peamiselt finants- ja telekommunikatsiooni valdkonna ettevõtted. Metoodikatest on seni tuginetud peamiselt kasvuhoonegaaside protokolli standardile GHG Protocol Corporate Standard.[2] Standard vaatab organisatsiooni tekitatavat keskkonnajalajälge terviklikult, hõlmates muu hulgas ka IKT vahendeid.

Eesti riigisektor IKT keskkonnajalajälge praegu teadlikult veel ei mõõda, v.a üksikud näited (X-tee, andmekeskuste energiaefektiivsus). Käesolev projekt aitab astuda teadlikumaid samme IKT valdkonna keskkonnasõbralikumaks korraldamiseks, pakkudes vastuseid järgmistele küsimustele:

1) millised on teiste riikide poliitikad ja strateegiad riigi IKT keskkonnamõju ohjamiseks;
2) millised on erasektoris rakendatavad meetmed ja lähenemisviisid IKT keskkonnamõju ohjamiseks;
3) milline on Eesti avalikus sektoris digitaliseerimise keskkonnamõju hetkeolukord;
4) milline on Eesti avalikus sektoris digitaliseerimise keskkonnamõju prognoos/trendid 10 aasta perspektiivis.

Uuringu käigus sai selgeks, et kvantitatiivsed andmed digiriigi keskkonnamõju täpsemaks mõõtmiseks asutustes suuresti puuduvad või ei ole kergesti kättesaadavad ega analüüsitavad. Enim on andmeid olemas kasutatavate

[1] *Euroopa digituleviku kujundamine*. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0067

[2] Carbon Trust, Global e-Sustainability Initiative (2017) *ICT Sector Guidance built on the GHG Protocol Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard*. https://www.ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/GHGP-ICTSG%20-%20ALL%20Chapters.pdf

töökohaseadmete kohta, mille vanus, mudeli nimi jm kirjeldav informatsioon on talletatud asutuste varahaldussüsteemides. IKT seadmete kasutamisest tekkiva keskkonnajalajälje hindamiseks täna andmeid ei koguta, va teenust pakkuvad andmekeskused, kus energiaefektiivsuse mõõtmisega tegeletakse igapäevaselt. Koos töökohaseadmete halduse koondumisega Riigi Info- ja Kommunikatsioonitehnoloogia Keskuse (RIT) ülesandeks tuleks planeerida ka seadmete keskkonnamõju hindamiseks vajalike andmete talletamine.

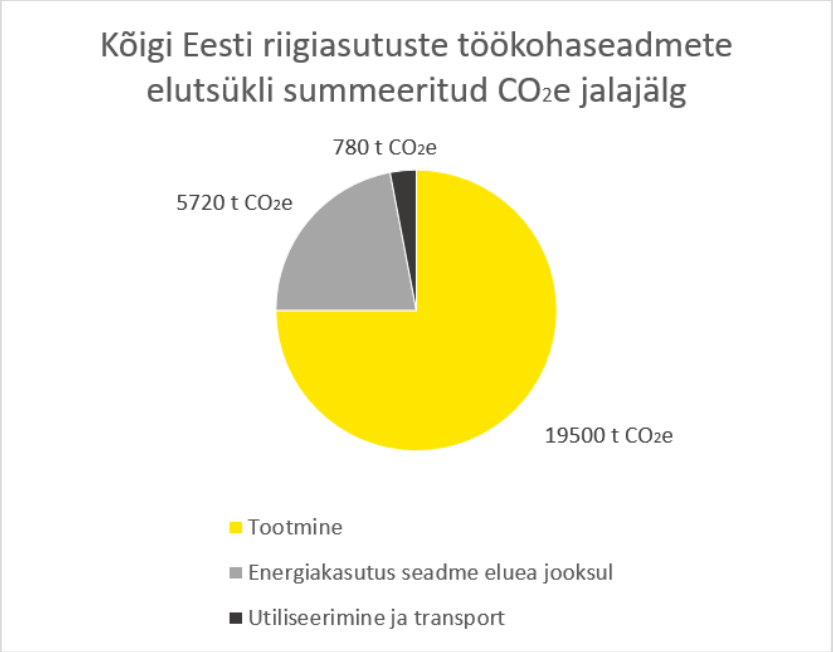
Hinnatavate komponentide osas on uuringu põhijäreldused järgmised:

- **IKT seadmete elutsükkel**

  Digiriigi kõige suurema keskkonnamõjuga komponent on kasutatavad IKT seadmed (serverid, arvutid, monitorid jm seadmed). Seadmete keskkonnajalajälg on kõige suurem tootmisel, hinnanguliselt ¾ seadme kogu jalajäljest. Seadme Eestis kohapeal kasutamise ja utiliseerimise mõju moodustab umbes ¼ seadme tervikjalajäljest. Kuna arvutid toodetakse ja leiavad pärast asutustes kasutamist enamuses taaskasutust väljaspool Eestit, siis kohapealne keskkonnamõju tekib eelkõige seadmete elektrikulust ning vähesel määral ka utiliseerimisest (vt ka ptk 4.1).

  Uuring kogus andmeid IT-keskuste, riigiasutuste ja KOV-ide töökoha seadmepargi kohta, mille põhjal arvutati välja seadmete kumulatiivne õhku paisatavate kasvuhoonegaaside ekvivalentkogus ehk CO_2e kogus (vt ka ptk 4.1).

  Kõigi Eesti **riigiasutuste töökohaseadmete (süle-, lauaarvutid, monitorid) elutsükli mõju summa on 26 000 t CO_2e,** mis tekib kogu seadme kasutusperioodi (4-6 aastat) jooksul. See on võrreldav umbes 5000 kodumajapidamise aastase keskkonnamõjuga või 5 555 diiselauto kasutamisega ühe aasta jooksul, kui läbisõit on 20 000 km aastas (vt ka ptk 4.1.1.3).



Joonis 1. Kõigi Eesti riigiasutuste töökohaseadmete elutsükli CO_2e jalajälg

Valikut keskkonnasäästlikuma tehnika soetamiseks riigis on võimalik suunata riigihangete kaudu. Täna IT taristu hangete keskkonnahoidlikkuse nõuded valikut veel oluliselt ei piira, kuna esitatud nõudeid suudavad täita kõik suuremad ja keskmised tootjad (Lenovo, Dell, HP jt). Nõuetega välistatakse vaid vähemtuntud odavama klassi seadmed. Suurtootjad tegelevad aktiivselt oma toodete keskkonnajalajälje vähendamisega, riigihangete nõuded peaksid nendega sammu pidama ning lähtuma välja töötatavatest EL näidisnõudetest. Keskkonnahoiu hea praktika on mitte valida suurema jõudlusega seadet kui tööks tegelikult vaja on ning kasutada seadet võimalikult pikka aega (vt ka ptk 4.1.1.2).

IKT seadmete rentimine omandisse ostmise asemel on riigis laialt levinud ja plaanis on rendimudeli veelgi laialdasem kasutuselevõtt. Keskkonnahoiu vaatest on rendimudel positiivne, sest kasutatud seadmed ei jää asutusse seisma, vaid leiavad rendiettevõtete kaudu endale kiiresti uued omanikud. Seeläbi pikeneb toote kasulik eluiga ning väheneb selle koond-keskkonnajalajälg (vt ka ptk 4.1.1.2).

- **IKT seadmete energiakasutus**

  Eesti energiatootmise süsinikujalajälg on suur - 89% kogu Eesti heitkogusest tuleb täna energiasektorist (vt ka ptk 4.1.2). See tõstab ka IKT seadmete kasutamise keskkonnajalajälje umbes 2 korda suuremaks seadme tootjate referentsväärtusest, mida on kasutatud keskmise keskkonnajalajälje arvutamisel. Näiteks sülearvuti Dell Latitude 5420 kasutamine 4 aasta jooksul tekitab u 72-96 $kgCO_2e$. See on küll märksa väiksem kui arvuti tootmisega kaasnev heide (309 $kgCO_2e$), kuid mitte marginaalne (vt ka ptk 4.1.2.3).

- **Andmekeskused ja pilveteenused**

  Eesti digiriigis pakub kõige suuremat potentsiaali keskkonnajalajälje vähendamiseks asutusesiseste serverite ja serveriruumide konsolideerimine andmekeskustesse. Telia praktika näitab, et kaasaegses andmekeskuses suudetakse sama teenust pakkuda asutuse serveriruumiga võrreldes oluliselt keskkonnasäästlikumalt. Näiteks vähenes füüsilise ruumi vajadus seadmepargi konsolideerimise käigus 6 korda. Serverites jooksvate teenuste korrastamise tulemusena vähenes kordi ka vajamineva riistvara hulk (vt ka ptk 4.1.3.2). Kuigi RIT-i (RIKS-i) ja Telia andmekeskuste kasutamine on riigisektoris laialt levinud, ei ole majasisesed serverid ja serveriruumid ära kadunud – hiljutise uuringu järgi on oma serveriruumid veel üle 50-l asutusel.[3] RIKS-i ja Telia andmekeskuseid kasutatakse sellega võrreldes oluliselt vähem (vt ka ptk 4.1.3.2).

  Uuring näitab, et riigi **andmekeskuste efektiivsus on** mõnevõrra **madalam** kui erasektori andmekeskuste efektiivsus. RIKS-i andmekeskuseid saab pidada efektiivseks (PUE väärtus 1,35-1,39[4]), kuid see ei ole võrreldav tehnoloogiahiidude efektiivsusega (näiteks Google andmekeskuste keskmine PUE on 1,10). Telia andmekeskuste PUE näit ei ole avalik, kuid asutuste kinnitusel on elektritarbimine sama teenuse puhul Telias väiksem kui RIKS-i andmekeskuses (vt ka ptk 4.1.3.2). Asutusesiseste serveriruumide puhul efektiivsust (nt PUE näitu) reeglina ei mõõdeta ning efektiivsuse tõstmisega aktiivselt ei tegeleta.

  Riigi peamised andmekeskusete teenusepakkujad (RIKS, Telia) juhinduvad energiajuhtimise süsteemist ISO50001,[5] mida auditeeritakse ja mis motiveerib taotlema suuremat efektiivsust.

  Erinevate pilveteenuste, kuid eriti PaaS ja IaaS teenuste (vt ka Joonis 14) kasutus on riigis tagasihoidlik. Seda takistavad näiteks nii andmekaitse reeglid (andmed peavad asuma Eesti territooriumil) kui ka teenuse hind (kuutasu põhine hinnastamine). Riigi pilvelahendusena on kasutusel **Riigipilv**, mille populaarsus võiks keskkonnajalajälje vähendamise eesmärgil olla oluliselt suurem – praegune kasutajate hulk on vaid **5-10% maksimaalsest võimalikust (**vt ka ptk 4.1.3.2).

- **Tarkvaralahendused**

  Tarkvaralahenduste mõju keskkonnale ei ole teiste analüüsitud komponentidega võrreldes suur. Samas mõjutab tarkvara tõhusus otseselt seadmete energiakasutust ja soojenemist, mistõttu tuleks tarkvaralahenduste arhitektuuri planeerides üha enam tähelepanu pöörata ka loodava lahenduse keskkonnamõjule. Eelistada tuleks **modulaarset arhitektuuri**, nt mikroteenustel põhinevaid lahendusi (vt ka ptk 4.1.4.3).

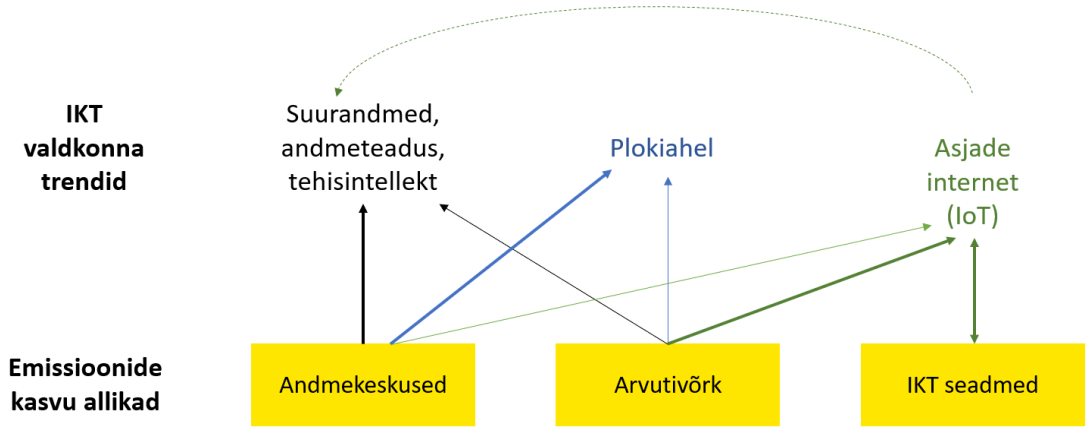
---

[3] PwC (2020) *IKT baasteenuste korrastamise analüüs*. https://www.rahandusministeerium.ee/et/uuringud-ja-analuusid

[4] PUE (*Power Usage Effectiveness*) kirjeldab andmekeskuse energiatarbimise efektiivsust (vt ka ptk 2.2 Mõistete ja lühendite sõnastik)

[5] EVS-EN ISO 50001 *Energiajuhtimissüsteemid. Nõuded koos rakendamisjuhistega*

Tulevikuvaates on oluliseks riskiks uute suure energiatarbega tehnoloogiate kasutuselevõtt (suurandmed, tehisintellekt, asjade internet, plokiahel, krüptovaluuta jmt). Nende rakendamisel asutuste igapäevatöösse tuleks planeerimise ja tehnilise disainiga seotud otsustuskriteeriumite hulka lisada ka keskkonnamõju aspekt.



**Jämedam joon tähistab suuremaid keskkonnariske ja punktiirjoon trendide vahelisi seoseid.*

Joonis 2. IKT trendide mõju kasvuhoonegaaside emissioonide kasvule[6]

- **Digiprügi**

  Digiprügi, ehk kasutult seisvad failid, saab enamasti tähelepanu hoogtööna, digikoristuspäeva raames. Üksikutes riigiasutustes tegeletakse digiprügi kustutamisega regulaarselt kogu aasta jooksul. Andmehalduse põhimõtete juurutamine aitaks vähendada tarbetult seisva info tõhusama haldamisega. Digiprügi keskkonnamõju väljendub peamiselt andmekeskuste või serveriruumide jalajäljes, kus kasutud andmed talletatud on. Võrdluses teiste komponentide keskkonnamõjuga on digiprügi jalajälg väike; see võiks saada osaks andmekeskuste jalajälje vähendamise praktikatest (vt ka ptk 4.1.5.2).

Digiprügi koristamise ja IKT seadmete keskkonnahoidliku kasutamise edukuse võti seisneb inimeste teadlikkuses ja hoiakutes. Uuring ei keskendunud asutuste töötajate suhtumise analüüsimisse, kuid paralleelselt toimunud küsitlus riigiasutuste IT juhtide seas näitas, et **ebapiisavat teadlikkust IT valdkonna negatiivsest keskkonnamõjust** peab oluliseks takistuseks 82% vastanutest.[7]

„Eesti Digiühiskonna arengukava 2030“ poolt seatud rohelise digiriigi eesmärgi saavutamiseks tuleb tegeleda (IT) töötajate keskkonnahoiu alaste hoiakute ja teadlikkuse kujundamisega, täpsustada riistvarahangete nõudeid, konsolideerida enam IT taristut ja teenuseid keskkonnahoidlikesse andmekeskustesse ning perioodiliselt mõõta digiriigi keskkonnamõju.

[6] Freitag, C., Berners-Lee, M., et al. (2021) *The real climate and transformative impact of ICT: A critique of estimates, trends, and regulations*. https://www.cell.com/patterns/fulltext/S2666-3899(21)00188-4

[7] Ülle Kroon (2022) *Keskkonnahoidliku IT rakendamise praktika Eesti avalikus sektoris: hetkeseis ja arenguvõimalused*, magistritöö, Tallinna Ülikool, Digitehnoloogiate instituut.

1.2 Poliitikasoovitused

IKT keskkonnajalajälje mõõtmiseks ja vähendamiseks on võimalik samme astuda iga tasandi otsustajatel ja kasutajatel. Järgnev loend pakub mõned sekkumispunktid (ingl k *intervention points*) ja otsustuskohad, mis võimaldavad positiivseid muutusi esile kutsuda. Poliitikasoovitused on esitatud nende rakendamisel tekkiva mõju suuruse järjekorras, kõige suuremat keskkonnajalajälje vähendamise potentsiaali omavad soovitused on toodud eespool.

Poliitikasoovitus 1: Serverite ja serveriruumide konsolideerimine andmekeskustesse ning andmekeskuste keskkonnasõbralikkuse edendamine

Soovitus: Vähendada asutusesiseste serverite ja serveriruumide keskkonnamõju nende andmekeskustesse konsolideerimise kaudu. Samal ajal tuleb tagada riigi poolt kasutatavate andmekeskuste võimalikult väike keskkonnajalajälg ning andmekeskuste keskkonnajalajälje vähendamise praktikate kestev rakendamine.

Eesmärgi saavutamiseks on soovitatav astuda järgimised sammud:

a) asutuste serveriruumide ja serverite konsolideerimine andmekeskustesse;

b) riigi poolt kasutatavate andmekeskuste puhul ISO 50001 vm samaväärse energiajuhtimise süsteemi rakendamise nõude kehtestamine;

c) andmekeskuse keskkonnatõhususe näitajate regulaarse avaldamise nõude kehtestamine;[8]

d) riigi andmekeskuste efektiivsuse tõstmine uu(t)e andmekeskus(t)e rajamise ja efektiivsetes erasektori andmekeskustes serveriruumide rentimise kaudu;

e) andmekeskuste keskkonnasõbraliku käitlemise jaoks sobivate asukohtade leidmine;

Oodatav tulemus: Tuleks jätkata asutuste majasiseste serverite ja serveriruumide konsolideerimist. Konsolideerimise tulemusena tuleks täna asutuste enda ruumides asuvad serverid ja serveriruumid paigutada kaasaegsetesse, kõrge efektiivsusega ja keskkonnasõbralikesse andmekeskusesse. Konsolideerimisprojekti eeldatavat mõju keskkonnajalajäljele tänaste andmete pealt täpselt ennustada ei ole võimalik, kuna asutused ei mõõda praegu oma serveriruumide efektiisust. Asutusesiseste serveriruumide arvu (üle 50), rahvusvahelise praktika ja Telia poolt läbiviidud konsolideerimisprojekti kogemusele (kus nt füüsilise ruumi vajadus vähenes 6 korda) tuginedes on serverite ja serveriruumide andmekeskustesse konsolideerimise näol tegu kõige olulisema võiduga digiriigi IKT keskkonnamõju vähendamisel.

Serverite ja serveriruumide andmekeskusesse konsolideerimisel on oluline, et andmekeskuse efektiivsus oleks võimalikult kõrge ja seda tõendavad näitajad avalikustatud. Avaliku sektori poolt kasutatavatelt andmekeskustelt on soovitatav nõuda ISO 50001 vm samaväärse energiajuhtimise süsteemi rakendamist, muutes keskkonna jalajäljega tegelemise osaks organisatsiooni äriprotsessist. Riigile teenuse pakkujad (RIKS, Telia) rakendavad ISO 50001 juba täna.

Andmekaitse nõuetest tulenevalt peab avalik sektor ise omama andmekeskuseid. Keskkonnajalajälje vähendamiseks on soovitatav tegeleda riigi olemasolevate andmekeskuste efektiivsuse tõstmisega. Täna vastutab riigi andmekeskuste eest RIKS (RIT), kelle andmekeskustest üks asub majas, mis pole algupäraselt andmekeskuseks ehitatud. Hoone on saavutanud oma efektiivsuse maksimumi (edasiste projektiga ei ole võimalik olulist täiendavat võitu saavutada) ning keskkonnajalajälje vähendamise eesmärgil tuleks rajada või rentida uus, spetsiaalselt andmekeskuseks projekteeritud hoone.

Võimalik alternatiiv uue andmekeskuse ehitamisele on kasutada erasektori teenusepakkuja andmekeskust. Juhtudel, kus andmekaitse piirangud erasektori andmekeskuse kasutamist ei takista, tuleks eelistada seda lahendust, sest erateenusepakkujad suudavad praegu pakkuda riigi andmekeskustest kõrgemat keskkonnahoiu

[8] Vrd nt https://cloud.google.com/sustainability/region-carbon

efektiivsust. Andmekeskuse valikul tuleb kontrollida ISO 50001 rakendamist ning saada ülevaade muudest andmekeskuse poolt rakendatavatest keskkonnahoiu praktikatest, et valida võimalike valikute seast kõige keskkonnasõbralikum lahendus.

Keskkonnasõbraliku andmekeskuse loomisel on nii era- kui avaliku sektori puhul oluline roll andmekeskuse asukohal. Võimalusel tuleb andmekeskuseid ehitada elektri- ja soojusjaamade vahetusse lähedusse, kus neis tekkivat jääksoojust on võimalik lihtsamini taaskasutada ning kus andmekeskuse töös hoidmiseks kasutatava elektri võrgukadu on väiksem. Selle teostamiseks on soovitatav toetada kohalikke omavalitsusi asukohavalikute leidmisel, arengute soodustamisel ja potentsiaalsete asukohtade ettevalmistamisel.

Poliitikasoovitus 2: Keskkonnasõbralikke IKT valdkonna valikuid toetava rahastusmudeli väljatöötamine

Soovitus: Töötada välja rahastusmudel või meede, mis soodustab asutustes keskkonnasõbralike valikute tegemist IKT valdkonnas.

Oodatav tulemus: Väljatöötatav rahastamise mudel peaks tagama võimaluse eelistada tarkvaralahenduste, IKT teenuste ja seadmete soetamisel keskkonnasõbralikumat lahendust rahaliselt soodsamate alternatiivide asemel. Eelistada tuleks pikema elueaga äriklassi seadmete ja seadmete rendimudeli kasutamist, samuti pilveteenuste (nii Riigipilv kui ka avalikud pilveteenused) laialdast kasutuselevõttu. Kõigi nende soetuste puhul on asutustes praegu otsustavaks faktoriks nende maksumus.

Riigi andmekeskuste puhul tuleb toetada nende keskkonnasõbraliku haldamise ja selle hindamise suutlikkuse arendamist. Erasektorilt andmekeskuse teenust ostes tuleks teenuse hinna jt kriteeriumite kõrval arvesse võtta ka pakutava teenuse keskkonnajalajälge.

Tarkvaralahenduste arendamise järgselt tuleb tagada piisav rahastus valminud lahenduse hooldamiseks, sh tagada arendusraamistike ja teekide ajakohasena hoidmine. Korrektne hooldamine aitab vältida loodud tarkvarasüsteemi enneaegset pärandvaraks muutumist ning sellest tingitud negatiivset keskkonnamõju.

Poliitikasoovitus 3: IKT valdkonna keskkonnaalase teadlikkuse ja kompetentside tõstmine

Soovitus: Tõsta avaliku sektori töötajate teadlikkust IKT valdkonna keskkonnahoiu parimatest praktikatest, et avalik sektor teadvustaks keskkonnahoiu suurt pilti ning mõistaks IKT valdkonna rolli selles. Eesmärgi saavutamiseks soovitame tõsta järgmiste sihtrühmade kompetentse:

a) „Roheteadlik töötaja“ – roheteadliku digikäitumise reegleid tuleks tutvustada kõigile avaliku sektori töötajatele ja neid teadmisi regulaarselt uuendada. Vajalikud kompetentsid hõlmaks:

   - digiprügi koristamisharjumuse loomist;
   - seadmete heaperemeheliku kasutamise põhimõtete ja sellest tõusva kasu selgitamist (hästi hoitud seade pakub väärtust kauem);
   - seadmete kasutamise keskkonnamõjude aspekte nagu arvuti ja monitori energiarežiimi seadistamine, ööseks väljalülitamine, arvutit ja selle protsessorit koormavatest tarkvaradest loobumine, jm.;
   - võimalusel printimise vältimist jm sarnased praktikad.

b) „Rohetark tellija“ – asutuste IT üksustes ja IT keskustes hangete eest vastutavad töötajad, kelle pädevuses on seada nõudeid hangitavatele toodetele ja teenustele. Riistvarahangete korraldajate teadlikkuse tõstmisel peaks keskenduma IKT seadmete keskkonnamõjule, selle mõõtmisele ning seadmete keskkonnanõuete praktikate tutvustamisele. Riigihangete seadusest tulenevate keskkonnahoidlike hangete tingimuste ja nende rakendamise põhimõtted ja head näited. Teenuste tellijate (tarkvaraarendus, pilveteenused, andmekeskused) kompetentse tuleks tõsta lähtuvalt nende valdkonna spetsiifikast, kuid

läbivalt tuleks kajastada IKT keskkonnamõju, ülevaadet selle mõõtmise meetodeist ja vähendamise võimalusi (nt. milline on keskkonnasäästlik andmekeskuse teenus). Tarkvara keskkonnamõjude hindamise meetodite küpsemisel tuleks ka neil teemadel ametnike kompetentse tõsta.

c) „Roheevangelistist teenusepakkuja" – igal tasandil asutustele teenuseid pakkuvad organisatsioonid (sh. IT keskused, RIT, jt.) peavad olema suutelised vastama klientide ja tarkade tellijate küsimustele oma teenuse keskkonnasõbralikkuse kohta. Teenusepakkujate põhikompetentsiks saab oma teenuse jalajälje mõõtmine ja tõendamine, mis eeldab põhjalikku mõõtmis- ja hindamismeetodite valdamist ja rakendamise või tellimise suutlikkust. Teenusepakkujad, nt. IT keskused, saavad võtta üha suuremat rolli asutuste hoiakute ja teadlikkuse mõjutamisel läbi keskkonnasõbralike praktikate ja tehnoloogiate populariseerimise ja soovitamise. Praeguses olukorras, kus „rohelisem" lahendus on tihti märkimisväärselt kallim kui tavaline või säästulahendus, tuleb alustada hoiakute murdmisest, et otsustamisel kalduks kaalukauss raha vs keskkond olukorras viimase kasuks.

Teadlikkuse tõstmise vahendite tööriistakast on piiramatu – lisaks koolituste ja teabepäevade korraldamisele on võimalik koostada juhendmaterjale ja nõuete näidisdokumente, või määrata vastav pädevuskeskus keskse nõustaja rolli.

Oodatav tulemus: Keskkonnasõbralike valikute tegemiseks peab avaliku sektori töötaja uskuma keskkonnahoiu olulisusesse. Skeptilise suhtumise põhjuseks võivad sageli olla keskkonnahoiuga seotud puudulikud teadmised. Samuti kardetakse, et keskkonnahoiu eesmärgil hakatakse rakendama ebamõistlikke piiranguid, mis takistavad asutuste põhitegevust ja innovatsiooni.

Keskkonnasõbralike valikute tegemisel mängivad võtmerolli avaliku sektori hoiakud. Oluline on saavutada mõistmine, et keskkonnasõbralikum käitumine ei tähenda ekstreemsusi, vaid seisneb pigem riigi ressursside võimalikult säästlikus ja lugupidavas kasutamises. Näiteks võib keskkonnahoid väljenduda kallimate ja vastupidavamate seadmete eelistamises, seadmete heaperemehelikus kasutamises ning seeläbi nende eluea pikendamises, digitaalse töökeskkonna korrastatuna hoidmises ning muudes lihtsates igapäevastes tegevustes.

Oluline on, et ametnikud mõistaksid keskkonnahoiu suurt pilti ja oma igapäevase digitoimlemise mõju sellele. Arusaam, et igapäevaste tegevustega on võimalik säästa nii keskkonda kui ka oma asutuse rahalisi ressursse tõstab motivatsiooni keskkonnasõbralikumate valikute tegemiseks.

Suhtumise muutmiseks võiks luua või määrata digiriigi keskkonnamõju pädevuskeskuse/oivakeskuse, mille ülesandeks oleks valdkonda eest vedada ja samas asutusi nõustada. Selleks tuleks pädevuskeskusel koondada juhendeid, parimaid praktikad ning korraldada teemakohaseid koolitus- ja teavepäevi. Samuti toetada asutusi IKT valdkonna keskkonnaeesmärkide seadmisel ja mõõtmisel. Teadlikkuse tõstmisel soovitame tervikpildi osas lähtuda GHG protokollist, mis on levinuim tööriistakomplekt organisatsiooni tervikliku keskkonnamõju mõtestamiseks ja mõõtmiseks.

Tarkvaralahenduste vaates on oluline targa tellija roll, et arendataks eelkõige vajalikku funktsionaalsust ning julgetaks liikuda agiilselt, väikeste sammude kaupa. Targa tellija roll on suunata lahenduse loojaid tarkvaraarhitektuuri planeerimisel arvestama ka lahenduse efektiivsuse, sh keskkonnamõjuga (nt võivad teatud juhtudel lisaefektiivsust pakkuda mikroteenused, kus täiendavat riistvara ressurssi on võimalik jagada kitsalt üksnes jõudlust vajavale mikroteenusele, mitte laialt kogu süsteemile tervikuna).

<u>Poliitikasoovitus 4: Keskkonnajalajälje mõõtmismeetodite arendamine ja juurutamine</u>

Soovitus: Töötada välja ühtsed praktikad IKT valdkonna keskkonnamõju mõõtmiseks ning juurutada väljatöötatud metoodika kogu avalikus sektoris. Esmajärjekorras tuleks keskenduda suurima mõjuga valdkondade – andmekeskuste ja IKT seadmete – keskkonnajalajälje mõõtmisele.

Oodatav tulemus: Keskkonnateadlik protsesside optimeerimine peab põhinema andmetel ja andmete analüüsil põhinevatel tarkadel otsustel. Täna puuduvad ühtsed praktikad IKT valdkonna keskkonnamõju mõõtmiseks ja

reeglina asutused oma IKT keskkonnajalajälje kohta kvantitatiivseid andmeid ei kogu ning mõõtmisi ei teosta. Ainsa erandina saab välja tuua andmekeskused, kus energiaefektiivsusega tegelemine on igapäevane. Samas ei tea ka andmekeskused täpselt oma õhku paisatavate kasvuhoonegaaside kogust.

Riigi IKT Keskuse (RIT) loomine 2021. aasta lõpus ning selle tulemusena käivitatav IT baastaristu haldamise koondumine ühte organisatsiooni loob head võimalused IKT taristu keskkonnamõjude mõõtmisega alustamiseks. Edaspidi võiks riistvara keskkonnajalajälje mõõtmise korraldamine ja aruandlus olla RIT-i ülesanne. Mõõtmised peaksid toimuma võimalikult automatiseeritult ja asutustel peaks olema võimalus oma seadmete keskkonnajalajälge ise jälgida, kuid mõõtmise teostamine ei peaks lisama asutustele täiendavat koormust.

IKT valdkonna keskkonnajalajälje mõõtmistulemused peaksid olema osa avaliku sektori kui terviku keskkonnajalajälje mõõtmisest ja avaldamisest. Riigi tervikliku keskkonnajalajälje hindamise meetodeid töötab välja ja kehtestab Keskkonnaministeerium, lähtudes parimast praktikast. IKT valdkonnas sobib selleks praegu kõige paremini GHG protokolli alusel välja töötatud standard.

Poliitikasoovitus 5: IKT seadmete elutsükli pikendamine

Soovitus: IKT seadmete eluiga tuleks pikendada ringmajanduse edendamise kaudu. Soovitatav on ka edaspidi eelistada äriklassi riistvara seadmeid ja rendimudelit seadmete välja ostmisele. Rendimudeli hanketingimustesse tuleks lisada nõue rendileandjatele, millega kinnitatakse või tõendatakse, et rendiperioodi järgselt tagastatud seadmed jõuavad järgmiste kasutajateni või utiliseeritakse nõuetekohaselt. Hankijale võiks jääda võimalus teostada seadmete taaskasutuse pistelist järelkontrolli. Väljaostetud ja seisma jäänud seadmed tuleb suunata järgmiste vähemnõudlike kasutajate kätte (nt koolid, päevakeskused, jt), müüa oksjonil või edasimüüjatele.

IKT seadmete elutsükli pikendamist soovitame teostada läbi järgmiste tegevuste:

a) rendimudeli eelistamine seadmete ostmisele mõistlike tingimuste korral;
b) seadmete eluiga pikendavate hankenõuete väljatöötamine;
c) eelistada kvaliteetseid pika elueaga äriklassi IT seadmeid;
d) suunata kasutusest väljunud ja seisma jäänud kasutuskõlblikud seadmed võimalikult kiiresti järgmiste huvitatud kasutajateni.

Oodatav tulemus: Kallimad äriklassi seadmed suudavad väärtust pakkuda pikema perioodi jooksul. Seadme pikaajalisem kasutamine ja ringmajandusse suunamine tagab, et uusi seadmeid ostetakse harvem, millest tekib positiivne mõju keskkonnale. Uus (või odav) seade jääb ostmata ning keskkonnamõju väheneb uue seadme tootmisel tekkiva saaste võrra.

Rendimudel on praegu eelistatud valik, sest asutus ei pea ise vanadele seadmetele uusi omanikke otsima. IKT seadmeid rentivatel ettevõtetel on olemas vajalikud võrgustikud ja kanalid kasutatud seadmete uuesti ringlusse andmiseks. Väljaostetud seadmete puhul tekib asutuses suures koguses kasutatud seadmeid ning tekib risk, et asutused ei suuda neile ise uusi kasutajaid leida või kulub selleks ebamõistlikult palju aega (seadme kasulik eluiga väheneb moraalse vananemise tõttu ka seistes).

IKT seadmete rendiga tegelevatel ettevõtetel on enamasti olemas partnerid, kes kasutatud seadmed uuesti müüki suunavad. Kuna seadme väärtus ajas väheneb, siis müüakse seadmed edasi võimalikult kiiresti. Enamasti müüakse riigi käes rendil olnud seadmed teistesse riikidesse, kus kasutatud seadmete turg on Eesti omast suurem.

Poliitikasoovitus 6: Pilveteenuste kasutamisega seotud takistuste kõrvaldamine

Soovitus: Kõrvaldada tuleb seni pilveteenuste laialdast kasutust pärssinud takistused, sh tuleb üle vaadata pilveteenuste kasutamist piirav ning ajale jalgu jäänud õigusruum.

Oodatav tulemus: Täna on avaliku sektori pilveteenuse pakkujaks Riigipilv, kuid asutused näevad selle kasutamisel mitmeid takistusi, mistõttu eelistavad enda serverite ülevalpidamist ja neil töötavaid nn majasiseseid

pilvelahendusi. Üheks takistuseks on erasektori osalus Riigipilves, mistõttu ei saa osa asutusi tundlikke andmeid Riigipilves hoida. Riigipilv liitus hiljuti RIT-iga, mille tulemusena peaks see probleem leevenema kui Riigipilve haldajaks jääb üksnes riik.

Teise takistusena näevad asutused täna Riigipilve teenuste maksumust ja sellega kaasnevat püsikulu. Mitmete asutuste hinnangul on enda serveri ülevalpidamine majanduslikult otstarbekam. Asutused näevad ka riski, et rahastuse muutuse korral ei suudeta enam Riigipilve igakuiseid arveid tasuda ja riski maandamiseks eelistatakse enda serveriruumi ülalpidamist, mida saab rahastada projektipõhiselt või investeeringutest.

Suurbritannia eeskujul tuleks vähemalt teatud kasutusjuhtude puhul lisaks Riigipilvele kaaluda muude rahvusvaheliste pilvelahenduste lubamist. Vähesel määral rahvusvahelisi pilvelahendusi kasutatakse, kuid asutustel puudub selgus, millisel määral seda teha tohib. Näiteks on riigis kasutusel MS Teams (SaaS) ning vähesel määral kasutatakse ka Amazoni pilvepõhiseid arendustööriistu (avalike andmetega töötades). Keskkonna vaates tasub võimalusel eelistada rahvusvaheliste tehnoloogiahiidude andmekeskuseid, sest just seal toimub andmekeskuste jalajälje vähendamisel kõige kiirem innovatsioon. RIKS-i 2021. a PUE oli vahemikus 1,35-1,39, mis on efektiivne (vrd Tabel 15). Võrdluseks, ühe Balti riikides tegutseva kommertspanga 2021. a. PUE oli 1,43 ning Google andmekeskuste keskmine PUE 1,10.

Poliitikasoovitus 7: Pilveteenuste laialdane kasutuselevõtt

Soovitus: Keskses andmekeskuses paikneva pilvelahenduse kasutamine peab olema asutuste esimene eelistus (ingl k *cloud first*). Soosida tuleb oma riistvarast loobumist. Pilveteenustele ülemineku lõpptulemusel peaks oma serveri (ja nn majasisese pilve) kasutamine olema põhjendatud ning lubatud vaid erijuhtudel.

Oodatav tulemus: Keskses andmekeskuses asuv pilvelahendus on keskkonda säästvam kui asutuses hallatav pilvelahendus, sest asutuse serveriruumi puhul ei ole mõistlik rakendada andmekeskustega võrreldavaid töömahukaid ja kalleid keskkonnahoiu praktikaid (nt jääksoojuse kasutamist). RIKS-i andmekeskuses majutatud Riigipilve praegune kasutajate hulk on vaid **5-10% maksimaalsest võimalikust** ehk arengupotentsiaal on suur.

Pilveteenuste üheks olulisemaks eeliseks on ka skaleeritud jõudluse ja hinnastamise mudel. See tähendab, et jõudlust on võimalik kasutada vajaduspõhiselt just siis, kui seda päriselt vaja on. Keskkonnahoiu vaates tähendab see, et pilveteenuse pakkumiseks kasutatava serveri riistvara hõivatuse (utiliseerituse) tase on võrreldes asutuse serveriga oluliselt kõrgem – olemasolevat riistvara ressurssi on võimalik maksimumilähedaselt ära kasutada. Skaleeritud hinnastamise mudel tähendab, et asutusele esitatakse arve vastavalt tegelikule ressursi tarbimisele. See muudab teenuse ka taskukohasemaks, kuid vajadusel tuleks asutustele pakkuda keskkonnasõbralikuma vajaliku tegemiseks täiendavat rahalist kindlust.

Poliitikasoovitus 8: Keskkonnasõbralike praktikate rakendamine tarkvaraarenduses

Soovitus: Tarkvaraarhitektuuri disainimisel tuleks muuhulgas arvestada erinevate alternatiivide keskkonnamõjuga. Uue tarkvaralahenduse loomisel tuleks eelistada minimaalse töötava toote (MVP ehk Minimum Viable Product) loomist, et vältida ebavajalikku funktsionaalsuse realiseerimist.

Oodatav tulemus: Tarkvaralahenduse loomisel ei tohiks lähtuda arendajale harjumuspärastest lahendustest, vaid tuleks läbi mõelda erinevate arhitektuursete lahenduste plussid ja miinused ning teha põhjendatud valik. Erinevate lahenduste kaalumisel tuleb tähelepanu pöörata ka loodava lahenduse ressursikasutusele (sh elekter, protsessor, mälu), hilisemale halduskoormusele ning eelistada efektiivsemat lahendust. Näiteks omab modulaarsel- või mikroteenuste arhitektuuril põhinev lahendus monoliitse süsteemi ees olulisi keskkonnahoiu eeliseid.

Uut lahendust luues tuleks esimeses faasis realiseerida minimaalne töötav toode/tarkvaralahendus. Teisisõnu tuleks esmalt luua vaid hädavajalik funktsionaalsus, misjärel saab funktsionaalsuseid sammhaaval lisama hakata. Uue funktsionaalsuse lisamisel tuleks hinnata selle vajalikkust ja kasutajaskonna suurust, et vältida ebavajalike

keskkondade ja funktsionaalsuste loomist, mis koormaksid seadmeid ja tekitaksid seeläbi täiendavaid kasvuhoonegaase.

Poliitikasoovitus 9: Digiprügi koristamise populariseerimine

Soovitus: Populariseerida andmehalduse rakendamist ja digiprügi koristamist igapäevaste tööprotsesside osana ja IKT seadmete heaperemeheliku kasutamise praktikaid.

Oodatav tulemus: Digiprügi keskkonnajalajälg avaldub andmekeskuse või asutuse enda serveri keskkonnajalajäljes ning uute salvestuskandjate soetamises. Andmete elutsükli haldamise ja andmehalduse metoodilise rakendamise kaudu on võimalik optimeerida nii info talletamiseks vajalikku salvestusmahtu kui andmete kasutuse energiatõhusust. Täna tegelevad riigiasutused digiprügi koristamisega reeglina kord aastas, digikoristuspäeva raames. Keskkonnajalajälje vähendamiseks peaks kasutute andmete ja digiprügi koristamine olema osa igapäevastest tööprotsessidest. Selle saavutamiseks tuleb süvendada teadmisi digiprügi mõjust ja selle regulaarse kustutamise keskkonnahüvedest. Seda tegevust on võimalik siduda IKT keskkonnaalase teadlikkuse ja kompetentside tõstmise tegevustega (vt poliitikasoovitus nr 2).

Maailmas leiab laia kõlapinda „digikasinuse“ (ingl k *digital sobriety*) lähenemine,[9] mis soovitab soetada võimalikult vähevõimsaid seadmeid, vahetada neid välja nii harva kui võimalik ja vähendada seadme ebavajalikku energiamahukat kasutamist, sh ebavajalike andmete talletamist. Need põhimõtted väärivad laiemat teadvustamist ka meil.

Oluline on saavutusi ka mõõta. Positiivse näitena saab välja tuua Politsei ja Piirivalveameti (PPA), kus tänu digiprügi koristamisele on õnnestunud viimased neli aastat täiendava kettaruumi ostmist vältida. PPA digikoristuspäevad võimaldavad aastas vabastada 1-2 terabaiti kettaruumi, Rahandusministeeriumi Infotehnoloogiakeskuse kliendid vabastasid viimase digikoristuspäeva tulemusena 1,1 TB kettaruumi.

[9] https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2019/03/Lean-ICT-Report_The-Shift-Project_2019.pdf

2. Sissejuhatus

Euroopas, aga ka kogu maailmas, on täna oluliseks eesmärgiks digitaliseerimise seos rohepöördega.[10] Valitsusvahelise kliimamuutuste paneeli (IPCC) andmetel on maailma kliima soojenenud 150 aasta jooksul umbes 0,9 kraadi. Olulise panuse kliima soojenemisse on andnud inimtekkelised kasvuhoonegaasid, mille tõttu tõuseb IPCC andmetel maakera temperatuur umbes 0,02 kraadi aastas.[11] Energeetika-, tööstus-, transpordisektoris ja paljudes teistes valdkondades on juba kaua tegeletud keskkonnateemadega, kuid planeedi ja inimeste tuleviku jaoks on oluline, et keskkonnamuutuste leevendamisega tegeletaks ning keskkonda hoidvaid valikuid tehtaks kõigis valdkondades, sh IKT sektoris.

Eesti on kõrge digitaliseerituse astmega maa – u 99% avalikest teenustest on kättesaadavad IKT-lahenduste kaudu,[12] mis on vähendanud nii inimeste liikumisvajadust (näiteks asutusse sõitmine riigiga suhtlemiseks) ja sellest tulenevat keskkonnakoormust, kui ka näiteks igapäevast paberikulu. Samas on ka IKT-lahenduste ja IKT sektori enda keskkonnamõju tähelepanuväärv. Euroopa Komisjoni digipaketi teatise „Euroopa digituleviku kujundamine“[13] kohaselt moodustab IKT-sektori elektritarbimine 5-9% maailma kogutarbimisest ja enam kui 2% koguheitmetest. IKT seadmete tootmise ja tootmiseks vajalike ressursside hankimisega võivad kaasneda olulised lokaalsed negatiivsed keskkonnamõjud seoses keskkonnaseisundi halvenemise, looduslike alade kvaliteedi languse ja elupaikade hävinemise või keskkonnareostusega. IKT seadmete nutika ja energiatõhusa kasutamise praktikad vajavad veel harjutamist, nagu näiteks kasutult seisvate failide regulaarse kustutamise harjumus. Seetõttu on oluline, et riigiasutused pööraksid muude rohetegevuste kõrval tähelepanu esmajoones enda ning seejärel ka erasektori IKT-lahenduste ja kasutatavate IKT seadmete keskkonnajalajäljele.

Euroopa Liit näeb digitaliseerimist ja IKT-lahenduste kasutuselevõttu olulise tööriistana keskkonda hoidvamate lahenduste loomisel, kuid tunnistatakse on ka seda, et soovitud positiivse keskkonnamõju saavutamiseks peavad tööriistad ise olema keskkonnasäästlikud.[14] Rohepööre kiirendab innovatsiooni ja digilahenduste kasutuselevõttu ning pakub IKT sektorile uusi võimalusi muutuda konkurentsivõimelisemaks. Rohepöörde ja digitaliseerimise tulemusena tekkiv sünergia toob kaasa ühiskondliku, majandusliku ja keskkonnaalase kasu, mis on keskkonnasõbraliku digiriigi ja laiemalt roheliste IKT lahenduste loomise peamiseks eesmärgiks. Eestis on nii avaliku kui ka erasektori organisatsioonid juba rakendanud põhimõtteid ja ellu viinud muudatusi IKT keskkonnajalajälje vähendamiseks, mida käesolev analüüs kirjeldab. Küll aga puudub valdkonnast ja Eesti avaliku sektori IKT keskkonnakoormusest seni süsteemne ülevaade. Lisaks varasemale EY läbi viidud IKT keskkonnamõjude analüüsile[15] on viimastel aastatel uuritud kas üksikuid lahendusi (nt. X-tee[16]) või IKT seadmete olelusringi etappe.[17]

Käesoleva uuringu eesmärk tuleneb „Eesti digiühiskonna arengukavast 2030“,[18] kus digiriigi järgmise arenguhüppena nähakse „rohelist digiriiki“. Rohelise digiriigi eesmärgiks on valida uute lahenduste kasutuselevõtul kõige kliima- ja keskkonnasäästlikum variant ning vähendada digiriigi keskkonnamõju.

Uuringu eesmärgiks seati analüüsida digitaliseerimise keskkonnamõju Eesti avalikus sektoris ning võimalusi keskkonnamõjude mõõtmiseks, vähendamiseks ning digiriigi kliima- ja keskkonnahoidlikuse suurendamiseks.

---

[10] *European Green Deal*. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en
[11] *The Intergovernmental Panel on Climate Change*. https://www.ipcc.ch/sr15/
[12] https://e-estonia.com/
[13] *Euroopa digituleviku kujundamine*. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0067&from=en
[14] *2030 Digital Compass*. https://eufordigital.eu/library/2030-digital-compass-the-european-way-for-the-digital-decade/
[15] MKM, EY (2012) *The Role of Green ICT in Enabling Smart Growth in Estonia*. https://www.mkm.ee/uudised/uuring-eestis-suur-rohelise-ikt-potentsiaal
[16] https://www.niis.org/blog/2021/6/3/reducing-the-environmental-impact-of-x-road
[17] SEI (2021) *Keskkonnahoidlikud riigihanked Tallinna linnas*. https://cdn.sei.org/wp-content/uploads/2022/02/tallinna-khrh-uuringu-aruanne-3.pdf
[18] https://mkm.ee/digiriik-ja-uhenduvus/digiuhiskonna-arengukava-2030

Projekti tulemina valmis käesolev Eesti avaliku sektori digikestlikkusest ülevaadet andev analüüsidokument, kus on toodud hetkeolukorra kirjeldus asutuste praktika näol, valdkonna suundumused, tänane (kvantitatiivne või kvalitatiine) keskkonnamõju ning soovitused keskkonnamõju vähendamiseks.

Uuringu viis Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi tellimusel läbi Ernst & Young Baltic. Projekti rahastati Euroopa Liidu struktuurtoetuste toetusskeemist „Infoühiskonna teadlikkuse tõstmine“ (Euroopa Regionaalarengu Fond), mida viib ellu Riigi Infosüsteemi Amet.

2.1 Projektis rakendatud uurimis- ja analüüsimeetodid

IKT keskkonnamõju hindamiseks kasutati kombineeritud uurimis- ja analüüsimeetodeid, mis andsid otsest sisendit tellija poolt hanke lähteülesandes esitatud hetkeolukorda puudutavatele küsimustele vastamiseks ning poliitikasoovituste koostamiseks. See hõlmas järgmisi tegevusi:

- **Välisriikide ja erasektori kogemuste analüüs**

  Uuringu taustinformatsiooniks olid teiste riikide kogemust ja sarnaseid hindamisi kajastavad aruanded ning eraettevõtete näited. Nii välisriikide kui ka erasektori kogemuste analüüsi eesmärk oli tuua põhjendatud näiteid juba rakendatud praktikatest ning saada hinnanguid nende tulemuslikkusele. Eesti erasektori kogemuste kohta info kogumiseks viidi läbi 3 intervjuud keskkonnahoiu teemadel silma paistnud ettevõtetega. Erasektori intervjuud võimaldasid teemat vaadelda Eesti võimalikke eripärasid arvestades.

- **Dokumendianalüüs metoodika määratlemiseks**

  Dokumendianalüüsile tuginedes määratleti uuringus kasutatav keskkonnamõju analüüsi meetod (vt täpsemalt ptk 3.1) ning kõiki hinnatavaid komponente kattev intervjuude kava. Projekti tellimus loetles komponendid (andmekeskused, digiprügi jne), mille keskkonnamõju hinnata tuli. Süsteemsemaks lähenemiseks paigutati need komponendid IKT keskkonnamõju kontseptuaalsesse raamistikku (vt ka Joonis 7, LES mudel).

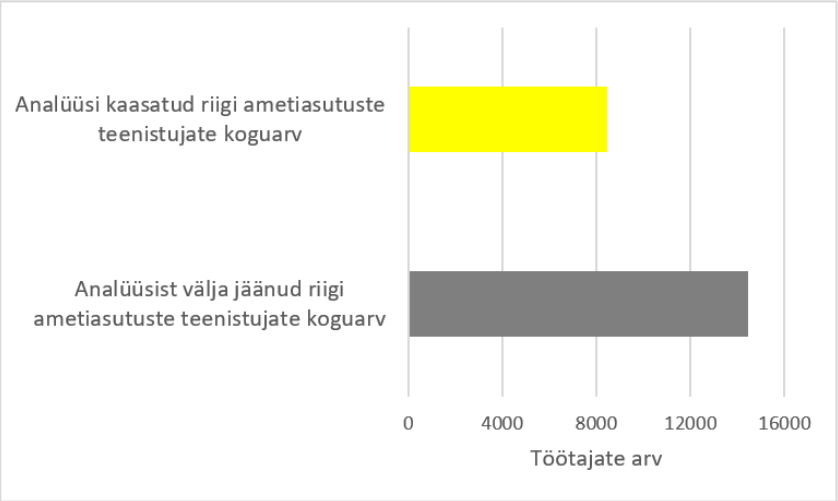
  Iga komponendi hindamise metoodikale on lähenetud vastava komponendi spetsiifikat arvestades. Komponendi hindamiseks kasutatud meetodit on täpsemalt kirjeldatud konkreetset komponenti käsitlevas peatükis (vt alates ptk 4).

- **Intervjuud riigiasutuste ja kohalike omavalitsustega**

  Uuringu käigus viidi läbi intervjuud tellija poolt analüüsi skoopi valitud 16 asutuse IKT valdkonna eest vastutavate töötajatega (vajadusel kaasati intervjueeritavaid asutuse eri osakondadest), et kaardistada nende tänased praktikad ning koguda kvalitatiivset sisendit digiriigi keskkonnamõju hindamiseks. Tellija poolt koostatud asutuste valim oli koostatud eesmärgiga kaasata uuringusse võimalikult erineva profiili ja suurusega asutusi. Intervjuud viidi läbi järgmiste asutustega:

  1) Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium (MKM);
  2) Siseministeeriumi Infotehnoloogia- ja Arenduskeskus (SMIT);
  3) Rahandusministeeriumi Infotehnoloogiakeskus (RMIT);
  4) Riigi Infosüsteemi Amet (RIA);
  5) Registrite ja Infosüsteemide Keskus (RIK);
  6) Riigi Infokommunikatsiooni Sihtasutus (RIKS);
  7) Tervise ja Heaolu Infosüsteemide Keskus (TEHIK);
  8) Keskkonnaministeeriumi Infotehnoloogiakeskus (KEMIT);
  9) Haridus- ja Noorteamet (HARNO);
  10) Maksu- ja Tolliamet (MTA);
  11) Keskkonnaamet (KeA);
  12) Politsei- ja Piirivalveamet (PPA).

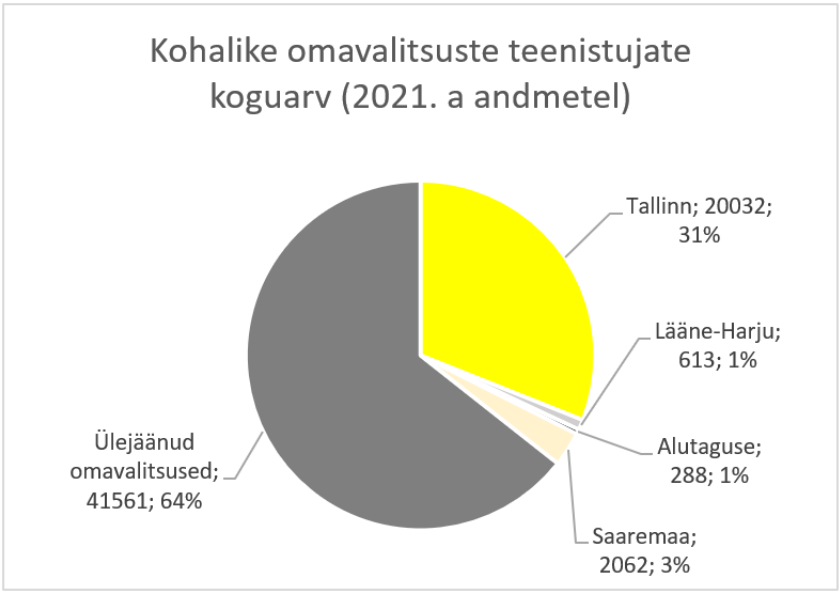
Töötajate arvu poolest katsid nende 12 asutusega läbiviidud intervjuud u 37% riigi ametiasutustest (vt Joonis 3). Intervjueeritud asutustes töötab u 8500 avalikku teenistujat. Riigiasutustes kokku töötab 2021. a seisuga 22 922 töötajat.[19]



Joonis 3. Analüüsi ulatus riigiasutuste töötajate arvu proportsioonina

Lisaks kaasati intervjuudega analüüsi 4 erineva suurusega KOV-i, mille töötajate koguarv moodustab u 35% omavalitsussektori töötajate koguarvust.[20]

13) Tallinna linn;
14) Saaremaa vald;
15) Lääne-Harju vald;
16) Alutaguse vald.



Joonis 4. Analüüsi ulatusse kuuluvate KOV töötajate arv vs KOV töötajate koguarv

Intervjuudel keskenduti alljärgnevatele teemadele, mis tulenesid otseselt hinnatavatest komponentidest. Intervjueeritavaid toetati suunavate küsimuste kaudu.

- Asutuse keskkonnaeesmärgid

[19] *Avaliku teenistuse käsiraamat 2021*. https://www.fin.ee/riik-ja-omavalitsused-planeeringud/avalik-teenistus/personali-ja-palgastatistika

[20] https://minuomavalitsus.fin.ee/et/omavalitsussektori-teenistujad-ning-nende-tootasu

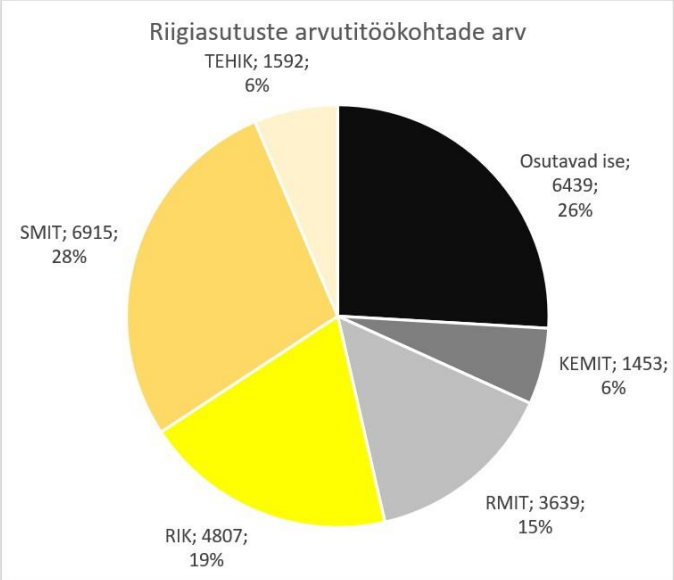
- Teadlikkus
- IT seadmete elutsükli haldus
- Serverite ja andmekeskuste kasutamine
- Pilvemajutus ja pilveteenused
- Tarkvaralahendused ja pärandsüsteemid
- Protsesside planeerimine, sh kestlikkus IT lahenduste planeerimisel ja arendamisel
- Digiprügi

Intervjuude läbiviimiseks kasutati poolstruktureeritud formaati, mis aitas tuvastada ka intervjuu teemade alla otseselt mittekuuluvat, kuid uuringu eesmärki arvestades olulist informatsiooni.

- **Kvantitatiivne andmeanalüüs**

Andmed digiriigi keskkonnamõju täpsemaks mõõtmiseks suuresti puuduvad või ei ole kergesti kättesaadavad ega analüüsitavad. Kõige rohkem on kvantitatiivseid andmeid olemas IKT seadmete kohta, mille mudelite nimed jm kirjeldav informatsioon on tallel asutuste varahaldussüsteemides. Asutused ise IKT seadmete keskkonnajalajälje kohta täna info ei kogu.

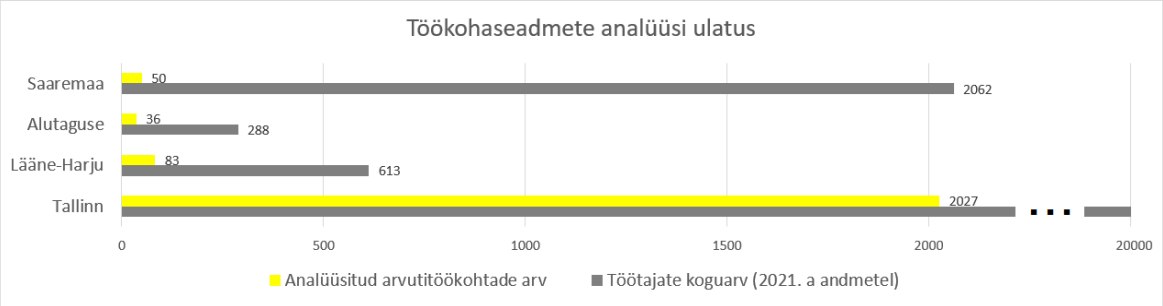
Keskkonnajalajälje kvantitatiivseks hindamiseks koguti IKT seadmete kohta andmed kokku 12 asutuselt ja 4-lt kohalikult omavalitsuselt. Andmepäringut tutvustati IT keskuste juhtide nõupidamisel ja asutuste praktikaid käsitlevate intervjuude raames. Projekti tellimus nägi ette, et viiakse läbi juhtumiuuring, millega hinnatakse eelpool nimetatud 12 asutuse ja vähemalt 2 kohaliku omavalitsuse keskkonnajalajälge. Kvantitatiivanalüüsi jaoks vajalikud andmed nende 12 asutuse kohta koguti peamiselt kesksete IT keskuste käest (KEMIT, RMIT, RIK, SMIT, TEHIK), mis võimaldas katta 74% riigiasutustest (keskvalitsuse riigiasutused ja nende valitsemisala asutused, kokku üle 18 000 arvutitöökoha).[21]



Joonis 5. Riigiasutuste arvutitöökohtade arv

KOV-ide andmete kvantitatiivne analüüs hõlmas valitud 4 kohaliku omavalitsuse töötajate alamosa, keskendudes vaid omavalitsuse ametnike poolt kasutusel olevate töökohaseadmete analüüsile (vt Joonis 6).

[21] PwC (2020) *IKT baasteenuste korrastamise analüüs*. https://www.rahandusministeerium.ee/et/uuringud-ja-analuusid



Joonis 6. Analüüsitud töökohaseadmete arv vs analüüsi ulatusse valitud KOV töötajate koguarv

Kvantitatiivsed andmeid õnnestus koguda peamiselt töökohaseadmete (sülearvutid, lauaarvutid, monitorid, printerid) mudelite ja koguste kohta. Kogutud andmed viidi kokku seadme tootja andmetega keskkonnamõjude kohta, mis oli sisendiks tegeliku keskkonnamõju arvutamisel. Lisaks töökohaseadmete kohta kogutud andmetele õnnestus väiksemas mahus kvantitatiivseid andmeid koguda ka andmekeskuste energiaefektiivsuse ja digiprügi koristamise tulemuste kohta.

Täiendavaid kvantitatiivseid andmeid pakkus paralleelselt käesoleva analüüsiga läbiviidud küsitlus,[22] mis oli suunatud Eesti IT sektori ja digilahenduste arengu kujundajatele, et kaardistada hinnanguid IT lahenduste jätkusuutlikkuse mõjutajate osas. Küsimustiku tulemusi jagati käesoleva uuringuga, mis võimaldas neid hinnangute andmisel ja poliitikasoovituste koostamisel arvesse võtta.

Keskkonnamõju hindamise käigus viidi vastavalt vajadusele läbi täiendavaid intervjuusid töökohaseadmete renditeenuse pakkujate, andmekeskuse teenusepakkujate ning pilveteenuse pakkujatega. Kokku viidi projekti käigus sisendi kogumiseks läbi 30 intervjuud.

[22] Ülle Kroon (2022) *Keskkonnahoidliku IT rakendamise praktika Eesti avalikus sektoris: hetkeseis ja arenguvõimalused*, magistritöö, Tallinna Ülikool, Digitehnoloogiate instituut.

2.2 Mõistete ja lühendite sõnastik

Alljärgnev tabel annab ülevaate käesolevas aruandes kasutatud peamistest mõistetest ja lühenditest.

Tabel 1. Mõistete ja lühendite sõnastik

Mõisted ja lühendid	Selgitus
Andmekeskus	Andmekeskus on hoone, spetsiaalne ruum hoones või hoonete kompleks, mida kasutatakse serverite ja seotud seadmete majutamiseks.
Digiprügi	Digiprügi on andmemaht, mis ei tooda lisandväärtust, sest on ühekordse kasutusega, korduva sisuga, kahjustatud, unustatud ning mis kahjustab oma olemasoluga keskkonda, sest vajab ressursse ülalpidamiseks (allikas: Telia Eesti ja Tallinna Ülikooli Digiprügi projekt[23]).
ETSI	ETSI (European Telecommunications Standards Institute) ehk Euroopa Telekommunikatsiooni Standardite Instituut on sõltumatu mittetulunduslik standardimisorganisatsioon teabe ja kommunikatsiooni valdkonnas. Organisatsioon toetab IKT-toega süsteemide, rakenduste ja teenuste ülemaailmsete tehniliste standardite väljatöötamist ja testimist.
GHG protokoll	GHG protokoll (Greenhouse Gas Protocol) on organisatsioon, mis töötab välja laiaulatuslike ülemaailmseid standardimisraamistikke era- ja avaliku sektori tegevuste ja väärtusahela poolt tekitatavate kasvuhoonegaaside heitkoguste mõõtmiseks ja haldamiseks. Muuhulgas pakuvad väljatöötatud raamistikud välja meetmeid kasvuhoonegaaside heitekoguste vähendamiseks.
HARNO	Haridus- ja Noorteamet
IaaS	Infrastruktuur kui teenus (Infrastructure as a Service) on pilveteenusete liik, mis võimaldab kasutada virtualiseeritud riistvara arvutusressursse – protsessorid (vCPU), mälu (RAM) ja salvestusmaht kõvakettal (HDD) pilveteenusena.
ISO	ISO (International Organization for Standardization) ehk Rahvusvaheline Standardimisorganisatsioon on rahvusvaheline organisatsioon, mis tegeleb eri valdkondade standardimisega.
IT keskus	Eesti riigieelarvest finantseeritavad ministeeriumide valitsemisala konsolideeritud infotehnoloogia keskused (KEMIT, RIK RMIT, SMIT, TEHIK). Lisaks neile tegutsevad valitsemisalade ülesed IKT keskused (RIKS/RIT, RIA), mida antud analüüsis vaadatakse IT asutustest eraldi.
ITU	ITU (International Telecommunication Union) ehk Rahvusvaheline Telekommunikatsiooni Liit on Ühinenud Rahvaste Organisatsiooni peamine teabe- ja sidetehnoloogiaorganisatsioon ning valitsuste ja erasektori ülemaailmne peamine foorum sidevõrkude ja -teenuste arendamise osas
KeA	Keskkonnaamet
KEMIT	Keskkonnaministeeriumi Infotehnoloogiakeskus
LCA	LCA (Life-Cycle Assessment) on metoodika üldnimetus, mille abil hinnatakse kogu toote või seadme elutsükli keskkonnamõju.
MKM	Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium
MTA	Maksu ja Tolliamet
MVP	Minimaalne töötav toode (Minimum Viable Product) on tarkvaratoote versioon, mis pakub minimaalset komplekti toote eesmärgi täimiseks vajalikke funktsionaalsusi. MVP võimaldab koguda kasutajate varajast tagasisidet, et teha toote edasisel arendamisel õigeid valikuid.
PaaS	Platvorm kui teenus (Platform as a Service) on pilveteenuste liik, mis koondab enda alla tarkvara ehitamiseks kasutatavad pilvepõhised platvormi teenused. PaaS lahenduse kasutaja kasutab pilveteenuse pakkuja poolt ehitatud platvormi teenuseid rakenduse või infosüsteemi ehitamiseks ja juhtimiseks ning ei pea neid teenuseid ise looma IaaS kihi peale.

[23] https://elu.tlu.ee/et/projektid/digiprugi

Mõisted ja lühendid	Selgitus
PPA	Politsei ja Piirivalveamet
PUE	PUE (Power Usage Effectiveness) on arv, mis näitab IT seadmete poolt kasutatava elektrienergia ja kogu andmekeskusesse tarnitud elektrienergia suhet (allikas: The Green Grid)
RIA	Riigi Infosüsteemi Amet
RIK	Registrite ja Infosüsteemide Keskus
RIKS	Riigi Infokommunikatsiooni Sihtasutus
RIT	Riigi Info- ja Kommunikatsioonitehnoloogia Keskus (RIT) on Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi poolt hallatav asutus, mille ülesandeks on osutada keskselt arvuti töökoha- ja serveri baastaristu teenuseid riigis.[24]
RMIT	Rahandusministeeriumi Infotehnoloogiakeskus
SaaS	Tarkvara kui teenus (Software as a Service) on lõppkasutajale mõeldud pilvetarkvara (sisaldab nii IaaS kui ka PaaS teenuseid).
SMIT	Siseministeeriumi Infotehnoloogia- ja Arenduskeskus
TEHIK	Tervise ja Heaolu Infosüsteemide Keskus

[24] https://www.rit.ee/organisatsioonist/eesmargid-ja-valdkonnad

3. Keskkonnasõbraliku IKT praktikad

Uuringu jaoks tarviliku sisendi kogumiseks viidi esmalt läbi dokumendianalüüs valdkonna üldise metoodilise tausta kaardistamiseks, misjärel uuriti välisriikide ja eraettevõtete kogemusi keskkonnasõbralike põhimõtete rakendamisel IKT halduses. Käesolev peatükk tutvustab uuringu käigus selgunud keskkonnasõbraliku IT praktikaid erinevatest riikidest.

3.1 IKT keskkonnamõju hindamise raamistikud

Digiriigi digilahenduste hulka kuuluvad digitaalsed tooted ja teenused, sh IKT seadmed, tarkvararakendused ja arvutivõrgud. Keskkonnasõbralike digiriigi lahenduste all tuleks mõista digitaalseid lahendusi, mis teaduspõhiste mõõtmismeetodite kinnitusel panustavad kliimamuutuste ärahoidmisesse ja aitavad ära hoida negatiivset keskkonnamõju.

Digilahenduse puhul eristatakse otsest keskkonnamõju (nt IT seadme poolt kasutatav energia ja selle tootmisel õhku paisatavad heitmed) ja kaudset keskkonnamõju (nt digilahendustele üleminekuga seotud mõju tööprotsessidele). Kaudne keskkonnamõju võib olla positiivne, näiteks on videokõnede võimaluse tõttu vähenenud ärireiside ja kontorisse sõitmise vajadus. Ideaalis tuleks lähtuda digilahenduse keskkonnamõju netoväärtusest, mis väljendab digilahenduse positiivsete ja negatiivsete mõjude vahet, arvestades seejuures nii otseste kui ka kaudsete keskkonnamõjudega. Reaalsuses piiravad võimalusi konkreetse tegutsemisala/valdkonna või riigi konkreetses sektoris tegutsevate osapoolte netokeskkonnakoormuse arvutamiseks kvaliteetsete, katvate andmete puudumine ning kõigi tegevustega kaasnevate keskkonnamõjude kvantifitseerimise keerukus.

Kui digiriigi lahenduste kasutuselevõtul või väljatöötamisel on rakendatud õigeid meetmeid, on tõenäoline, et digilahenduse keskkonnamõju netoväärtus on tugevalt positiivne. Et realiseerida „rohelise digiriigi“ ambitsiooni ja maksimeerida rohelise digipöörde mõju, tuleb Eestil alustada roheliste digilahenduste ulatusliku juurutamisega ning tagada, et hangitavad digitaalsed tooted ja teenused on disainitud, toodetud-arendatud, valideeritud ning rakendatud energia- ja materjalisäästlikult. Selleni jõudmiseks tuleb aga esmalt mõista tänase digiriigi keskkonnamõju ning valida või töötada välja ja rakendada valdkonnas ühtsed seire- ja hindamisraamistikud.

Keskkonnamõju mõõtmiseks on välja töötatud mitmeid rahvusvahelisi standardeid (ETSI,[25] ITU,[26] ISO[27]) ning muid juhendmaterjale (nt IKT sektorile suunatud GHG protokollil põhinev juhend[28]).

Kuigi need metoodikad hõlmavad nii otsest kui ka kaudset keskkonnamõju, on nende rakendamine praktikas ajamahukas ning andmete kättesaamatuse või puudumise tõttu keerukas. Samuti on kaudsete keskkonnamõjude mõõtmise metoodika alles väljatöötamisjärgus ning enamasti pole tänastest metoodikates suudetud täielikult arvestada IT lahenduste kasutamisega kaasneva võimaliku positiivse mõjuga, mis võib negatiivset mõju ka ületada. Teisisõnu ei võimalda täna olemasolevad metoodikad leida digilahenduse keskkonnamõju netoväärtust.

Euroopa Liit on hõlpsasti rakendatava metoodika puudumisega seotud probleemi lahendamiseks asunud digilahenduste keskkonnamõju netoväärtuse arvutamist võimaldava teaduspõhise, järjepideva ning võrreldava

---

[25] ETSI ES 203 199 (2014). *Methodology for environmental Life Cycle Assessment (LCA) of Information and Communication Technology (ICT) goods, networks and services*. https://www.etsi.org/deliver/etsi_es/203100_203199/203199/01.03.00_50/es_203199v010300m.pdf

[26] ITU-T L.1410 (2014). *Methodology for environmental life cycle assessments of information and communication technology goods, networks and services*. https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1410-201412-I/en; ITU FG-AI4EE D.WG2-06 (2021). *Assessing environmentally efficient data centre and cloud computing in the framework of the UN sustainable development goals*. https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/ai4ee/Documents/T-FG-AI4EE-2021-D.WG2.06-PDF-E.pdf

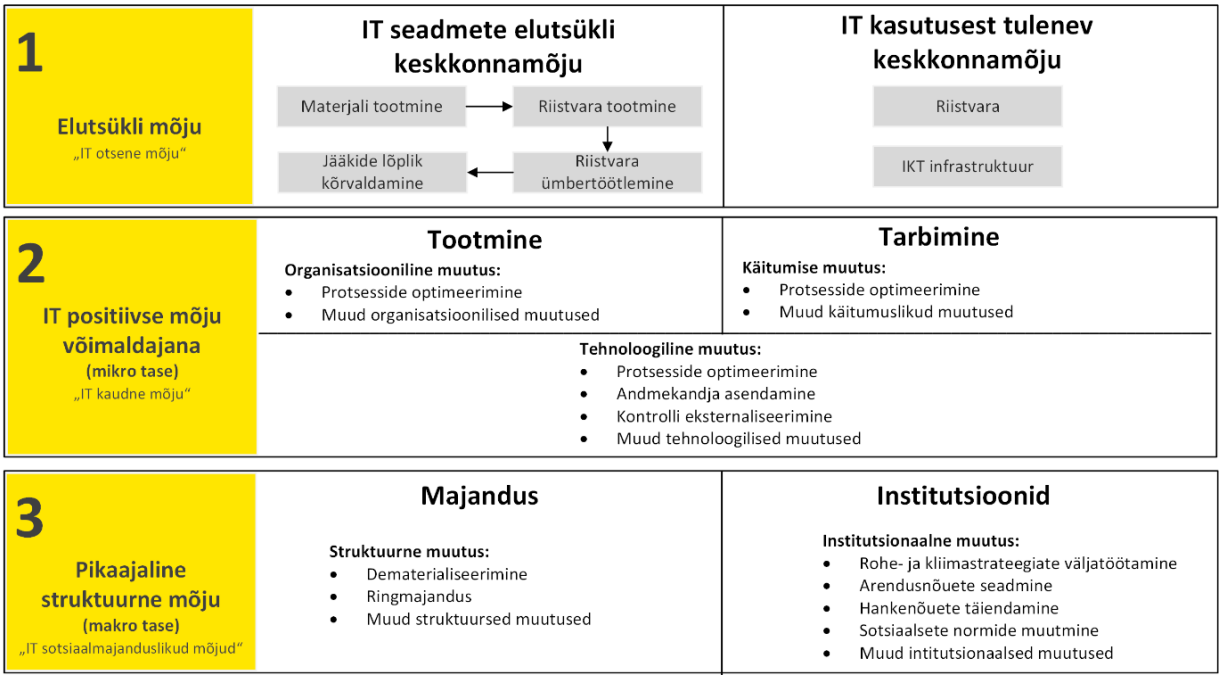
[27] ISO 14067:2018. *Greenhouse gases — Carbon footprint of products — Requirements and guidelines for quantification*. https://www.iso.org/standard/71206.html

[28] Carbon Trust, Global e-Sustainability Initiative (2017). *ICT Sector Guidance built on the GHG Protocol Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard*. https://www.ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/GHGP-ICTSG%20-%20ALL%20Chapters.pdf

hindamis- ja seiremetoodikat välja töötama. 2021. aastal kuulutati välja pilootprojekti hange „European Green Digital Coalition“,[29] mille eesmärgiks on välja töötada keskkonnamõju netoväärtuse hindamist ja seiret võimaldava raamistik. Esimesi tulemusi on oodata juba 2022. a. jooksul.[30]

Arvestades olemasolevate hindamismeetodite puuduseid, andmete kättesaadavust ja töö eeldatavat mahtu, töötas projektimeeskond välja kohandatud meetodi digiriigi keskkonnamõju mõõtmiseks ja hindamiseks. Väljatöötatud hindamismudeli koostamisel võeti aluseks rahvusvahelised standardid ja juhendmaterjalid, kohaldades metoodikate täpsusastet Eesti valdkonna tänasele seisule vastavaks. Lähtuvalt projekti eesmärgist tuvastada suurima keskkonnamõjuga digiriigi komponendid, tuvastati ja sõnastati hindamismudeli koostamisel ka täpsemat mõõtmist takistavad probleemid.

Digiriigi keskkonnasõbralikkuse hetkeolukorra ja võimaluste analüüsi analüüsipüstituses kirjeldatud hinnatavad digiriigi komponendid paigutati süsteemsema lähenemise saavutamiseks Hilty ja Aebischer-i poolt välja töötatud kontseptuaalsesse raamistikku (vt Joonis 7, LES mudel (*life-cycle impact, enabling impact, and structural impact*)).



Joonis 7. IKT keskkonnamõju kontseptuaalne raamistik (LES mudel)[31]

Käesolevas uuringus analüüsitavad IKT keskkonnamõju komponendid jagunevad raamistiku tasemete vahel alljärgnevalt:

- **Elutsükli mõju**
  - IKT seadmete elutsükkel
  - IKT seadmete energiakasutus
  - Andmekeskused, sh pilvemajutus ja pilveteenused
  - Tarkvaralahendused, sh pärandsüsteemid
  - Digiprügi
- **IKT positiivse mõju võimaldajana**
  - IKT-ga seotud protsesside planeerimine ja suunamine
- **Pikaajaline struktuurne mõju**

[29] https://etendering.ted.europa.eu/cft/cft-document.html?docId=94857
[30] https://www.greendigitalcoalition.eu/methodology/
[31] Allikas: Hilty, L.M., Aebischer B. (2015) *ICT for Sustainability: An Emerging Research Field.*

- IKT sektori väljakutsete ja võimaluste analüüs kestliku digitaliseerimise juhtimiseks kuni 2030, sh kestlikkus IT lahenduste planeerimisel ja arendamisel

Lähtuvalt analüüsi tellija ülesandepüstitusest keskendub käesolev analüüs peamiselt raamistiku tasemetele 1 ja 3. Tase 2 kaetakse piiratud mahus, s.t keskendutakse vaid IKT-ga seotud protsesside planeerimise ja suunamise analüüsile. Alljärgnevalt on lähemalt tutvustatud kõigi kolme taseme poolt hõlmatavaid teemasid. Iga komponendi hindamise täpsem metoodika on kirjeldatud vastava komponendi peatükis.

Tase 1 - Elutsükli mõju (ingl k *life-cycle impact*) hõlmab IKT seadmete tootmiseks vajamineva toormaterjali hankimise, IKT seadmete (riistvara) tootmise ja transpordi, IKT seadmete kasutamiseks vajamineva elektri tootmise (sh seotud energiakasutus näiteks andmekeskuse jahutamiseks), IKT seadmete ümbertöötlemise ja ümbertöötlemata jäätmete käitlemise keskkonnamõju. Elutsükli mõju hindamise tööriistadeks on LCA (ingl k Life-Cycle Assessment) meetod. LCA võimaldab omavahel siduda loodusvarade kasutamise ja IKT seadmete kasutuse otsesed mõjud. Teatud juhtudel võib vajalikuks osutuda ka sotsiaalsete mõjude hindamine, näiteks seadme tootmiseks vajaminevate loodusvarade kaevandamisega seotud sotsiaalsed mõjud asukohariigis. Praktikas piirdutakse enamasti seadme kasutamisega kaasneva elektrienergia tarbe ja seadme eluea pikkuse mõõtmisega. Tootmise ja utiliseerimise osas soovitab LCA raamistik lähtuda tootja poolt avalikustatud vaikeväärtustest.

Tase 2 - IT positiivse mõju võimaldajana (ingl k *enabling impact*) tähistab toiminguid, mille teostamine muutub tänu IT lahenduste kasutuselevõtule võimalikuks. IT positiivse mõju võimaldajana asendab keskkonna vaates ebaefektiivsed ressursid efektiivsematega. Erinevaid võimalusi selleks liigitatakse järgnevalt:

- **Protsesside optimeerimine** kui materiaalsete ressursside asendamine mittemateriaalsetega.

  IT abil on võimalik vähendada mõne seadme või tegevuse negatiivset keskkonnamõju, nt. kütust säästvat juhtimist toetavad tarkvaralahendused autodes, nutikad jahutus või küttesüsteemid, jmt. Keskkonnateadlik protsesside optimeerimine peaks põhinema andmete ning andmete analüüsil tekkiva informatsiooni targal kasutamisel, misläbi on võimalik vähendada materiaalsete ressursside nagu tööjõu, kapitali ja loodusvarade kasutust.[32]

  Protsesside optimeerimine IT lahenduste rakendamise kaudu on Eestis tuntud ja levinud. Näiteks viidi 2022. aasta esimeses pooles toimunud rahvaloendus läbi valdavalt riigi registrite andmetele toetuvalt, millele lisaks koguti Eesti inimestelt sisendit ka e-ankeedi täitmise kaudu.[33] Üksikuid rahvaloenduse valimisse sattunud ning e-ankeedile vastamata jätnud inimesi küsitlesid endiselt ka rahvaloendajad, kuid selgelt võimaldas andmepõhine lähenemine optimeerida kõigi kolme materiaalse ressursi (tööjõud, kapital, loodusvarad) kulu, omades seeläbi positiivset mõju keskkonnale.

  Suur osa riigi teenustest on juba digitaalsed ning registrite ja andmekogude tark kasutamine võimaldab IT lahenduste positiivset mõju keskkonnale võimendada. Tegevuste optimeerimisel on enamasti tulemuseks ühe materiaalse ressursi asendamine teisega, näiteks tööjõukulu vähendamine kapitali ja loodusvarade kasutuse suurendamise arvelt. Keskkonnateadliku protsesside optimeerimise käigus tuleks kõrgendatud tähelepanu pöörata just digitaalsetele andmetele ning nendest saadavale lisandväärtusele, millele tuginedes oleks võimalik vähemalt osaliselt vähendada ka materiaalsete ressursside kasutust.

- **Andmekandja asendamine** kui ühe materiaalse ressursi asendamine teisega.

  Mittemateriaalsed ressursid nagu näiteks kirjandus, teadus, geneetiline informatsioon või linnulaul vajavad talletamiseks ja edasi andmiseks materiaalset ressurssi (nt paber, digitaalne salvestusseade). Üks IT lahenduste kasutuselevõtuga kaasnev võimalus keskkonnamõju vähendamiseks on varem kasutatud andmekandja (nt paber) asendamine digitaalsega. Tihti mõistetakse seda kui materiaalse ressursi asendamist mittemateriaalsega, kuid tegelikkuses toimub siiski ühe materiaalse ressursi asendamine teisega. Näiteks paberarve asendamisel e-arvega on endiselt vajalik digitaalne salvestusseade (nt

[32] Tööjõudu ja kapitali saab pidada inimese loodud materiaalseteks ressurssideks (Hilty, L.M., Aebischer B., 2015)
[33] https://rahvaloendus.ee/et/uudised/rahvaloenduse-e-kusitlusel-koguti-ligi-600-000-eestimaalase-vastused

seadme lokaalne kõvaketas või pilveteenuse pakkuja andmekeskuse seade). Sama kehtib ka füüsilisele koosolekule minemiseks transpordivahendi kasutamise asendamisel videokoosolekuga, kus üks materiaalne ressurss asendub teisega, mis, tõsi küll, on keskkonnasäästlikum.

- **Kontrolli eksternaliseerimine** kui ühe mittemateriaalse ressursi asendamine teisega.

  Juhul kui protsessi sisendiks on andmed, saab toimuda kontrolli eksternaliseerimine. Selliseks lahenduseks on näiteks andmekeskuste lokaalsesse arvutivõrku ühendatud küttesüsteemid, kus andurid mõõdavad serveriruumi temperatuuri ning kasutusel olev automaatika reguleerib sensorite andmete alusel ruumi temperatuuri, hapnikusisaldust ja muid tegureid. Keskkonnahoiu vaates võimaldab kontrolli eksternaliseerimine protsesse andmepõhiselt juhtida, mille tulemuseks on nii majanduslike- kui ka loodusressursside kokkuhoid. Samas vajavad kontrolli eksternaliseerimisel maandamist mitmed olulised riskid, näiteks andmete väärkasutus, süsteemi rikete võimalus ja soovimatud sekkumised kolmandate osapoolte poolt. Siin võib avalduda ka IKT negatiivne keskkonnamõju läbi lisanduvate IKT seadmete, mis muudavad ümbertöötlemise ja utiliseerimise keerukamaks ja kallimaks, nt. RFID andurid jmt.

Tase 3 – Pikaajaline struktuurne mõju (ingl k *structural impact)* tähendab püsivaid makrotaseme muutuseid. Siia alla kuuluvad inimeste, organisatsiooni ja terve ühiskonna hoiakute ja käitumise muutused, mida on IT abil võimalik mõjutada. Siia alla võib liigitada ka usaldusväärsete andmete avaldamise ja info jagamise keskkonnamõjude, sh. IKT keskkonnamõjude, kohta. Inimeste käitumise muutumise on näiteks kaasa toonud elektrihindade järsk tõus ja hinnadünaamika info avalikustamine, mis on paljusid sundinud tegema valikuid teatud seadmete kasutamisel või välja lülimisel ning energiasäästlikema seadmete soetamiseks.[34]

Struktuurset mõju vaatleme käesolevas analüüsis riigiasutuste tasemel. Rohelise digiriigi ambitsiooni saavutamiseks on oluline, et riigiasutused teadvustaksid endale IKT lahenduste rakendamisel tekkivat keskkonna jalajälge. Ka pilves paiknevate andmete talletamiseks peab kusagil asuma füüsiline salvestusseade. Oluline on ka see, et asutused pööraksid tähelepanu IKT valdkonnaga seotud keskkonnahoiu parimate praktikatega seotud teadmiste suurendamisele, läbi mille saab aidata kaasa IKT alase keskkonnateadlikkuse kasvule nii riigiasutustes kui ühiskonnas laiemalt.

[34] Vt. ka Butler, T., Hackney, R. (2011) *Greening Government ICT: A Mechanism-Based Explanation of Institutional Change in the UK Public Sector*.

3.2 Välisriikide kogemused

Välisriikide kogemust kaardistati dokumendianalüüsi põhjal; uuriti kas ja millised digiriigi arengutaseme poolest Eestiga sarnased riigid on poliitikate ja strateegiate koostamisel pööranud tähelepanu IKT valdkonnaga seotud keskkonnahoiule.

Enamasti on IKT valdkonnaga seotud eesmärke mainitud riikide üldistes kliima- ja keskkonnastrateegiates või puuduvad IKT valdkonnaga seotud konkreetsed eesmärgid sootuks. Läbiviidud dokumendianalüüs kinnitas, et IKT valdkonna keskkonnamõjuga tegelemine on kogu maailmas endiselt uudne ning selged parimad praktikad riikide lähenemistes veel välja ei joonistu. Alljärgnev annab ülevaate valitud riikide arengutest keskkonnasõbraliku IKT osas. Uuritud riikide seast paistsid enim silma Soome ja Suurbritannia, kus on sõnastatud eraldi IKT valdkonnale keskenduvad kliima- ja keskkonnastrateegiad, teistes riikides (nt. Taani, Malta, Sloveenia, Kanada, Uus-Meremaa, Singapur) on eesmärgid hajusamad ja keskenduvad üksikutele aspektidele, nt. andmekeskused, pilveteenused, kodust töötamise mõju, andmehaldus, sensorid ja robotid, inimeste teadlikkus ja pädevused.

Analüüsitud riikide praktikate alusel on võimalik järeldada ka seda, et ka riikides, kus konkreetset IKT valdkonna keskkonnajalajälje vähendamise strateegiat ei ole koostatud (nt. Rootsi, Norra), on rakendatud tegevusi, mis aitavad valdkonna keskkonnakoormust vähendada. Oluline roll on võtmepositsioonis olevatel osapooltel, näiteks kesksed riigiasutused ja suuremad kohalikud omavalitsused, mis on võimelised käivitama muudatusi IKT keskkonnamõju vähendamiseks.

Soome

2019. aastal loodi Soome Transpordi- ja Kommunikatsiooniministeeriumi poolt töögrupp, et töötada välja IKT sektori kliima ja keskkonnastrateegia.[35] Töögrupi ülesandeks oli luua ühine seisukoht IKT-sektori kliima- ja keskkonnamõjude osas ning pakkuda välja vahendid nende mõjude juhtimiseks. 2020. aasta juunis valmis hetkeolukorrast ülevaadet andev vahearuanne ning lõplik strateegia avaldati novembris 2020. Strateegia eesmärgiks on propageerida ökoloogiliselt jätkusuutlikku digitaliseerimist ning toetada kliima- ja keskkonnaeesmärkide saavutamist. Strateegia näol on tegu ühe komponendiga Soome laiemast eesmärgist saavutada aastaks 2035 süsinikuneutraalsus, milleks tuleb emissioone vähendada kõigis sektorites, sh IKT valdkonnas.

IKT sektori kliima- ja keskkonnamõjude strateegia visiooni kohaselt peab Soome aastaks 2035 olema ökoloogiliselt jätkusuutlike IKT laheduste kasutuse ja arenduse liider. IKT lahendusi nähakse ühe peamise kliima ja keskkonnaprobleemide lahendamise tööriistana. Samal ajal peab IKT sektori enda keskkonnamõju olema ühiskonnas laialt teadvustatud ning selle mõõtmiseks peavad olemas olema usaldusväärsed andmed, mida sektori jätkusuutlikuks arendamiseks kasutada.

Visiooni saavutamiseks pakub strateegia välja järgnevad meetmed:

- **Kliima- ja keskkonnasõbraliku IKT infrastruktuuri edendamine**
  1) Energiatõhusate lahenduste kasutamise ja arenduse propageerimine.
  2) Süsinikneutraalsete elektriallikate propageerimine.
  3) Tingimuste parandamine andmekeskuste jääksoojuse kasutamiseks.
  4) Keskkonnaalaste aspektidega arvestamine võrkude ehitamisel ning võrgujagamise propageerimine.
- **Kliima- ja keskkonnasõbraliku andmemajanduse edendamine**
  1) Tarkvara ja teenuste disainimisel ja arendamisel pöörata rohkem tähelepanu lahenduste energiatõhususele.
  2) Tarkvara ja teenuste hankimisel pöörata rohkem tähelepanu lahenduste energiatõhususele.

[35] https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/162912

3) Arendada IKT lahendusi, mis pakuvad kliima ja keskkonnaalast kasu ja propageerida nende kasutuselevõttu.

- **Jätkusuutliku materjaliringluse ja ringmajanduse edendamine**

1) Seadmete eluea pikendamine protsessidisaini, hankenõuete ja teadlikkuse tõstmise kaudu.
2) Suurendada vanade seadmete korrektset kogumist ning materjalide taaskasutust.
3) Propageerida jätkusuutlike materjalide kasutamist seadmete tootmisel.

- **Keskkonnaalaste teadmiste suurendamine ja jalajälje mõõtmise arendamine**

1) Täiustada andmekeskuste ja võrkude energiakasutuse statistika koostamist ja heite seiret.
2) Suurendada teadmisi IKT sektori materjaliringluse ja taaskasutuse probleemidest.
3) Suurendada teadmisi digilahenduste elutsükli mõjude ja tagasipõrke efektide (ingl k *rebound effect*) osas.

- **Tarbija teadlikkuse ja kompetentsi tõstmine**

1) Suurendada teadlikkust IKT teenuste kasutamise keskkonnamõjude osas.
2) Suurendada seadmete keskkonnateadliku kasutamise oskusi.

- **Uute tehnoloogiate kasutamine ja väljakutsetele reageerimine**

1) Suurendada arusaama uute tehnoloogiate võimalikust kliima- ja keskkonnajalajäljest.
2) Kasvatada uute tehnoloogiate potentsiaali pakkuda ökoloogiliselt jätkusuutlike lahendusi.

2022. aasta alguses lepiti kokku strateegia seireraamistik, mida 2022. aasta kevadel piloteeritakse. Euroopa tasandil on BEREC võrgustikus[36] 2022. aastal kavas välja töötada ühtsed indikaatorid võrguteenuste pakkumise keskkonnamõju hindamiseks, milles Soome peab vajalikuks osaleda.[37]

Valtori (Soome keskne riiklik IKT-asutus) on sõnastanud asutuse vastutustundliku toimimise põhimõtted.[38] Muude teemade hulgas on sõnastatud keskkonnavastutuse põhimõtted, mida tegevustes järgitakse. Neist on IKT-ga seotud eelkõige järgmised:

- Hoiame enda tegevuskohtade energiatõhususe kõrgel tasemel.
- Hangetes arvestame seadmete energiatõhusust ja materjalide taaskasutatavust.

Põhimõtete realiseerimiseks on vähendatud serveriruumide hulka (mh energiatõhususe suurendamiseks), rakendatud pilvelahendusi (nt tipukoormuste haldamiseks, mh kaubanduslike teenusepakkujate serverid). Asutuse üks keskseid serveriruume paiknes juba 2020. aastal hoones, mida köeti serveriruumi jääksoojusega.[39]

Suurbritannia

Suurbritannias valmis juba 2011. aastal valitsuse IKT keskkonnasõbralikkuse strateegia („Greening Government: ICT Strategy“), mis oli valitsuse üldise IKT strateegia üks alamosa. Alates strateegia loomisest on koostatud iga-aastaseid aruandeid, mis kirjeldavad strateegia tegevuste tulemuslikkust. See võimaldab aru saada baastasemest ning püstitada igaks järgmiseks perioodiks uusi eesmärke. 2020. aastal avalikustati strateegia uuendatud versioon („Greening Government: ICT and Digital Services Strategy 2020-2025“). [40]

[36] https://berec.europa.eu/eng/about_berec/what_is_berec/
[37] https://www.slideshare.net/lvmfi/ictalan-ilmastostrategian-seurantafoorumi-23112021
[38] https://valtori.fi/vastuullisuus
[39] Valtion käyttöpalveluiden energiatehokkuuden kehittäminen Mikko Vuorikoski, 05.03.2020
[40] https://www.gov.uk/government/publications/greening-government-ict-and-digital-services-strategy-2020-2025/greening-government-ict-and-digital-services-strategy-2020-2025

Strateegia visiooniks on saavutada olukord, kus globaalse jätkusuutlikkuse liidrina tagab Suurbritannia valitsus, et IKT taristu ja sellega seotud tarneahelad on ratsionaliseeritud, vastutustundlikud, vastupidavad ja vabad ekspluateerimisest, pakkudes kõigile keskkonnaalast majanduslikku ja sotsiaalset kasu.

Visiooni saavutamiseks pakub strateegia välja alljärgnevalt eesmärgid ning nende saavutamist võimaldavad tegevused:

- **Vähendada õhku paisatavat süsinikdioksiidi kogust ja kulusid**

  1) Osta riigihankega ainult tarnijatelt, kes on alustanud või võtnud endale kohustuse seada teaduspõhiseid eesmärke, mis vastavad ministeeriumite poolt seatutele.
  2) Avaldada koostöös tarnijatega andmeid IKT süsiniku- ja keskkonnajalajälje vähendamise kohta, sh tarbitud teenuseid ja kasutusel olevaid büroopindasid arvesse võttes, arvestades seejuures ka kaudsete keskkonnamõjudega.
  3) Disainida IKT- ja digitaalsed teenused jätkusuutlikkuse põhimõtteid silmas pidades ja TCoP-d[41] (Technology Code of Practice) järgides.

- **Suurendada vastupidavust**

  1) Juurutada parimatele praktikatele vastavaid hankenõudeid, et vältida orjatööjõu kasutamist ja muid sotsiaalselt mitteaktsepteeritavaid tegevusi IKT tarneahelas.
  2) Kaardistada ja seirata IKT süsteemide ja teenuste tarneahela andmeid kogu valitsuses.
  3) Stressi- ja stsenaariumitestide teostamine IKT tarbeahelatele, et suurendada valmisolekut kliimaprobleemide ja ökoloogiliste kriiside puhuks.

- **Suurendada vastutustundlikkust tehes õigeid asju**

  1) Suurendada koolituste ja haridussüsteemi kaudu teadlikkust vastutustundliku digitaalseid lahendusi kasutava kodaniku rolli osas.
  2) Juurutada jätkusuutlikud IKT põhimõtted valitsuse võtmerollide tegevustes ja valitsuse poolt loodavates lahendustes.
  3) Juurutada jätkusuutlikud IKT põhimõtted riigiasutuste eeskirjades ja strateegiates.

- **Suurendada läbipaistvust ja koostööd**

  1) Avaldada koostöös tarnijatega täpseid andmeid IKT süsiniku- ja ökoloogilise jalajälje kohta, sh tarbitud teenuseid ja kasutusel olevaid büroopindasid arvesse võttes, arvestades seejuures ka kaudsete keskkonnamõjudega.
  2) Kaardistada ja arvestada IKT elutsükli lõpu keskkonnamõju.
  3) Luua, osaleda ja juhtida valitsuse jätkusuutlikkuse töörühma tööd.

- **Suurendada vastutust**

  1) Raporteerida iga-aastaseid edusamme ümbertöödeldud või taastatud IKT seadmete hankimisel, et läbi korduva kasutamise toetada seadme elutsükli pikenemist.
  2) Raporteerida IKT mõõdikuid rohe-eesmärkide saavutamiseks loodud iga-aastastes aruannetes (Greening Government Commitments, Annual Reports and Accounting).

IKT valdkonna keskkonnasõbralikkuse põhimõtteid on püütud viia ka erasektorini, mille tarbeks töötas Suurbritannia Keskkonnaministeerium (Department for Environment Food & Rural Affairs) välja ettevõtjatele suunatud juhendmaterjali.[42] Dokument käsitleb IKT sektori ja jätkusuutliku arenguga seotud väljakutseid ja võimalusi ning soovitusi keskkonnasõbralikuma IKT kasutuse osas.

[41] https://www.gov.uk/guidance/the-technology-code-of-practice

[42] https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/902944/defra-industry-guide-ict-sustainability.pdf

Norra

Norras eraldiseisvat IKT sektori keskkonnastrateegiat koostatud ei ole. Küll aga tuuakse riigi digistrateegias välja, et IKT sektor pakub olulisi võimalusi keskkonnasõbralike lahenduste loomiseks ja kasvuhoonegaaside vähendamiseks.[43] Digiriigi IKT keskkonnamõju eraldi analüüsitud ei ole.

Energiatarbe vähendamise asemel on Norra keskendunud keskkonnasõbralikule energiatootmisele – 98% riigi elektritoodangust tuleb täna taastuvatest energiaallikatest,[44] mis minimeerib oluliselt ka IKT lahenduste kasutusest tulenevat keskkonnamõju. Riigi energiaolukord annab Norrale konkurentsieelise näiteks andmekeskuste ja muude andme- või energiamahukate töötusharude arendamisel. Andmete ja andmekeskustega seotud majandustegevust näeb Norra olulise majanduskasvu mootorina.[45]

Rootsi

Sarnaselt Norrale ei ole ka Rootsi koostanud eraldi IKT sektorile keskenduvat kliima- ja keskkonnastrateegiat, kuigi IKT ja meediasektori süsinikjalajälge on mõõdetud.[46] Küll aga on teemat kõrgemal tasemel käsitletud teistes Rootsi raportides ja visioonidokumentides.

Kõige selgemalt keskendub IT valdkonnale Rootsi Keskkonnaameti (Naturvårdsverket) koostatud aruanne pealkirjaga „Digitaliseerimine ja keskkonnaeesmärgid“,[47] mis vaatleb IKT valdkonda peamiselt keskkonnaeesmärkide saavutamise tööriistana, kuid rõhutab selle kõrval ka IKT enda jalajälge ning IKT korrektse rakendamise olulisust.

Rootsi valitsuse keskkonnahoiu initsiatiiv „Fossil Free Sweden”[48] näeb ette sektoripõhiste teekaartide koostamist. Eraldiseisvat IKT sektori teekaarti koostatud pole, kuid teemaga tegeleb „Digitaliseerimise konsultatsiooniteenuste teekaart“,[49] mis seab sektori energiatarbe ja emissioonidega seotud eesmärgid ning pakub välja võimalused digitaliseerimise kaudu keskkonnaeesmärkide saavutamiseks. Samuti on eraldiseisev teekaart koostatud elektrienergia sektori kohta,[50] ning kuna IKT sektori puhul on üheks oluliseks keskkonnamõju tekitajaks elektritootmisel tekkiv keskkonnajalajälg, vähendab see olulisel määral ka IKT sektori keskkonnamõju.

Oluline on välja tuua Rootsi pingutused andmekeskustes tekkiva jääksoojuse kasutamisel. 2017. aastal Stockholmi linna ja Stockholm Data Parks poolt alustatud ühisprojekti tulemusena suunatakse andmekeskuste jääksoojus linna tsentraalsesse küttevõrku. Andmekeskustest saadav soojus võimaldab juba täna kütta kümneid tuhandeid kodusid. Tekkiva soojuse eesmärgipärane kasutamine ja Rootsi elektri madal süsinikujalajälg (viimane kivisöeküttel elektrijaam suleti 2020. aasta kevadel) tähendavad, et Rootsi andmekeskuste keskkonnamõju on suudetud olulisel määral kahandada.[51]

[43] https://www.regjeringen.no/en/dokumenter/digital-agenda-for-norway-in-brief/id2499897/
[44] https://www.regjeringen.no/en/topics/energy/renewable-energy/renewable-energy-production-in-norway/id2343462/
[45] https://www.regjeringen.no/globalassets/departementene/nfd/dokumenter/strategier/strategi-nfd-eng-nett-uu.pdf
[46] Malmodin, J., Lunden, D. (2016) *The energy and carbon footprint of the ICT and E&M sector in Sweden 1990-2015 and beyond*. https://www.atlantis-press.com/proceedings/ict4s-16/25860385
[47] *Digitalisering och miljömålen*. https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1472306/FULLTEXT01.pdf
[48] https://fossilfrittsverige.se/en/about-us/
[49] https://fossilfrittsverige.se/en/roadmap/the-digitalisation-consultancy-industry/
[50] https://fossilfrittsverige.se/en/roadmap/the-electricity-sector/
[51] https://stockholmdataparks.com/benefits-of-green-computing-in-stockholm/

3.3 Erasektori kogemus

Võrdluse loomiseks vaadeldi uuringus ka erasektori ettevõtete initsiatiive IKT keskkonnamõju mõõtmiseks ja vähendamiseks. Valimisse võeti Eesti ettevõtteid, mis on oma rohetegevustega silma paistnud. Intervjueeritavate valimisel oli samuti oluline, et ettevõtte töötajate tegevuse iseloom oleks sarnane avaliku sektori tööga, mistõttu osutusid valituks olulise kontoritöötajate osakaaluga suurettevõtted, nagu pangad ja telekomi ettevõtted. Kõik intervjueeritud ettevõtted tõid välja, et nad lähtuvad oma keskkonnajalajälje hindamisel GHG protokolli raamistikest ja tööriistadest.

GHG protokoll

GHG protokoll (Greenhouse Gas Protocol) on rahvusvaheline mittetulunduslik organisatsioon, mis annab välja ulatuslikke standardiseeritud raamistikke kasvuhoonegaaside jalajälje mõõtmiseks ja haldamiseks. Välja töötatud vahendid on mõeldud kasutamiseks nii era- kui ka avalikule sektorile.

GHG protokolli vundamendiks olev GHG Protocol Corporate Standard[52] jagab organisatsiooni kasvuhoonegaasid kolme rühma või „skoopi“ (vt ka Joonis 8).

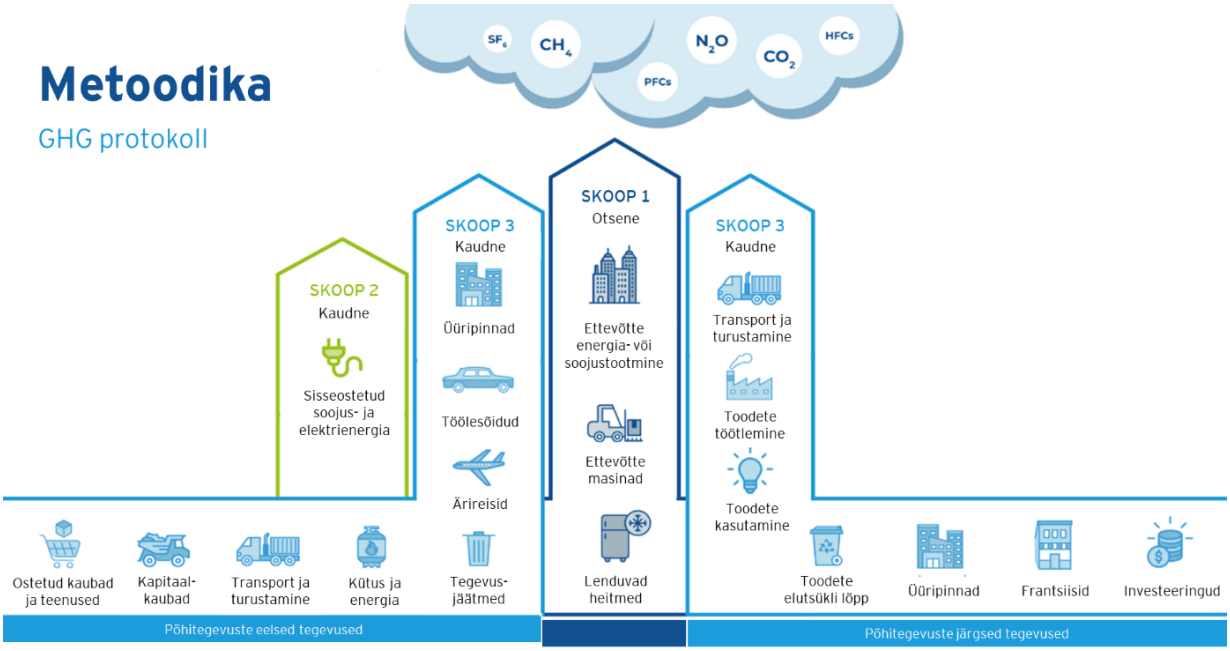
- **Skoop 1 –** otsesed kasvuhoonegaasid, mida tekitavad organisatsiooni kontrolli all või organisatsiooni omanduses olevad ressursid. Näiteks sõidukid ja organisatsiooni enda käsutuses olev energia või soojustootmine.
- **Skoop 2** – kaudsed kasvuhoonegaasid, mis tekivad sisse ostetava energia tootmisel, sh nii soojus- kui elektrienergia.
- **Skoop 3 –** muud organisatsiooni väärtusahelas tekkivad kaudsed kasvuhoonegaasid. Siia alla kuuluvad ettevõtte väärtusahela järgi liigitades nii põhitegevusele eelnevate (ingl k *upstream activities;* nt seadme tootmine, transport) kui ka järgnevate (ingl k *downstream activities;* nt seadme utiliseerimine) tegevuste poolt tekitatavad kasvuhoonegaasid. Organisatsiooni süsinikjalajälge suurendavad näiteks ärireisid või ettevõtte poolt toodetud toodete ja teenuste tarbimine. Jalajälge võivad vähendada näiteks müüdud toodete kasutus, kui müüdud tooted aitavad süsinikjalajälge vähendada. Samuti organisatsiooni roheinvesteeringud. Kokku hõlmab kolmas skoop 15 eri kategooriat, mille kõigi jaoks on loodud kategooria keskkonnamõju hindamise juhismaterjalid.[53]

Intervjueeritud ettevõtted on GHG protokolli alusel keskkonnajalajälje mõõtmisega pigem algusfaasis ning mõõtetulemuste täpsus ajas paraneb. Samuti tõdeti, et lihtsam on mõõta skoop 1 ja skoop 2 kuuluvat jalajälge, sest nende ulatus on selgem ning mõõtmine lihtsam. Kõige parem ülevaade on intervjueeritud ettevõtetel skoop 1 süsinikjalajäljest, sest sellega seotud mõju – näiteks ettevõtte diiselgeneraatori kasutust - saab ettevõte ise juhtida.

Skoop 2 hõlmab sisse ostetava energia jalajälge. Ettevõtted tõid välja, et kontorihoonete kütmisel tekkiva keskkonnajalajälje vähendamine on keerukas ja kallis, sest enamasti on kasutusel kohalikku keskküttesüsteemi ühendatud rendipinnad. Lihtsam on mõjutada tarbitud elektrienergia keskkonnamõju elektribörsilt roheenergiat ostes.

Enim raskusi valmistab ettevõtetele skoop 3 keskkonnamõju mõõtmine. See sisaldab muuhulgas ettevõtte poolt müüdavate toodete ja/või pakutavate teenuste keskkonnamõju. Samuti investeeringute osa, mis kõik on ettevõttest väljaulatuvad, mistõttu tuleb arvesse võtta ka teiste ettevõtete või eraklientide käitumise mõju keskkonnale.

[52] https://ghgprotocol.org/corporate-standard
[53] https://ghgprotocol.org/scope-3-technical-calculation-guidance



Joonis 8. GHG protokolli skoopide illustratsioon[54]

Valdav osa Eesti ettevõtetest täna oma keskkonnajalajälge ei mõõda. Keskkonnajälge mõõtvad ettevõtted on sellega alles algusjärgus ja kolmanda skoobi täpne mõõtmine ei ole seni veel õnnestunud või sisaldab suuri ebatäpsusi. Näiteks pankade puhul moodustab suure osa ettevõtte keskkonnamõjust skoop 3 alla liigituvate väljaantavate laenude mõju keskkonnale. Skoop 3 hindamise murekohana toodi välja ka investeeringute keskkonnamõju mõõtmise suur keerukus.

IT seadmete kasutamise keskkonnamõju paigutuvad intervjueeritud ettevõtted GHG protokolli meetodi kohaselt skoop 2 alla, sest IT seadmete kasutamisel tekib otsene keskkonnamõju elektrienergia kaudu. Roheenergia kasutamine võimaldab seda mõju oluliselt vähendada või seda minimeerida. Võrreldes seadmete kasutusest tuleneva mõjuga (energiakasutus) tekib aga oluliselt suurem mõju seadmete tootmisel ja utiliseerimisel, mida GHG protokolli meetodis liigitatakse skoop 3 alla.

IT seadmete elutsükkel

Kui avalik sektor eelistab seadmete rentimist, siis intervjueeritud ettevõtted eelistavad pigem seadmete väljaostmist. Ühe põhjusena toodi välja vajadus pakkuda töötajatele paindlikult võimekaid ja nende isiklikele eelistustele vastavaid arvuteid. Teise aspektina toodi välja vajadus kontrollida ettevõtte IT seadmete elutsükli lõppu, kus lisaks keskkonnahoiu aspektidele on vaja maandada ka andmekaitse riske. Seadme tavapärane elutsükli pikkus on 4 aastat.

On ettevõtteid, mis nõuavad, et seadme müüja oleks liitunud Ecovadis[55] jätkusuutlikkuse reitingute süsteemiga, mis võimaldab müüja keskkonnajalajälge adekvaatsemalt hinnata. Reitingute süsteemiga liitumine on müüjate jaoks küll tülikas, kuid selle rakendamisel nähakse laiemat eesmärki rohelise mõtteviisi populariseerimises tarnijate seas.

IKT seadmete energiakasutus

Intervjueeritud ettevõtetes IKT seadmete elektrikulu praegu eraldi ei mõõdeta. GHG protokolli skoop 2 raames vaadatakse pigem ettevõtte elektrienergiakasutuse keskkonnamõju tervikuna. Intervjueeritud ettevõtted ostavad elektribörsilt 100% ulatuses roheenergiat või plaanivad seda lähitulevikus tegema hakata. Roheenergiat kasutavates ettevõtetes on süsinikdioksiidi heide nulli viidud.

[54] https://www.southpole.com/uploads/media/ghg-methodology.png
[55] https://ecovadis.com/

Andmekeskused, sh pilvemajutus ja pilveteenused

Telial on Eestis kokku 6 andmekeskust, mille teenuseid oma klientidele, sh pankadele, pakutakse. Kuna Telia teenuseid kasutavad ka mitmed riigiasutused, on nende andmekeskuste keskkonnamõju põhjalikumalt käsitletud digiriigi andmekeskuste keskkonnamõju analüüsi osas (vt ptk 4.1.3.2).

Pangad, mis omavad serveriruume, pööravad tähelepanu ka nende keskkonnamõjule. Näiteks mõõdetakse serveri ja jahutusseadmete poolt kasutatavat elektrienergiat (KWh), keskmist võimsust serveri räki kohta, samuti arvutatakse andmekeskuste efektiivsuse mõõdikuna levinud PUE (Power Usage Effectiveness) näitu. Ühe panga näitel on viimase 3 aasta jooksul keskmine PUE paranenud: 2019. aastal 1,54, 2020. aastal 1,5 ja 2021. aastal 1,43.

Tarkvaralahendused

Tarkvaralahenduste ja pärandsüsteemide osas intervjueeritud ettevõtted keskkonnaalaseid mõõtmisi ei teosta. Tarkvaraarendus, sh pärandsüsteemide asendamine on ajendatud muudest eesmärkidest ning olulist negatiivse keskkonnamõju vähendamise eesmärki intervjueeritavad sellel tegevusel ei näe. Kuigi GHG protokoll hõlmab tööriistu ka tarkvaralahenduste keskkonnamõju mõõtmiseks, pole sellist detailsust hindamisel seni vajalikuks peetud.

Digiprügi

Digiprügiga tegelemisel on silma paistnud Telia, kelle eestvedamisel sai 2019. aastal alguse digikoristuspäeva initsiatiiv. 2022. aasta jaanuaris toimunud digikoristuspäevast võttis osa rekordilised 380 ettevõtet ja asutust ning üle 20 000 eraisiku.[56] Samas tõdesid Telia esindajad, et kuigi digiprügi omab keskkonnale kahtlemata olulist mõju, on teaduspõhise digiprügi mõju mõõtmist võimaldava metoodika leidmine osutunud keeruliseks. Tallinna Ülikooli töögrupi ja Telia Eesti koostöös läbi viidud hiljutine projekt[57] selliseid teaduspõhiseid metoodikaid ei tuvastatud ning töö tulemina toodi välja üldised põhimõtted ja parimad praktikad, millest digiprügiga võitlevad ettevõtted peaksid lähtuma.

Kuigi Telia poolt algatatud digikoristuspäev on populaarne, tõdesid intervjueeritud pangad, et kuigi koristuspäeval osaletakse, siis digiprügiga väga aktiivselt ei tegeleta. Esmaseks prioriteediks on ettevõtte põhitegevusega seotud keskkonnajalajälje vähendamine, mille mõju on oluliselt suurem.

Pankade tegevused keskkonnasõbralike valikute toetamiseks

Enamus pankade poolt põhjustatavast keskkonnamõjust tuleneb nende põhitegevustest. Ühe intervjueeritud panga hinnangul on nende operatiivsete tegevuste (sh IKT) ja sellega kaasneva tarbimise (transport, elekter, küte, vesi jne) mõju vaid umbes 3% kogu panga keskkonnamõjust. Ülejäänud 97% moodustab panga põhitegevus.

Selleks, et oma keskkonnamõju vähendada, tegelevad pangad keskkonnasõbralike valikute toetamisega läbi keskkonnahoidu toetavate teenuste. Näiteks pakutakse soodsamaid tingimusi elektriauto liisimiseks, A-energiaklassi kuuluva kodu ostuks ning muid keskkonnahoidu soodustavaid finantstooteid. Tarbijate teadlikkust ja valikuid püütakse suunata ka muude vahenditega. Näiteks on SEB pank loonud mobiilirakenduse, et võimaldada selle kasutajatel vaadata oma elustiilivalikute mõju süsinikuheitele.[58]

Levinud on ka Rohetiigri initsiatiivis kaasa löömine. Rohetiiger on valdkondade ülene koostööplatvorm, mille eesmärk on luua tasakaalus majandusmudel Eestile ja maailmale. Koostööplatvormi missiooniks on luua ja rakendada loodussõbralikke praktikaid kõikides sektorites ning kujundada välja tasakaalus majandus.[59]

Kokkuvõttes on avalikul sektoril võimalik õppida erasektori kogemusest IKT keskkonnamõjude süsteemsel mõõtmisel (nt GHG protokolli meetod) ja andmekeskuste ning serveriruumide keskkonnasõbralikul käitamisel.

[56] https://turundajateliit.ee/digikoristuspaev-loi-uue-rekordi-osa-vottis-380-ettevotet/
[57] https://elu.tlu.ee/et/projektid/digiprugi
[58] https://www.seb.ee/co2
[59] https://rohetiiger.ee/

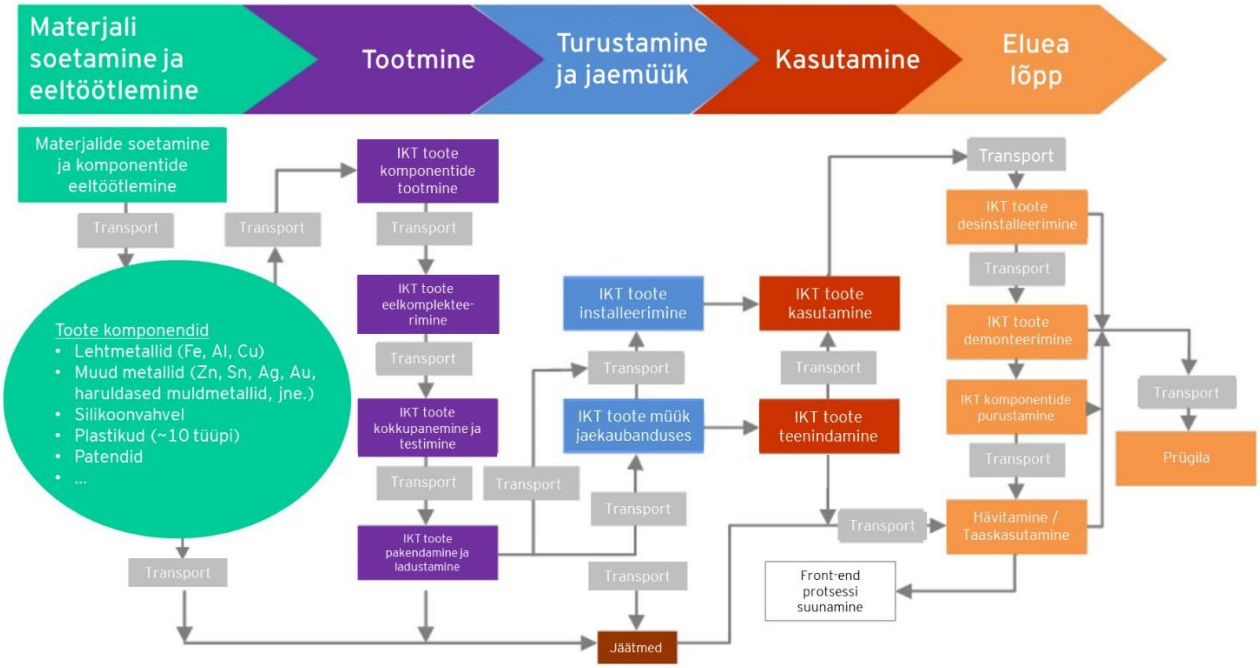
4. Digiriigi keskkonnamõju hetkeseis

Digiriigi keskkonnasõbralikkuse hetkeolukorra analüüsi osaks oli digiriigi eri komponentide uurimine. Käesolevas peatükis analüüsitakse valitud komponentide keskkonnamõju kolmetasemelise raamistiku abil (vt LES mudel, ptk 3.1):

- Elutsükli mõju
- IT positiivse mõju võimaldajana
- Pikaajaline struktuurne mõju.

4.1 Elutsükli mõju

Elutsükli mõju (ingl k *life-cycle impact*) hõlmab IKT seadme tootmiseks vajamineva toormaterjali hankimise, seadme tootmise ja transpordi, seadme kasutamiseks vajamineva elektri tootmise, seadmete ümbertöötlemise ning ümbertöötlemata jäätmete käitlemise keskkonnamõju. Seega katab elutsükli mõju kõik IKT valdkonnaga seotud otsesed keskkonnamõjud, alates tootmisest kuni utiliseerimiseni (vt. Joonis 9).

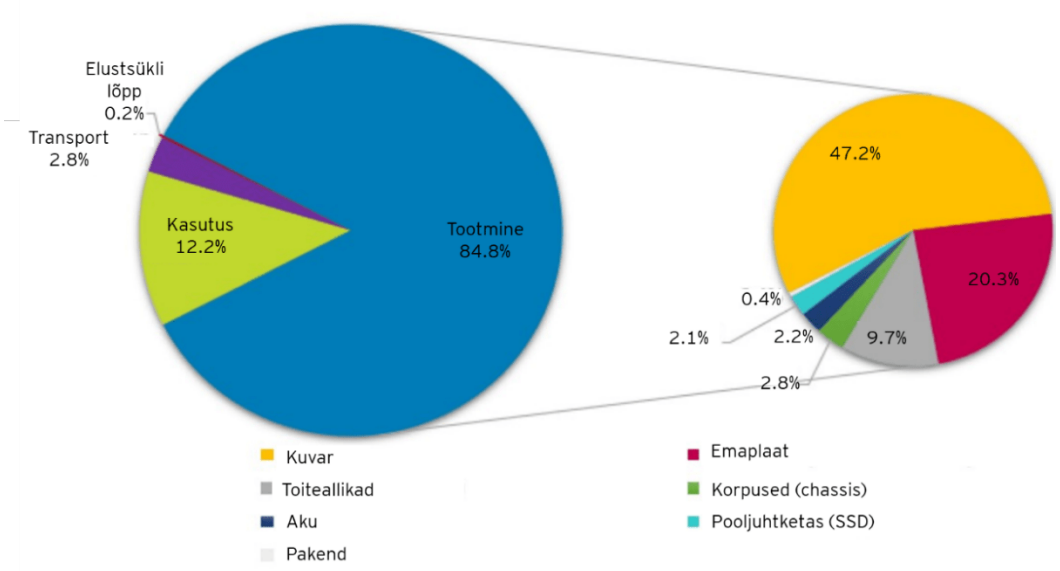


Joonis 9. IKT seadme elutsükli keskkonnamõju tegurid (allikas: GHG protokoll[60])

Kuigi eri seadmete ja mudelite keskkonna jalajälg võib erineda kordi, joonistuvad hästi välja kõige suurema keskkonnajalajäljega elutsükli etapid. Enamuse seadme jalajäljest (u 75-85%) annab selle tootmine. Valmis seadme transport moodustab jalajäljest võrdlemisi väikese osa (2-4%). Müüdud seadme kasutus annab tootjate hinnangul jalajäljest umbes 10-15% (vt ka näidet Joonis 10).

Eestis kasutatavad arvutid ja muud IKT seadmed on toodetud mujal ning selle otsene keskkonnamõju avaldub seega mujal – Eesti digiriigi vaatepunktist on need eelnevad (*upstream*) mõjud. Samuti leiab enamus avaliku sektori käsutuses olnud arvutitest omale uue omaniku piiri taga, kuhu jäävad siis ka seadme utiliseerimisega kaasnevad, ehk järgnevad (*downstream*) keskkonnamõjud. Uuringus käsitleme siiski seadmete terviklikku elutsüklit (ptk 4.1.1), kuid vaatame eraldi ka seadmete kasutamise energiakulu, millel on otsene keskkonnamõju Eestis (ptk 4.1.2).

[60] GHG Protocol (2017). *Guide for Assessing GHG Emissions of ICT Hardware*. Lk. 5-8



Joonis 10. Väljavõte Dell Latitude 5420 keskkonnajalajälje raportist (allikas: Dell Technologies[61])

Eraldi analüüsitavateks komponentideks olid uuringus andmekeskused, pilvemajutus ja pilveteenused (ptk 4.1.3), tarkvaralahendused, sh pärandsüsteemid (ptk 4.1.4) ning digiprügi (ptk 4.1.5). Iga komponendi kohta on esitatud järgmised alateemad:

- **Hindamise metoodika** – kirjeldab komponendi keskkonnamõju hindamise metoodikat ja hindamisega seotud takistusi.
- **Asutuste praktika** – asutuse esindajatega läbi viidud intervjuudega kogutud andmetele tuginev asutuste praeguse praktika kirjeldus.
- **Hinnang keskkonnamõjule** – andmete olemasolul kvantitatiivne või kvalitatiivne hinnang komponendi keskkonnamõjule.

[61] https://corporate.delltechnologies.com/content/dam/digitalassets/active/en/unauth/data-sheets/products/laptops/latitude-5420-pcf-datasheet.pdf

4.1.1 IKT seadmete elutsükkel

4.1.1.1 Hindamise metoodika



Joonis 11. LCA meetodi etapid (allikas: OneClick

IKT seadmete elutsükli keskkonnamõju hindamisel keskendusime töökohaseadmetele: **sülearvutid, lauaarvutid, monitorid** ja **printerid**. IKT seadmete elutsükli hindamiseks on välja töötatud LCA (ingl k Life-Cycle Assessment) meetod, mis aitab põhjalikult hinnata kogu seadme elutsükli keskkonnamõju alates seadme tootmiseks vajaminevate loodusvarade kaevandamisest kuni elutsükli lõpus toimuva materjalide taaskasutamise või hävitamiseni (vt. Joonis 11[62]).

Seesugused hindamismetoodikad võimaldavad saavutada suurimat võimalikku täpsust, kuid paraku on nende rakendamine äärmiselt aeganõudev ning andmete puudumise tõttu sageli võimatu. Praktikas soovitavad nii teadlased[63] kui ka IKT seadmete keskkonnamõju mõõtvad eraettevõtted lähtuda elutsükli hindamisel seadme tootja poolt ette antud LCA tulemustest. Seda lähenemist rakendati ka käesolevas analüüsis.

Enamik tuntumatest IKT seadmete tootjatest (nt HP, Lenovo, Dell jpt) arvutavad arvutite ja monitoride keskkonnajalajälge (ingl k Product Carbon Footprint (PCF)) IEC TR 62921[64] nõuetele vastavat PAIA (Product Attribute to Impact Algorithm) meetodit kasutades.[65] PAIA on LCA tööriist, mis võimaldab hinnata seadme erinevate eluetappide jooksul õhku paisatavate kasvuhoonegaaside kogust.

Mõõtühiku valik

Kasvuhoonegaaside kogust väljendavaks ühikuks on kilogrammi süsinikdioksiidi ekvivalent ehk $kgCO_2e$. Kui $kgCO_2$ väljendab ainult õhku paistava süsinikdioksiidi kogust kilogrammides, siis $kgCO_2e$ väljendab lisaks süsinikdioksiidile ka kõigi teiste õhku paisatavate kasvuhoonegaaside (nt metaan, dilämmastikoksiid) kogust. Ekvivalentühiku idee on teisendada teiste kasvuhoonegaaside mõju samasugust keskkonnamõju omavaks süsinikdioksiidi koguseks, võimaldades seeläbi väljendada keskkonnamõju ühe võrreldava ning arusaadava numbri kaudu.

Mõõtühiku valikul on käesolevas analüüsis lähtutud rahvusvahelisest praktikast (s.h GHG protokolli raamistikest ja seadmete tootjate poolt kasutatavatest metoodikatest) ja Eesti erasektori kogemustest, millele tuginedes on IKT seadmete elutsükli keskkonnamõju mõõtmise ühikuks valitud kilogrammi süsinikdioksiidi ekvivalent ehk **$kgCO_2e$**. Tootja poolt avaldatud andmed väljendavad kogu toote eluea (tootmine, kasutamine, utiliseerimine) jooksu õhku paisatava $kgCO_2e$ kogust.

Konkreetse toote elutsükli jooksul eralduvate kasvuhoonegaaside kogus (vt ka näidist Joonis 10) koos mitmesuguste muude andmetega on enamasti toodud tootja kodulehel avalikustatud PCF aruandes, kus on välja toodud ka varuosade saadavusest sõltuv toote eeldatav eluiga. Sülearvutite puhul on toote eeldatavaks elueaks enamasti 4 aastat. Lauaarvutite ja monitoride eluiga on pikem, üldjuhul 6 aastat. Tootjad on toote elutsükli keskkonnamõju $kgCO_2e$ leidmisel lähtunud enda poolt seadmele määratud eluea pikkusest, mis langeb enamasti kokku ka asutustelt kogutud andmete põhjal nende seadmele valitud efektiivse kasutusajaga.

Andmekogumine

[62] https://www.oneclicklca.com/life-cycle-assessment-explained/
[63] Allikas: Hilty, L.M., Aebischer B. (2015) *ICT for Sustainability: An Emerging Research Field.*
[64] https://webstore.iec.ch/publication/25994
[65] http://msl.mit.edu/projects/paia/main.html

Keskkonnamõju hinnangute koostamiseks koguti analüüsi valimisse kuulunud riigiasutuste ja kohalike omavalitsuste käest järgmisi andmeid:

- seadme täpne mudel koos muude seadet iseloomustavate andmetega (nt protsessor, põhimälu maht, kõvaketta maht);
- konkreetse mudeliga seadmete kogus;
- vara tüüp: rendivara või ostetud vara;
- rendivara korral ka renditeenust pakkuva ettevõte nimi;
- seadme kasutuse alguse aeg;
- seame kasutuse oodatav lõppemise aeg;
- vara kasutava organisatsiooni nimi.

Lisaks kvantitatiivsetele andmete kogumisele viidi valimi asutuste ja kohalike omavalitsuste esindajatega läbi intervjuud, et koguda täiendavat informatsiooni IKT seadmete elutsükliga seotud protsesside ja asutuste üldise IKT haldamise praktika kohta.

Andmete analüüs

Seadme mudeli nime ja numbri ning muude seadet iseloomustavate näitajate abil koguti tootja poolt avaldatud (PCF aruanne) seadme elutsükli jooksul õhku paisatavate kasvuhoonegaaside koguste andmed ($kgCO_2e$).

Teatud tootjate (näiteks ViewSonic, Philips, LG) vanemate seadmete puhul ei ole tootjad süsinikjalajälje infot avalikustanud. Sel juhul kasutati andmete imputeerimist, ehk puuduolevad väärtused asendati sobivate asendusväärtustega, milleks kasutati seadmetootjate poolt avaldatud süsinikjalajälje näitajate mediaanväärtusi. Mediaanväärtuste arvutamine väldib erandite mõju.

Üksikute tootemudelite, näiteks Dell Latitude E5250, süsinikjalajälje raportit ei olnud võimalik leida. Sellistel juhtudel kasutati asendusväärtusena võimalikult sarnase mudeli (näiteks Dell Latitude E5270) kohta avaldatud andmeid.

4.1.1.2 Asutuste praktikad

Seadmete hankimine ja keskkonnahoidlikkuse nõuded süle- ja tahvelarvutite hanke näitel

Suur osa asutustest hangib oma arvutid läbi keskse riistvarahanke, mille on korraldanud RIK. RIK on põhimääruse[66] kohaselt kohustuslik keskne hankija ministeeriumite, nende haldusala asutuste ning Riigikantselei töökohaarvutite, monitoride ja printerite soetamisel. Põhimäärus sätestab, et RIK korraldab ja teostab ministeeriumite ja ministeeriumite valitsemisalas olevate asutuste ja teenindatavate asutuste info- ja sidesüsteemide hankimist, tarnimist, arendamist, ekspluatatsiooni ja hooldust.

Uuringu käigus analüüsitud IT keskused (SMIT, RMIT, KEMIT, TEHIK) ja asutused (MKM, RIA, HARNO, KeA, PPA) hangivad oma töökohaseadmed peamiselt RIK-i korraldatud kesksete hangete kaudu. Kasutatakse nii seadmete väljaostu kui ka rentimist. Leidub siiski ka RIK-i raamhankest eraldi läbi viidavaid riistvarahankeid, näiteks eriotstarbeliste tööjaamade soetamiseks.

RIK-i hangitavatele seadmetele seatavaid keskkonnanõudeid näevad asutused peamise vahendina, mille kaudu töökohaseadmete keskkonnajalajälge mõjutada saaks. Tabelis 2 on näitena toodud 2021 a süle- ja tahvelarvutite ostmise- ja rentimise riigihanke (number 232482) keskkonnanõuded. Pakkujalt nõutakse hanke vastavustingimustes kinnitust nõuetele vastamise kohta ja vabas vormis dokumendi esitamist, mis võimaldaksid hankijal tingimustele vastamist kontrollida.

Tabel 2. RIK-i keskse süle- ja tahvelarvutite hanke vastavustingimuses esitatud keskkonnahoidlikkuse nõuded[67]

[66] https://www.riigiteataja.ee/akt/128032015011?leiaKehtiv
[67] https://riigihanked.riik.ee/rhr-web/#/procurement/2862192/general-info

Näidishanke vastavustingimuses esitatud keskkonnahoidlikkuse nõuded
1) Kõik pakutud sülearvutid on „CE marking“ sertifitseeringuga.
2) Kõik pakutud sülearvutid vastavad RoHS (Restriction of Hazardous Substances, Euroopa Parlamendi ja Nõukogu direktiiv 2011/65/EL teatavate ohtlike ainete kasutamise piiramise kohta elektri- ja elektroonikaseadmetes) direktiivile (http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/HTML/?uri=CELEX:32011L0065&from=EN).
3) Kõik pakutud sülearvutid vastavad WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment) direktiivile (http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32002L0096:ET:HTML) või PROTO nõuetele.
4) Kõik pakutud sülearvutid vastavad uusimatele Energy Star'i energiatõhususnõuetele.
5) Kõikides sülearvutites on kaadiumi sisaldus alla 50 % RoHS direktiiviga kehtestatud piirmäära.
6) Üheski pakutud sülearvutis ei ole plii kasutamine ületanud 50 % RoHS direktiivis ettenähtud piirmäära, välja arvatud juhul kui tegemist on tõestatavalt taaskasutatud materjali kasutamisega.
7) Kõikides pakutud sülearvutites on kasutatava heksavalentse kroomi sisaldus alla 50 % RoHS direktiiviga kehtestatud piirmäära.
8) Üheski pakutud sülearvutis kasutatavas akus ei ole kasutatud pliid, kaadmiumi ega elavhõbedat.
9) Üheski pakutud sülearvutis ei ole kasutatud SCCP tuld vaigistavate ühendite ja plastilisust parandavate toksiliste lahusteid, välja arvatud juhul kui antud ühendite olemasolu tootes on õigustatu.
10) Üheski pakutud sülearvutis ei ole suuremates plastosades kasutada eurodirektiivi ROHS DIRECTIVE 2011/65/EU alusel ohtlikeks tunnistatud tuld vaigistavaid aineid ja ühendeid.
11) Kõikide pakutud sülearvuti komponendid või osad, mis sisaldavad keskkonnaohtlikke või tervistkahjustavaid aineid või ühendeid, näiteks PCB-d, on lihtsalt äratuntavad ja eemaldatavad.
12) Kõikide pakutud sülearvutite puhul on vähemalt 65% kõigist toodetes kasutatavatest materjalidest taaskasutatavad.
13) Kõik pakendi osad, mida ei saa taaskasutada või ei ole biolagunevad, on käsitsi eraldatavad osadest, mida saab taaskasutada või on biolagunevad

Keskkonnahoidlikkuse nõuete esitamine riigihangetes võiks aga olla oluliselt laialdasem. Seda kinnitab 2022. aastal valminud magistritöö, mis analüüsis kõiki viimaste aastate IKT-valdkonna hankeid.[68] Üle 1400-st vaadeldud hankest rakendati keskkonnahoidlikkuse tingimusi 28 hankes (s.o u 2% vaadeldud hangetest). Arvutite jt töökohaseadmete ostmisel oli keskkonnahoidlikuse nõuete esitamine arvuliselt levinuim (19 hanget), kuid see moodustas vaid 4,7% kõigist selles valdkonnas korraldatud hangetest (kokku 404 hanget). Muudes vaadeldud kategooriates (nõuande-, tarkvaraarendus-, interneti- ja tugiteenused; tarkvarapaketid ja infosüsteemid; raadio-, televisiooni-, kommunikatsiooni-, teleside- ja sellega seotud seadmed; telekommunikatsiooniteenused) rakendati keskkonnahoidlikkuse nõudeid vaid üksikutes hangetes.

Töökohaseadmeid pakkuvate ettevõtete (Green IT, Atea) sõnul vastavad kõigi tuntumate tootjate arvutid sellises hankes esitatud keskkonnanõuetele. Tänased nõuded välistavad vaid mõned väiksemad tootjad, kes pole suutnud suurettevõtetega samal tasemel keskkonnahoiuga tegeleda. Intervjueeritud rendiettevõtete hinnangul ülal toodud keskkonnahoiu nõuded olulist mõju ei oma. Eesti kontekstis nähakse suuremat mõju hankimise ja tarbimisega seotud protsesside optimeerimisel ja inimeste teadlikkuse tõstmisel. Näiteks rendiseadme rendiperioodi lõppemisel seadme kiiremal tagastamisel ja seadmete heaperemeheliku kasutamise õpetamisel, et seadmed kestaksid kaua.

Riigiasutuste esindajate sõnul pole nad omalt poolt täiendavaid seadmete keskkonnahoidlikkuse nõudeid RIK-ile välja pakkunud, sest enamasti puuduvad asutustes IKT valdkonna keskkonnahoidu puudutavad ekspertteadmised. Eelistatakse lahendust, kus keskkonnahoidlikkuse nõuded kehtestaks keskselt RIK koostöös Keskkonnaministeeriumi või Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumiga, võttes seejuures arvesse Euroopa Liidu poolt välja töötatud nõudeid[69] ja parimaid praktikaid.

Kuna KOV-idel puudub kohustus RIK-i kesksetes hangetes osalemiseks, on KOV-ide hankeprotsessid erinäolisemad. Soovi korral on ka KOV-idel võimalik RIK-i kesksetes hangetes osaleda, seda võimalust kasutab näiteks Saaremaa vald ning osaliselt ka Tallinna linnavalitsus. Vastavalt vajadusele korraldab Tallinn hankeid ka

[68] Ülle Kroon (2022) *Keskkonnahoidliku IT rakendamise praktika Eesti avalikus sektoris: hetkeseis ja arenguvõimalused*, magistritöö, Tallinna Ülikool, Digitehnoloogiate instituut.

[69] https://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/toolkit/computers%20and%20monitors/ENV-2021-00071-00-00-ET-TRA-00.pdf

iseseisvalt, kuhu lisatakse keskkonnanõudeid RIK-i kesksete hangete eeskujul. Alutaguse vald korraldab ise hanked ja on neile lisanud ka keskkonnahoidlikkuse nõudeid. Samas nähakse vajadust hangete koostamist, sh keskkonnavaldkonda puudutavate nõuete seadmist, toetavate juhendite järele. Lääne-Harju valla IKT seadmeid hangib ja haldab teenusepakkujana Telia. Seadmed valitakse koostöös Teliaga juhtumipõhiselt ning hankeid arvutite ostmiseks ei korraldata.

Rendiseadme kasutusperiood

Oma keskkonnamõju raportides on tootjad enamasti arvutite eluea pikkuseks ehk kasutusperioodiks hinnanud 4 aastat, monitoride kasutusperioodi pikkuseks 6 aastat. Intervjueeritud asutuste ning kogutud andmete põhjal saab väita, et asutuste hinnang seadme elueale langeb kokku tootjate hinnanguga. Näiteks SMIT pakub arvutitöökoha teenust, kus arvuti kasutusperiood on 4 ja monitoride oma 6 aastat.

Samas on intervjueeritud arvutite renditeenuse pakkujate sõnul kõige populaarsem sülearvutite rendiperiood 3, lauaarvutitel 5 ja monitoridel 4 aastat. Seesuguse kasutusperioodi on tinginud erinevad tegurid: 1) sülearvuti garantiiperiood on enamasti 3 aastat ja lühem rendiperiood võimaldab renditeenuse pakkujatel vältida garantiiperioodi järgset seadmete remonti; 2) neljandal aastal langeb oluliselt sülearvuti jääkväärtus, mistõttu on 3-aastane rendiperiood äriliselt kasulikum.

Asutuse vaates ei mõjuta rendiseadme varasem väljavahetamine rendimakse suurust, mistõttu eelistataksegi seade sageli varem uuema mudeli vastu välja vahetada. Samal ajal võimaldavad RIK-i kesksed hanked seadmeid ka pikemaks ajaks rentida (näiteks sülearvuteid 4 aastaks) ning mõned asutustest seda võimalust ka kasutavad.

Ostetud seadme kasutusperiood

Hankega asutusele ostetud seadme kasulik eluiga on tihti seotud varuosade saadavuse ja tootjapoolse toega (4-6 aastat), kuid tegelikkuses võib seade väärtust pakkuda kauem kui tootja ette näeb. Väljaostetud seadmed leiavad enamasti rakendust ka pärast tootja poolt ette nähtud kasuliku eluea lõppu, kuid mitte asutuses endas. Näiteks antakse kasutusest maha võetud seadmeid vähemnõudlikele kasutajatele (raamatukogud, koolid) või leitakse neile uus omanik oksjoni kaudu. On asutusti, kus püütakse ise seadmete eluiga pikendada – näiteks arvutile operatiivmälu (RAM) lisamise teel.

Kohalike omavalitsuste IKT seadmete kasutusperiood on praegu pikem kui riigiasutustes – hinnanguliselt 5-10 aastat. See tuleneb nii nappidest ressurssidest uute seadmete soetamiseks kui ka kohalike omavalitsuste võimalusest jätkata pruugitud seadmete kasutamist näiteks päevakeskustes, koolides, raamatukogudes ja lasteaedades.

Arvutite renditeenuse pakkujate sõnul on aga ka koolid, lasteaiad jt varem kasutatud seadmeid eelistanud asutused hakanud järjest enam soetama uusi seadmeid. Selle on intervjueeritud ettevõtete hinnangul tinginud Eesti jõukuse kasv – tekkinud on rahalised võimalused uute seadmete soetamiseks. Kui rentimisel eelistavad lasteaiad, koolid, raamatukogud jmt asutused endiselt pigem soodsama rendimaksega kasutatud seadmeid, siis ostmisel on eelistatud uued seadmeid.

Osta või rentida?

Üha enam keskse IT seadmete hanke kasutajaid eelistab seadme kohe väljaostmisele selle rentimise mudelit. Rendiperioodi pikkus on üldjuhul 3-4 aastat, misjärel seade tagastatakse rendileandjale. Mingeid kohustusi ega nõudeid riigihankes praegu rendileandjale seadme edasise käitlemise osas ei panda, mistõttu jääb selle edasine saatus renditeenuse pakkuja otsustada. Renditeenuse puhul puudub asutusel võimalus ise seadme komponente uuendada ja seeläbi selle eluiga pikendada.

Analüüsi käigus intervjueeriti kahe Eesti suurima IT seadmete renditeenuse pakkujaid (Green IT OÜ, Atea Finance OÜ). Ettevõtted kinnitasid, et kõik riigiasutuste poolt 3-4 aastaks renditud seadmed suunatakse peale rendiperioodi nende poolt uuesti ringlusesse. Erandiks on vaid üksikud seadmed, mis on rendiperioodil nii tõsiselt viga saanud, et ei kuulu tootjagarantii tingimuste alla. Kui seadet ei õnnestu parandada, siis see utiliseeritakse jäätmekäitluse nõuetele vastavalt. Kui seadme seisukord võimaldab seda parandada, siis suunatakse see uuesti

ringlusesse. Utiliseerimisele minevate seadmete hulk riigile renditud seadmete koguhulgast on mõlema renditeenuse pakkuja kinnitusel marginaalne.

Rendiettevõtete üldine praktika seadmete taaskasutamisel on, et tagastatud seadmete kõvakettal olev info kustutatakse (vajadusel kõvaketas ka eemaldatakse ja hävitatakse), seadmes olev tarkvara uuendatakse, misjärel suunatakse seade järelturule. Kasutatud seadmeid müüvad renditeenuse pakkujad reeglina partnerettevõtetele (näiteks FoxWay,[70] Bitboard[71]), kelle kaudu jõuab suurem osa arvutitest uuesti müügile teistes riikides. Maailmas on kasutatud arvutite turg suur ning pea kõigile seadmetele õnnestub uued omanikud leida. Vähesel määral rendivad intervjueeritud ettevõtted kasutatud seadmeid uuesti edasi Eestis, kuid turu väiksuse tõttu läheb enamik seadmetest partnerite kaudu siiski teistesse riikidesse.

Eraldi väärib esiletoomist paremat ja teadlikumat arvutitehnika tarbimiskultuuri edendav GreenDice.[72] Tegu on Eesti organisatsiooniga, mis pakub nutikaid lahendusi arvutite kasuliku eluea pikendamiseks nii Eestis kui teistes riikides. Üks suurimaid erinevusi tavapäraste rendiettevõtetega võrreldes seisneb selles, et GreenDice-i kaudu uue omaniku leidnud kasutajale pakutakse seadme töös hoidmiseks tehnilist tuge. Kui seade on jõudnud oma eluea lõppu ning enam kellelegi väärtust pakkuda ei suuda, kogub ettevõte seadmed kokku ning suunab seadmest eraldatavad materjalid taaskasutusse.

Uusi omanikke on GreenDice kasutatud seadmetele leitud mitmesuguste projektide kaudu, sh nt arvutite andmisega Ukraina sõjapõgenikest lastele distantsõppel osalemiseks, aga ka mitmete Eesti koolide arvutiklasside paremate seadmetega värskendamise kaudu. Avalik sektor GreenDice-iga veel laialdast koostööd ei tee, seni on peamiseks partneriks olnud Alutaguse vald.

Kuigi seadmete rentimine toimub enamasti RIK-i kesksete hangete kaudu, on renditeenuse pakkujate ring siiski võrdlemisi lai. Kogutud andmete põhjal pakuvad riigile erinevate IKT seadmete renditeenust praegu: Green IT OÜ, Atea Finance OÜ, Datagate OÜ, Overall Eesti AS, SIA Citadele Leasing Eesti Filiaal ja ABcom Kaubanduse OÜ.

Intervjueeritud arvutite renditeenuse pakkujad näevad oma teenust keskkonnasõbraliku lahendusena, sest kasutatud seadmed ei jää asutustesse seisma, vaid suunatakse kohe uuesti kasutusse. Kuhjuvate kasutatud seadmete probleemi kinnitavad ka asutustest kogutud andmed - sageli seisab laos suures koguses vanu seadmeid, mis suure tõenäosusega enam kasutust ei leia. Tänase rendimudeli täiendamiseks pakkusid rendiettevõtted välja, et seadme renditeenuse pakkujale tagastamise periood võiks olla lühem (praegu 2 kuud). Sellisel juhul jõuaksid seadmed kiiremini uute kasutajateni ja väheneks seadmete kasutuna seismise aeg.

Kesksetest IT asutustest kasutavad rendimudelit laialdaselt SMIT, RMIT, TEHIK ja RIK, kuigi kõigil neil on endiselt hallata ka väljaostetud seadmeid. Selge tulevikutrend on rendimudeli üha laialdasem kasutuselevõtt ning väljaostetavatest seadmetest täielik loobumine.

Ainsana ei kasuta praegu rendimudelit KEMIT, kes ostab kõik arvutitöökoha seadmed välja. Kasutusrenti kasutab KEMIT vaid üksikute printerite puhul. Rendimudeli vältimise põhjusena tõid nad välja rahaliste ressursside piiratuse. Rentimisega kaasneks asutusele püsikulu, millega seoses nähakse riski, et mõnel aastal ei pruugi rendimaksete tasumiseks vahendeid jätkuda. Riski maandamiseks ostetaksegi seadmed välja ning tihti kasutatakse arvuteid kauem, kui planeeritud 4 aastat. Igal aastal on eesmärgiks vahetata välja u 25% arvutipargist, et 4-aastase tsükliga oleks värkendatud kogu arvutipark. Tegelikkuses seda eesmärki igal aastal saavutada ei suudeta ja arvutid on kasutusel planeeritust kauem. Tegeletakse ka seadmete parandamisega, eriti pikema eluaega kallimate seadmete puhul, mis on tavapäraselt kasutusel 6 aastat.

KOV-ides eelistatakse täna veel seadmete ostmist. Seda nähakse majanduslikult soodsama alternatiivina, sest seadmeid kasutatakse kauem kui keskse hanke rendilepingutes fikseeritud 4 aastat. Intervjueeritud KOV-idest on renditeenust kasutanud Saaremaa vald (rendiperioodi lõpus otsustati seadmed siiski jääkväärtusega välja osta

[70] https://www.foxway.com/en/

[71] https://www.bitboard.ee/et/

[72] https://greendice.ee/

ning hetkel majanduslikel kaalutlustel rendimudeliga ei jätkata), Lääne-Harju vald (allasutused rendivad kasutatud seadmeid) ja Tallinna linn (rendimudelit kasutatakse osaliselt, kuid järjest rohkem on hakatud eelistama ostmist, sest arvutid kestavad kauem kui rendilepingus fikseeritud 3-4 aastat). Alutaguse vald on oma seadmed seni välja ostnud. Eesti Linnade ja Valdade Liidu hinnangul on valdade seas kõige levinud seadmete liisimine selliselt, et liisingperioodi lõpus (nt 4 aastat) ostetakse seadmed välja ja jätkatakse nende kasutamist. Kokkuvõtvalt võib väita, et KOV-id rendimudelit ei välista, kuid selle levik on oluliselt väiksem kui mujal avalikus sektoris.

Utiliseerimine

RIK-i korraldatud keskse töökohaseadmete hange (nt number 232482) käsitleb eraldi seadmete utiliseerimise nõudeid (vt Tabel 3). Selle kohaselt tuleb pakkujal toodete utiliseerimisel järgida asjakohast seadusandlust ja head tava, täpsemaid nõudeid utiliseerimisele ei seata.

Tabel 3. RIK-i keskse süle- ja tahvelarvutite hanke tehnilises kirjelduses esitatud utiliseerimise nõuded[73]

Näidishanke tehnilises kirjelduses esitatud utiliseerimise nõuded	
1)	Täitja peab tellija soovil lepingu kehtivuse ajal ostetavate toodete tarnimisel või hiljem võtma tellijalt ümbertöötlemiseks vastu lepingus märgitud ostetavate toodete kogusega võrdse koguse tooteid. Pakendamine on täitja kulul. Täitja peab tagama ümbertöötlemiseks võetava toote osas kulleri, kes võtab toote utiliseerimiseks samal ajal tellitud toote tarnega või hiljemalt 2 nädalat pärast tellitud toote tarnet.
2)	Täitja peab võtma punktis 1 nimetatud tooted vastu tellija asukohas.
3)	Täitja peab tagama vastu võetud toote ümbertöötlemise vastavalt valdkonnas kehtivale asjakohasele seadusandlusele ja heale tavale. Tellijal on põhjendatud kahtluse korral õigus nõuda täitjalt vastavate tõendite esitamist.
4)	Täitja peab tellija soovil utiliseerima toote tarnimisel, laiali vedamisel või hilisemal paigaldamisel tekkinud pakkematerjali ja tarkvara andmekandjad.

Intervjueeritud IT asutuste ja riigiasutuste hinnangul utiliseeritakse seadmeid rendimudeli laialdase leviku tõttu võrdlemisi vähe. Kui asutusele endale ostetud seade enam tööks ei sobi, suunatakse see võimalusel vähemnõudlikumate kasutajate kasutusse. Mõned asutused (nt RMIT) on müünud oma kasutatud seadmeid oksjonil, kuid ostjate vähese huvi ja oksjoni korraldamisega kaasneva halduskoormuse tõttu on see pigem harv. Utiliseerimisse jõuavad asutuste hinnangul need seadmed, mis enam kellelegi väärtust pakkuda ei suuda. Utiliseerimiseks antakse kasutatud tooted üle jäätmekäitlusettevõtetele. Asutustel ei ole täpsemat ülevaadet sellest, mida ja kuidas utiliseerimispartner seadmega edasi teeb. Kokkuvõtteks saab öelda, et üldised utiliseerimisega seotud protsessid on asutustes paigas, kuid puudub ühtne praktika ja nõuded ning seda tegevust ei seostata asutuse laiemate keskkonnaeesmärkidega.

Kohalike omavalitsuste puhul erinesid praktikad enam kui riigiasutustes. Alutaguse, Lääne-Harju ja Saaremaa vallas on seadmete eluiga pikendatud läbi selle, et vallavalitsuse vanad seadmed suunatakse pea alati edasi raamatukogudesse, päevakeskustesse ja koolidesse. Saare vallas näiteks on seeläbi arvuti eluiga kuni 8-10 aastat. Alutagusel ja Saare vallas toimub seadmete utiliseerimine kohalikus jäätmejaamas. Alutaguse vald on vanu seadmeid ka uuesti ringlusesse või ümbertöötlemisse suunanud, kasutades selleks eelkirjeldatud GreenDice organisatsiooni abi. Lääne-Harju valla seadmeparki haldab teenusena Telia, mille hulka kuulub ka vanade seadmete müügi või utiliseerimisega tegelemine. Otsus tehakse ühiselt seadme vanust ja seisukorda hinnates.

Tallinna linna mahuka arvutipargi taaskasutamise korralduses on hetkel palju ebaselgust. Sage on olukord, kus uute seadmete ostul jäävad vanad seadmed seisma ja neid ei suunata uuesti kasutusse ega utiliseerita. Probleemist ollakse teadlikud ning uutesse hangetesse on püütud lisada taaskasutamist soodustavaid nõudeid. Koostöös linna jäätmemajanduse üksusega püütakse jõuda selleni, et kõik väärtust omavad seadmed jõuaksid mõne partneri kaudu uuesti taaskasutusse.

[73] https://riigihanked.riik.ee/rhr-web/#/procurement/2862192/general-info

4.1.1.3 Hinnang keskkonnamõjule

Keskkonnamõju hinnangute andmisel on asutused jaotatud kolme gruppi:

1) Ministeeriumide IT keskused (SMIT, RMIT, KEMIT, TEHIK, RIK)
2) Erineva profiiliga riigiasutused (MKM, RIA, HM/HARNO, KeA, PPA)
3) Kohalikud omavalitsused (Tallinna linn, Saaremaa vald, Lääne-Harju vald, Alutaguse vald).

Alljärgnevas vaadeldakse iga grupi keskkonnamõju eraldi, misjärel on toodud üldine hinnang Eesti digiriigi IKT seadmete elutsükli keskkonnamõjule.

Hinnang IT keskuste IKT seadmete elutsükli keskkonnamõjule

Riigiasutustes on infotehnoloogia korraldamine suuresti konsolideeritud ministeeriumide valitsemisalade kaupa. Hetkel on riigis 6 ministeeriumi infotehnoloogia keskust, kes osutavad infotehnoloogia haldus- ning arendusteenuseid. Käesolev analüüs hõlmas neist viit, Kaitseväe Küberväejuhatuse (KV-KVJ) IT keskus uuringu valimisse ei kuulunud.

2020. aastal läbi viidud IKT baasteenuste korraldamise analüüsi[74] kohaselt pakuvad 5 ministeeriumide IT keskust töökohateenust ligi kolmveerandile (74%) riigiasutustest (vt Tabel 3). Turvakaalutlustel kesksete IT-keskuste teenuseid kasutavate asutuste loendit aruandes ei avaldata.

Tabel 4. IT majade arvutitöökoha teenust kasutavate asutuste arv (allikas: IT keskused)

IT keskus	Arvutitöökoha teenust kasutavaid asutusi
SMIT	4
RMIT	36
KEMIT	6
TEHIK	7
RIK	30

IT keskuste poolt asutustele pakutavate töökohaseadmete elutsükli CO_2e jalajälg on summeeritult toodud alljärgnevalt (vt Tabel 5).

Tabel 5. IT keskuste hallatavate IKT seadmete elutsükli CO_2e jalajälg summeeritult (allikas: IT keskused, EY)

IKT seade	Elutsükli CO_2e jalajälg summeeritult ($kgCO_2e$)					
	SMIT	**RMIT**	**KEMIT**	**TEHIK**	**RIK**	**Kokku**
Sülearvutid	1 099 246	1 247 819	38 381	901 010	1 111 562	4 398 018
Lauaarvutid	1 576 675	1 592 047	N/A	273 105	4 311 511	7 753 338
Monitorid	3 397 351	1 496 775	69 010	1 235 757	611 021	6 809 914
Printerid	Arv: 1591	Arv: 1714	Arv: 4	Arv: 264	Arv: 975	Arv: 4 548

Tulemuste leidmiseks kasutatud meetodit on kirjeldatud eespool (vt ptk 4.1.1.1). KEMIT-i lauaarvutite keskkonnamõju leida ei õnnestunud, sest kogutud andmete kvaliteet polnud keskkonnamõju leidmiseks piisav. KEMIT-i andmete põhjal oli võimalik tuvastada üksikuid seadmeid, mida võidakse kasutada nii serveri kui ka tööjaama/lauaarvutina. Seadme otstarvet andmetest järeldada polnud võimalik, mistõttu jäeti need üksikud seadmed arvutustest välja.

Samuti ei osutunud võimalikuks printerite keskkonnamõju hindamine. Mahtudest ülevaate saamiseks on ülal toodud (Tabel 5) ning teistes hinnanguid esitavates tabelistes siiski võimalusel toodud kasutatavate printerite arvud. Ühelt poolt takistas mõõtmist asutuste poolt edastatud andmete kvaliteet – ei olnud võimalik eristada suuri multifunktsionaalseid, kogu kontori/korruse kasutuses olevaid printereid ja väiksemaid, individuaalselt

[74] PwC (2020) *IKT baasteenuste korrastamise analüüs*. https://www.rahandusministeerium.ee/et/uuringud-ja-analuusid

kasutatavaid printereid. Teiselt poolt ei avalda või koosta printeritootjad (erinevalt arvuti- ja monitoritootjatest) enamasti oma toodete keskkonnajalajälje raporteid, mistõttu ei puudusid hinnangute andmiseks vajalikud andmed.

Et saadud tulemusi paremini mõista võrdleme IT seadmete jalajälge sõiduautoga, millel on 100 km kohta 5 liitrit kütust tarbiv diiselmootor.[75] Sülearvutite jalajälg summeeritult on u 4400 tCO_2e. Diiselautoga sõites tekib samaväärne jalajälg umbes 18,8 miljoni kilomeetri läbimisel.

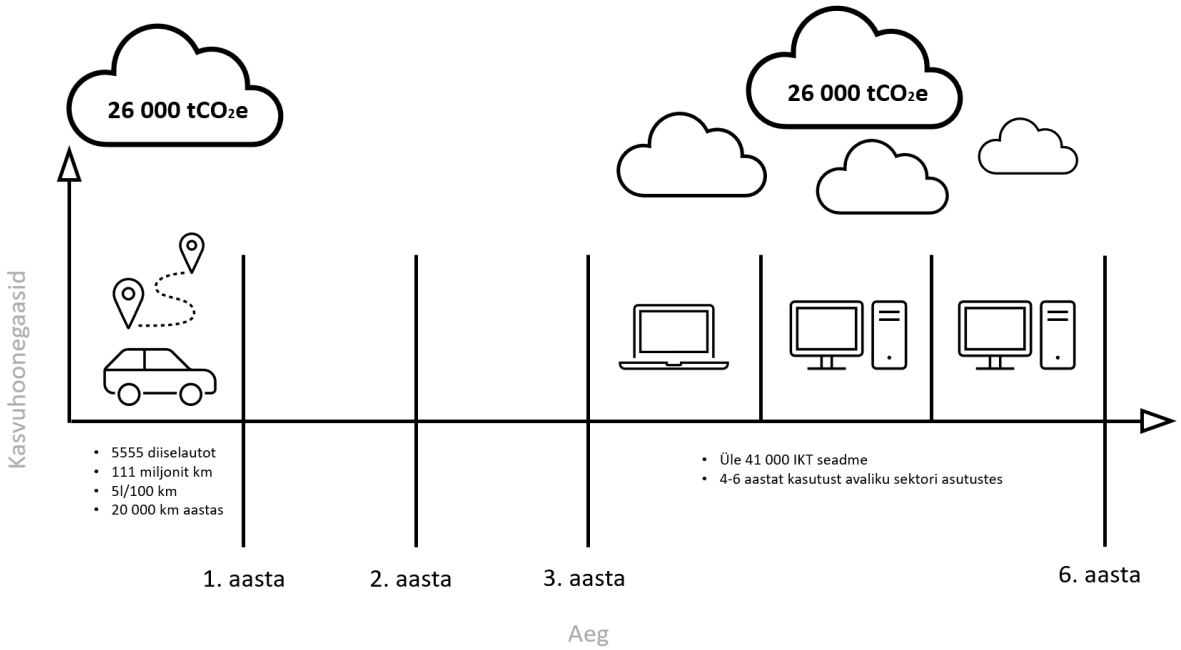
Sülearvutid on riigis rohkem levinud kui lauaarvutid, kuid sellest hoolimata on lauaarvutite jalajälg sülearvutite omast suurem, sest ühe lauaarvuti CO_2e jalajälg on sülearvuti omast enamasti suurem. 5 IT keskuse poolt hallatavate lauaarvutite summeeritud jalajälg on u 7750 tCO_2e. Diiselautoga tekib võrreldav keskkonnajalajälg rohkem kui 33 miljoni kilomeetri läbimisel.

Monitoride elutsükli jalajälg on sarnane sülearvutite omaga või pisut suurem, kuid kuna üks töötaja kasutab sageli mitut monitori, on just monitoride keskkonnajalajälg suurim – 8700 tCO_2e, mis on võrdne u 37 miljoni kilomeetri läbimisega diiselauto roolis.

Seega on IT keskuste poolt hallatava seadmepargi (sülearvutid, lauaarvutid ja monitorid) elutsükli (tootmine, kasutamine, utiliseerimine) keskkonnajalajälg võrreldav 4 450 diiselauto omaga 1 aasta jooksul (aastane läbisõit 20 000 km). **Selle võrdluse juures tuleb silmas pidada, et IKT elutsükli jalajälg hõlmab kogu seadme kogu elutsükli perioodi (sõltuvalt seadmest u 4-6 aastat).**

Kui suur võib olla kõigi riigiasutuste töökohaseadmete (sülearvutid, lauaarvutid, monitorid) keskkonnajalajälg kokku? Laiendades 5 IT keskuse töökohateenuse, mis katab 74% riigiasutustest, seadmepargi keskkonnajalajälge (20 850 tCO_2e), võib riigi töökohaseadmete ühe elutsükli keskkonnajalajälg olla ligikaudu 26 000 tCO_2e, mis on võrreldav üle 111 miljoni kilomeetri läbimisega diiselauto roolis (vt ka Joonis 12). 1 aasta jooksul tekitavad võrreldava keskkonnajalajälje 5 555 diiselautot (läbisõit 20 000 km aastas).

Seejuures on oluline märkida, et suurem osa seadme jalajäljest tekib selle tootmisel (elutsükli alguses) ning mida kauem seadet kasutatakse, seda väiksemaks kujuneb selle kasutamise terviklik keskkonnajalajälg.



Joonis 12. Diiselautoga läbitud vahemaa ja Eesti riigiasutustes IKT seadmete elutsükli keskkonnajalajälje võrdlus

[75] Kasutatud kalkulaator: https://co2.myclimate.org/en/car_calculators

Jagades eelmises tabelis toodud tulemused (vt Tabel 5) seadmete arvuga, saame elutsükli keskmise CO_2e jalajälje ühe seadme kohta (vt Tabel 6). IT keskuste töökohaseadmete keskmist jalajälge vaadates on kõige suurem erinevus sülearvutite puhul. Ühe sülearvuti elutsükli keskmine keskkonnajalajälg jääb vahemikku 318-477 $kgCO_2e$. Lauaarvutite ja monitoride puhul on keskmiste erinevus väiksem (vastavalt 421-595 $kgCO_2e$ ja 487-552 $kgCO_2e$).

Tabel 6. IT majade IKT seadmete elutsükli keskmine CO_2e jalajälg ühe seadme kohta (allikas: IT keskused, EY)

IKT seade	Elutsükli keskmine CO_2e jalajälg ühe seadme kohta ($kgCO_2e$)				
	SMIT	RMIT	KEMIT	TEHIK	RIK
Sülearvutid	350	460	457	477	318
Lauaarvutid	567	587	N/A	595	421
Monitorid	482	552	504	487	514
Printerid	Arv: 1591	Arv: 1714	Arv: 4	Arv: 264	Arv: 975

Tulevikus on töökohaseadmete keskkonnajalge mõistlik leida referentsväärtuste abil. Näiteks kasutatakse referentsväärtusena sülearvuti keskmist keskkonnamõju 422,5 $kgCO_2e$.[76] Võttes arvesse, et tootjate poolt avaldatud elutsükli keskkonnajalajälje andmete võimalikuks veaks on tootjate hinnangul 15-20% saame nimetatud keskmist väärtust 20% vähendades 338 $kgCO_2e$ ning 20% suurendades 507 $kgCO_2e$. Võrreldes saadud tulemust IT keskuste sülearvuti elutsükli keskmise keskkonnajalajälge vahemikuga (318-477 $kgCO_2e$) saab väita, et saadud tulemus jääb vea piiresse ning samuti seda, et edaspidistes arvutustes referentsväärtuste kasutamine saadava tulemust täpsust oluliselt ei mõjuta.

Mida rohkem materjali seadme tootmiseks kulub, seda suurem on enamasti ka seadme keskkonnajalajälg. Seetõttu omavad suuremat jalajälge võimekamad ja suuremad sülearvutid, suured ja võimekad lauaarvutid ning suured monitorid. Ilma tegelikku vajadust omamata ei tohiks suuremat ja võimekamat seadet valida. Seejuures on seadme füüsiline suurus olulisem näitaja, sest näiteks väikese ja võimeka sülearvuti jalajälg on väiksem kui võrreldava või kehvema võimekusega lauaarvuti oma.

Hinnang riigiasutuste IKT seadmete elutsükli keskkonnamõjule

Analüüsi valimisse kuulunud riigiasutuste peamiste töökohaseadmete (sülearvutid, lauaarvutid, monitorid) elutsükli summaarne keskkonnamõju sõltub töötajate arvust, sest suurema töötajate arvuga asutustel on tarvis ka rohkem seadmeid.

Elutsükli keskmine CO_2e jalajälg ühe seadme kohta on mõnevõrra väiksem kui IT keskuste puhul. IT keskused pakuvad teenust ka mitmesugustele võimekamaid seadmeid kasutavatele asutustele, mistõttu on nende keskmine mõnevõrra suurem.

Tabel 7. Valimisse kuulunud riigiasutuste IKT seadmete elutsükli keskmine CO_2e jalajälg ühe seadme kohta (allikas: asutused, EY)

IKT seade	Elutsükli keskmine CO_2e jalajälg ühe seadme kohta ($kgCO_2e$)				
	MKM	RIA	HM/HARNO	KeA	PPA
Sülearvutid	370	360	308	478	371
Lauaarvutid	0	654	625	N/A	595
Monitorid	501	534	N/A	491	480
Printerid	Arv: 7	Arv: 21	Arv: 1	Arv: 217	N/A

[76] https://circularcomputing.com/news/carbon-footprint-laptop/

Hinnang KOV-ide IKT seadmete elutsükli keskkonnamõjule

KOV-ide peamiste töökohaseadmete keskkonnajalajälje leidmisel on arvesse võetud ainult vallavalitsuste andmed, s.t. koolide, raamatukogude jt allasutustega arvestatud ei ole. Monitoride kohta õnnestus analüüsiks sobiva kvaliteediga andmeid koguda vaid Alutaguse vallast. Printerite kohta analüüsiks sobivaid andmeid koguda ei õnnestunud.

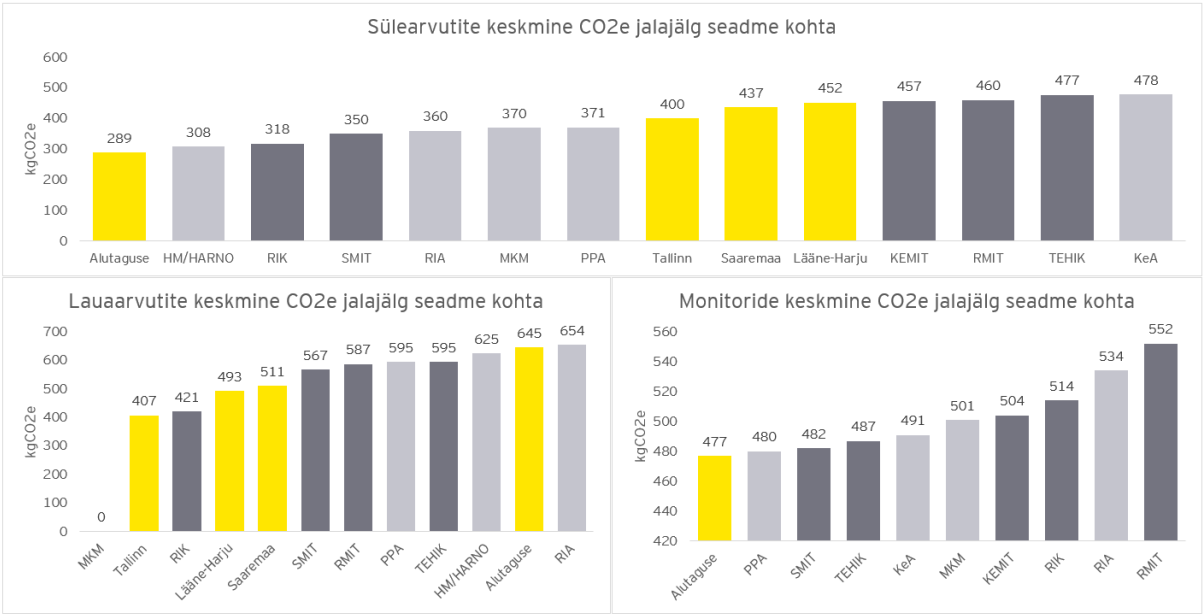
KOV-ide peamiste töökohaseadmete elutsükli keskmine CO_2e jalajälg ühe seadme kohta sarnaneb IT keskuste ja riigiasutuste kohta saadud näitudele (vt Tabel 8). Erandina paistab silma Alutaguse vald, kus kasutusel olid ühetaolised ja uuemad äriklassi seadmed, mille keskkonnajalajälg on väiksem.

Tabel 8. Valimisse kuulunud kohalike omavalitsuste IKT seadmete elutsükli keskmine CO_2e jalajälg ühe seadme kohta (allikas: KOV-id, EY)

IKT seade	Elutsükli CO_2e jalajälg (kgCO2e)			
	Tallinn	Saaremaa	Lääne-Harju	Alutaguse
Sülearvutid	400	437	452	289
Lauaarvutid	407	511	493	645
Monitorid	N/A	N/A	N/A	477

Hinnangute kokkuvõte

Kogutud hinnangud võtab kokku alljärgnev joonis, mis võrdleb asutuste töökohaseadmete CO_2e jalajälje keskmisi väärtusi. IT keskuste tulemused on toodud tumehalliga, KOV-ide tulemused kollasega ja riigiasutuste tulemused helehalliga.



Joonis 13. IKT töökohaseadmete keskmine CO_2e jalajälg asutuste kaupa (allikas: asutused, EY)

Keskkonnajalajälje suurus sõltub kasutuses olevate seadmete mudelitest. Eesti saab oma IKT seadmete kasutusest tekkivat jalajälge kõige enam mõjutada madalama tootmisjalajäljega tooteid valides. Võimekamate ja suurte seadmete jalajälg on suurem ning selge põhjuseta ei tohiks võimekamat seadet valida. Samas saab intervjuudele tuginevalt väita, et võimekamaid seadmeid kasutatakse vaid piiratud spetsiifilistes tööprotsessides. Kui võimekam seade on valitud, on selle kasutus enamasti ka põhjendatud.

Rendiseadmete suur populaarsus on keskkonnamõju vaates tervitatav, arvestades renditeenust pakkuvate ettevõtete praktikat asutustele renditud seadmed uuesti ringlusse saata. Keskkonnamõju vähendamiseks on

oluline seadmeid kasutada võimalikult kaua. Äriklassi seadmeid saab reeglina kasutada kauem, kui tootja poolt ette nähtud 4-6 aastat. Kuna üle jäävate kasutatud seadmete kogused on suured, on kõigile seadmetele Eestis keeruline uusi kasutajaid leida. Seetõttu tekib väljaostetud seadmete puhul risk, et seadmed jäävad kasutuna seisma. Siinkohal ongi abiks rendimudel, mis suunab tagastatud seadmed välisriikidesse, kus seadmete järelturg on oluliselt suurem.

4.1.2 IKT seadmete energiakasutus

4.1.2.1 **Hindamise metoodika**

Eelmises peatükis toodud IKT seadmete elutsükli keskkonnajalajälje arvutused sisaldavad ka seadme kasutamise keskkonnamõju, mis enamasti moodustab 10-15% kogu elutsükli mõjust. IKT seadmete kasutamisel tekkiva keskkonnamõju suurus sõltub otseselt tarbitud elektrienergia hulgast ja selle tootmisviisist. Elutsükli keskkonnamõju hinnates (vt ka ptk 4.1.1.3) on seadmete tootjad oma toodete kasutamise keskkonnamõju juba hinnanud, tuginedes üldistatud väärtustele. Seadme kasutuse tegelik mõju sõltub seadme asukohariigis kasutatavatest energiaallikatest. Ajalooliselt on Eesti elektritootmise CO_2 jalajälg olnud suur, sest elektrit on toodetud põlevkivist. Viimastel aastatel on rohepöörde mõjul põlevkivi osakaalu oluliselt vähendatud, mida on omakorda kiirendanud ka CO_2 heitmekvootide hinnakasv. Tänu sellele on taastuvenergia osakaal kasvanud ja jõudis 2021. aastal uue rekordini - 32% elektri ja soojuse toodangust.[77] 2022. aasta veebruaris alanud sõda Ukrainas võib aga põlevkivienergia ja muu suure CO_2 jalajäljega energiatootmise mahtu taas suurendada.

Asutused ise oma IKT seadmete energiakasutuse üle arvestust ei pea ja andmeid ei kogu. Suuremat osa asutuste hoonetest haldab Riigi Kinnisvara Aktsiaselts (RKAS), mis arvestab elektrienergia kulu üksnes hoonepõhiselt. Ühes hoones võib tegutseda mitu asutust, mistõttu on konkreetse asutuse elektritarbimise tuvastamine täiendavaid mõõteseadmeid lisamata võimatu. Võimalik oleks jagada hoone elektritarbimine asutuste vahel ruutmeetripõhiselt, kuid ka see ei võimalda tarbimisest tegelikku ülevaadet saada, sest asutused kasutavad osaliselt samu ruume. Samuti ei annaks asutuse tervik-elektritarbimise maht informatsiooni kitsamalt IKT seadmete energiakasutuse kohta, sest elektriarvetel kajastub kõigi elektritarbijate poolt tarbitud energia. Olukorra muudab veelgi keerukamaks COVID-19 pandeemiast tingitud töökorralduse muutus, kus viimased kaks aastat on osaliselt töötatud kodukontoritest. Seetõttu ei olnud asutuste tegeliku IKT seadmete elektrikulu andmeid käesolevas analüüsis võimalik kasutada. Koostöövalmi asutuse puudumisel ei õnnestunud töötaja arvuti tegeliku elektritarbimise mõõtmise eksperimenti kahjuks uuringu käigus läbi viia.

IKT seadmete otsesest kasutamisest tekkiva keskkonnajalajälje analüüsimiseks toetusime seetõttu taas seadmete tootjate poolt avaldatud andmetele. Tootjad on Energy Star programmi[78] nõuetest tulenevalt avaldanud keskmised energiatarbe näidud. Näidud on leitud Typical Energy Consumption (TEC) meetodit kasutades.[79] TEC tööriistad seadme energiatarbe testimiseks ja võrdlemiseks mõõdavad toote tavapärase kasutamise energiatarvet kilovatt-tundides (kWh) mingi kindla ajavahemiku jooksul. Tootjate poolt on enamasti avaldatud aastane TEC.

Käesolevas analüüsis koguti asutuste IKT seadmete mudelite tootjate poolt avaldatud aastase TEC näitajad. Seadme puhul, mille mõne mudeli kohta ei olnud vajaminevaid andmeid avaldatud, kasutati sarnase mudeli kohta käivaid andmeid. Juhul kui sarnast mudelit ei olnud võimalik leida, rakendati imputeerimist ehk puuduolevad väärtused asendati sobivate asendusväärtustega, milleks kasutati teiste seadmete kohta kogutud andmete mediaanväärtust. Mediaanväärtuste kasutamine võimaldas vältida erandite mõju.

Selleks, et leida IKT seadme energiakasutuse keskkonnamõju, on lisaks seadme energiatarbele vaja teada ka elektritootmise keskkonnamõju. Elektritootjaid on Eestis mitmeid ja kõigi elektritootjate keskkonnajalajälge

[77] https://www.energia.ee/-/doc/8644186/ettevottest/aastaaruanne/pdf/EE_EST_2021.pdf

[78] Energy Star on Ameerika Ühendriikide valitsusasutuste 1992. a. asutatud energiatõhususe märgis (https://www.energystar.gov/), millega kuni 2018. aastani oli liitunud ka Euroopa Liit (https://wayback.archive-it.org/12090/20220328142612/https:/energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-label-and-ecodesign/energy-star_en/). Euroopa Komisjon on nüüdseks kehtestanud oma Ecodesign nõuded IKT seadmetele (https://ec.europa.eu/info/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/energy-label-and-ecodesign/energy-efficient-products/computers-and-servers_en)

[79] ENERGY STAR Program Requirements for Computers. Version 8.0 (2020) https://www.energystar.gov/sites/default/files/ENERGY%20STAR%20Computers%20Final%20Version%208.0%20Specification%20-%20Rev.%20April%202020_0.pdf

arvestava ühe väärtuse leidmine oleks keeruline. Kuna kõigi RKAS-i poolt hallatavate hoonete energia ostetakse praegu Eesti Energialt,[80] oli uuringus võimalik lähtuda Eesti Energia poolt avalikustatud andmetest.

Kõige värskema ja laiaulatuslikuma ülevaate Eesti elektritootmise keskkonnamõjust annab Eesti Energia aastaaruanne.[81] Klientide tarbitud elektrienergia mahu järgi oli 2021. aastal Eestis Energia suurima turuosaga elektritootja Eestis – 57%. 2021. aastal tootis Eesti Energia kokku 5 217 GWh elektrit, millest 1 647 GWh ehk 32% oli taastuvenergia. Eesti Energia elektritootmise CO_2 intensiivsus oli seejuures 0,74 t/MWh tasemel. Töö keskkonnasõbralikuma elektritootmise nimel jätkub ja ettevõte on seadnud eesmärgiks toota 2035. aastaks elektrit ainult taastuvatest allikatest. Kogu toomine peab CO_2 neutraalsuse saavutama 2045. aastaks.

Uuringus arvutati keskkonnamõju IKT seadme poolt aasta jooksul tarbitava elektri tootmisel õhku paisatava süsinikdioksiidi kaudu. Selle leidmisel toetusime järgmistele väärtustele:

1) IKT seadme aastane energiakasutus tootja poolt avaldatud TEC järgi (kWh);
2) Eesti Energia energiatootmise süsinikjalajälg referentsväärtus: 0,74 tCO_2/MWh.

4.1.2.2 Asutuste praktika

Uuringusse kaasatud asutustes töökohaseadmete (arvutid, monitorid, printerid) elektrikasutust eraldi ei mõõdeta. Töökohaseadmete tarbimine on intervjueeritute hinnangul väike ning elektrikulu jälgimisel väärtust ei nähta. Ka eeldatakse, et seadmete energiakasutusele seatavad nõuded on paika pandud RIK-i kesksetes riistvarahangetes (energiamärgis) ning sellega on piisav efektiivsus tagatud. Küll aga mõõdetakse suuremate serveriruumide elektritarbimist ja efektiivsust (täpsem ülevaade ptk 4.1.3.2).

Asutused oma elektriarvetest üldjuhul ülevaadet ei oma, sest hooneid haldab RKAS, kuid leidub ka erandeid, kus asutus haldab ise oma kinnisvara. Elektripaketi valimisel on võimalik teha valik roheenergia kasuks, mille puhul Eesti Energia tagab, et asutuse poolt tarbitud mahus toodetakse elektrit taastuvatest allikatest. RKAS-i esindaja sõnul on roheenergia osakaal riigi tarbitavas elektris minimaalne – roheenergiat ostavad täna ainult Vabariigi Presidendi Kantselei ja Hoolekandeteenused AS. Intervjueeritud KOV-idest on teadliku valiku roheenergia lepinguna sõlminud Tallinna linn. Lääne-Harju vallal on plaanis osta roheenergia sertifikaat eelmisel aastal tarbitud elektri eest tagasiulatuvalt.

RKAS on siiski alustanud roheenergia laialdasema kasutuselevõtu planeerimisega. 2022. aasta jooksul on plaanis läbi viia roheenergia hange, mille õnnestumisel hakkab kogu RKAS-i kinnisvaraportfell kasutama 50% ulatuses roheenergiat. Seejuures ei ostetaks energiat elektribörsilt, vaid fikseeritud hinnaga otse roheenergia tootjatelt. Roheenergiale ülemineku saab otsustada RKAS iseseisvalt, asutuste nõusolekut selleks ei vajata. Selline areng vähendaks IKT seadmete süsinikjalajälge pea 50%.

Intervjueeritud asutuste suhtumine roheenergiasse on pigem skeptiline. Ühe probleemina nähakse roheenergia kõrgemat hinda. Piiratud ressursside juures on seda lisakulu raske põhjendada. Samuti toodi välja, et elektribörsilt roheenergia ostmine on justkui enda „roheliseks ostmine“. Tegelikku muutust elektritootmises sellega asutuste hinnangul ei kaasne ja roheenergia kasutamise nõude kehtestamist IKT jaoks mõistlikuks ei peetud. Toodi välja, et esmalt tuleks tegeleda probleemi juurpõhjusega – suurendada roheenergia toomise mahtu ja töötada välja võimalused roheenergia salvestamiseks, et roheenergiaga varustamine ei sõltuks sedavõrd palju ilmastikust.

Tavapärased energiasäästu praktikad on asutustes laialt levinud: ööseks arvutid enamasti suletakse ja monitorid lülitatakse välja. Kui töötaja ise seadet ei sulge, on nii arvutid kui monitorid seadistatud selliselt, et need lähevad automaatselt energiasäästu režiimi.

Printerite kasutamine on aja jooksul vähenenud. Prinditakse üha vähem ja enamasti on kasutusel ühiskasutatavad printerid, mida on näiteks asutuse iga korruse kohta üks. Vajadus printerite järele sõltub paljuski ka asutuse töö

[80] 2022 teises pooles võib elektrimüüja uue riigihanke tulemusena vahetuda.
[81] https://www.energia.ee/-/doc/8644186/ettevottest/aastaaruanne/pdf/EE_EST_2021.pdf

eripärast – ministeeriumis on printerite vajadus suurem kui IT keskuses. Energia säästmiseks lülituvad ka printerid automaatselt ooterežiimi. Sellest hoolimata hinnatakse printerite jalajälge võrdlemisi suureks, sest suure osa ajast printerid kasutust ei leia. Seda on taas võimendanud COVID-19 tingitud töökorralduse muutus, mille tõttu kasutatakse kontorites asuvaid printereid veelgi harvem.

4.1.2.3 Hinnang keskkonnamõjule

Keskkonnamõju hinnangute andmisel on valimi asutused taas jaotatud 3 gruppi:

1) IT keskused (SMIT, RMIT, KEMIT, TEHIK, RIK)
2) Erineva profiiliga riigiasutused (MKM, RIA, HM/HARNO, KeA, PPA)
3) Kohalikud omavalitsused (Tallinna linn, Saaremaa vald, Lääne-Harju vald, Alutaguse vald).

Järgnevas vaadeldakse iga seadmetüübi kasutamisest tekkivat keskkonnamõju, misjärel on toodud üldine hinnang IKT seadmete kasutusest tekkivale keskkonnamõjule Eesti avalikus sektoris.

Hinnang IT keskuste hallatavate IKT seadmete energiakasutuse keskkonnamõjule

Hinnangute andmiseks leidsime esmalt IT keskuste poolt hallatavate IKT seadmete keskmise aastase elektritarbimise ühe seadme kohta (vt Tabel 9).

Tabel 9. IT keskuste poolt hallatavate IKT seadmete keskmine elektritarbimine ühe seadme kohta (kWh/aastas) (allikas: IT keskused, EY)

IKT seade	IKT seadmete keskmine elektritarbimine (kWh/aastas)				
	SMIT	RMIT	KEMIT	TEHIK	RIK
Sülearvutid	25	32	24	27	24
Lauaarvutid	76	86	92	78	69
Monitorid	41	41	44	39	41
Printerid	Arv: 1591	Arv: 1714	Arv: 4	Arv: 264	Arv: 975

Eesti Energia elektritootmise CO_2[82] intensiivsus oli 2021. a. 0,74 kg/kWh tasemel. Selle korrutus seadmete tootjate andmetega on toodud Tabel 10, mis kajastab ühe seadme elektritarbimise CO_2 jalajälge ühe aasta jooksul.

Tabel 10. IT keskuste IKT seadmete elektritarbimise CO_2 jalajälg ühe seadme kohta ($kgCO_2$/aastas) (allikas: IT keskused, Eesti Energia, EY)

IKT seade	IKT seadmete elektritarbimise CO_2 jalajälg ($kgCO_2$/aastas)				
	SMIT	RMIT	KEMIT	TEHIK	RIK
Sülearvutid	19	24	18	20	18
Lauaarvutid	56	64	68	58	51
Monitorid	30	30	33	29	30
Printerid	Arv: 1591	Arv: 1714	Arv: 4	Arv: 264	Arv: 975

Kontrollvõrdluseks saab saadud tulemust võrrelda tootja andmetega. Näitena kasutame sülearvutit Dell Latitude 5420, mille keskkonnajalajälje aruandes on toodud põhjalikud andmed (vt ka Joonis 10).[83] Dell Latitude 5420 elutsükli jooksul paisatakse õhku 364 $kgCO_2e$. Sellest 12,2% ehk 44,4 $kgCO_2e$ tekib seadme kasutamisel selle 4-aastase eluea jooksul. Aastase Dell Latitude 5420 kasutamise energiakulu on seega 11,1 $kgCO_2e$. Eesti asutustes jääb arvutuste põhjal (vt Tabel 10) sülearvuti üheaastasel kasutamisel tekkiv CO_2 jalajälg vahemikku 18-24 $kgCO_2$,

[82] Eesti Energia andmed on süsinikdioksiidi (CO_2) mitte kõiki kasvuhoonegaase hõlmava süsinikdioksiidi ekvivalent (CO_2e) kohta, mistõttu ei sisalda Eesti Energia andmed metaani, dilämmastikoksiidi jt kasvuhoonegaaside koguseid.

[83] https://corporate.delltechnologies.com/content/dam/digitalassets/active/en/unauth/data-sheets/products/laptops/latitude-5420-pcf-datasheet.pdf

mis on oluliselt suurem Delli enda arvestatud näitajatest. Nelja-aastase elutsükli jooksul on sülearvuti tegelik Eesti elektritootmise jalajälge arvestav CO_2 mõju vahemikus 72-96 $kgCO_2$, mis on pea kaks korda kõrgem kui tootja arvestatud 44,4 $kgCO_2e$.

Hinnang valimisse kuulunud riigiasutuste IKT seadmete energiakasutuse keskkonnamõjule

Tabel 11 ja Tabel 12 on toodud elektritarbimise keskkonnamõju mõõtmistulemused valimisse kuulunud riigiasutuste kohta. Need on mõnevõrra kõrgemad IT keskuste seadmekategooria näitajatest, mis on tingitud eriseadmete hulgast, mis mõnes asutuses kasutusel on.

Tabel 11. Valimisse kuulunud riigiasutuste IKT seadmete keskmine elektritarbimine (kWh/aastas) (allikas: asutused, EY)

IKT seade	IKT seadmete keskmine elektritarbimine (kWh/aastas)				
	MKM	RIA	HM/HARNO	KeA	PPA
Sülearvutid	24	21	20	26	28
Lauaarvutid	0	86	83	N/A	78
Monitorid	41	47	N/A	43	42
Printerid	Arv: 7	Arv: 21	Arv: 1	Arv: 217	N/A

Tabel 12. Valimisse kuulunud riigiasutuste IKT seadmete elektritarbimise CO_2 jalajälg ($kgCO_2$/aastas) (allikas: asutused, Eesti Energia, EY)

IKT seade	IKT seadmete elektritarbimise CO_2 jalajälg ($kgCO_2$/aastas)				
	MKM	RIA	HM/HARNO	KeA	PPA
Sülearvutid	18	16	15	19	21
Lauaarvutid	0	64	61	N/A	58
Monitorid	30	35	N/A	32	31
Printerid	Arv: 7	Arv: 21	Arv: 1	Arv: 217	N/A

Hinnang valimisse kuulunud KOV-ide IKT seadmete energiakasutuse keskkonnamõjule

Tabel 13 ja Tabel 14 toovad elektritarbimise keskkonnamõju mõõtmistulemused valimisse kuulunud KOV-ide kohta, mis on võrreldavad riigiasutuste vastavate näitajatega.

Tabel 13. Valimisse kuulunud KOV-ide IKT seadmete keskmine elektritarbimine (kWh/aastas) (allikas: KOV, EY)

IKT seade	IKT seadmete keskmine elektritarbimine (kWh/aastas)			
	Tallinn	Saaremaa	Lääne-Harju	Alutaguse
Sülearvutid	26	21	25	23
Lauaarvutid	33	70	119	109
Monitorid	N/A	N/A	N/A	39
Printerid	N/A	N/A	N/A	Arv: 4

Tabel 14. Valimisse kuulunud kohalike omavalitsuste IKT seadmete elektritarbimise CO_2 jalajälg ($kgCO_2$/aastas) (allikas: KOV, Eesti Energia, EY)

IKT seade	IKT seadmete elektritarbimise CO_2 jalajälg ($kgCO_2$/aastas)			
	Tallinn	Saaremaa	Lääne-Harju	Alutaguse
Sülearvutid	19	16	19	17
Lauaarvutid	24	52	91	81
Monitorid	N/A	N/A	N/A	29
Printerid	N/A	N/A	N/A	Arv: 4

Hinnangute kokkuvõte

IKT seadmete tootjad on eri aastatel avaldatud raportites kasutanud erinevaid referentsväärtusi oma toote kasutusest tekkiva keskkonnajalajälje leidmiseks, mis tugineb omakorda (enamasti Ameerika Ühendriikide) elektritootjate keskmistel näitajatel. Sellest erisusest hoolimata on Eestis toodetud elektrit kasutades seadme kasutamise keskkonnajalajälg umbes kaks korda suurem kui tootjate poolt avaldatud näidud. See on eelkõige tingitud roheenergia vähesest osakaalust Eestis. Võrreldes kasutusaegse elektrikuluga jääb toote elutsükli jalajälje suurimaks mõjuriks seadme tootmisega kaasnev keskkonnamõju.

4.1.3 Andmekeskused ja pilveteenused

4.1.3.1 Hindamise metoodika

Andmekeskuste mõju hindamine

Globaalselt annab suurima panuse IKT sektori energiatarbimise kasvu andmekeskuste ja arvutivõrkude elektrikulu. Euroopa Liidu liikmesriikides kasvas andmekeskuste aastane energiakulu aastatel 2010-2018 53.9 TWh-lt 76.8 TWh-ni ja moodustab ca 2,7% kogu EL-i elektritarbimisest.[84] Interneti kasutajate arvu ja pilvetarkvarade (SaaS) üha suurenev populaarsus on kaasa toonud plahvatuslikult kasvavad andmemahud, mida interneti kaudu edastatakse. Üks peamistest suure kasvu põhjustajatest on voogedastusplatvormide suur populaarsus, aga ka krüptovaluutade levik. See on juba tänaseks kasvatanud võrkude haldamisega seotud energiakulusid, mida asjade internet (IoT) ning selleks vajalik seadmetevaheline andmevahetus veelgi suurendab.[85] Pilvelahendustest tuleneva võrguliikluse kasvuga koos kasvab omakorda vajadus uute andmekeskuste järele, kus üle võrgu liikuvaid andmeid talletatakse.[86] Andmekeskuste ja pilveteenuste keskkonnamõjude hindamiseks on rahvusvaheliselt kasutusel erinevaid standardeid ja meetodeid ning ettevõtted raporteerivad oma näitajaid mõnevõrra erinevalt. Euroopa Liit on käivitanud protsessi aruandluses kasutatavate mõõdikute võrreldavuse saavutamiseks.[87]

Andmekeskuste ja pilveteenuste keskkonnajalajälje hindamiseks vajaliku informatsiooni kogumiseks viidi käesoleva analüüsi raames läbi intervjuud uuringu valimisse kuulunud IT keskuste, riigiasutuste ja kohalike omavalitsustega. Samuti intervjueeriti kaht pilveteenuste ja andmekeskuste teenusepakkujat (RIKS, Telia). Serveriparkide suuruse ja sellest tuleneva keskkonnamõju hindamiseks koguti asutustelt täiendavaid andmeid, kuid ühetaoliste ja võrreldavate andmete saamist takistasid asutuste erinevad praktikad andmekaitse reeglite ja andmekogumise osas, tihti mõõtmisi üldse ei teostata ja andmeid ei koguta. Seetõttu ei olnud võimalik andmepõhist kvantitatiivset asutuste võrdlust andmekeskuste osas läbi viia ja seda komponenti hinnati kvalitatiivselt. Selle käigus toetuti siiski võimalusel ka kogutud arvandmetele.

Asutuste andmekeskuste tõhususe hindamiseks pakkus täiendavat sisendit ka 2020. aastal valminud IKT baasteenuste korrastamise analüüs,[88] mis kaardistas töökohateenuste ja baastaristuga seotud teenuste sisu, kvaliteeti, maksumust ja probleeme. Üks osa vaadeldud baasteenustest oli serveritaristu (sh andmekeskused).

Andmekeskuste keskkonnajalajälge hindamiseks koguti intervjuudega informatsiooni järgmiste andmekeskuse efektiivsusmõõdikute kohta:

- Energiatarbimine
- Serverite soojustagastus
- Serverite utilisatsioon
- Agregeeritud efektiivsusmõõdikud:[89]

---

[84] European Commission, DG for Communications Networks, Content and Technology, Montevecchi, F., Stickler, T., Hintemann, R., et al. (2020) *Energy-efficient cloud computing technologies and policies for an eco-friendly cloud market: final study report*, lk. 16. https://data.europa.eu/doi/10.2759/3320

[85] Vt. nt. Batz, T., Herzog, R., Watson, K., Summers, J. (2021). *IoT Workload Emulation for Data Centers. Project BodenTypeDC*. https://doi.org/10.12688/openreseurope.13079.1; Aslan, J., Mayers, K., Koomey, J., France, C. (2018). Electricity Intensity of Internet Data Transmission: Untangling the Estimates: Electricity Intensity of Data Transmission // *Journal of Industrial Ecology*, 22(4), lk. 785-98. https://doi.org/10.1111/jiec.12630

[86] https://www.nature.com/articles/d41586-018-06610-y

[87] European Commission, DG for Communications Networks, Content and Technology, IDEA, Bilsen, V., Gröger, J., Devriendt, W., et al. (2022) *Study on greening cloud computing and electronic communications services and networks: towards climate neutrality by 2050. Final study report*. https://data.europa.eu/doi/10.2759/116715

[88] PwC (2020) *IKT baasteenuste korrastamise analüüs*. https://www.rahandusministeerium.ee/et/uuringud-ja-analuusid

[89] The Green Grid. https://www.thegreengrid.org/

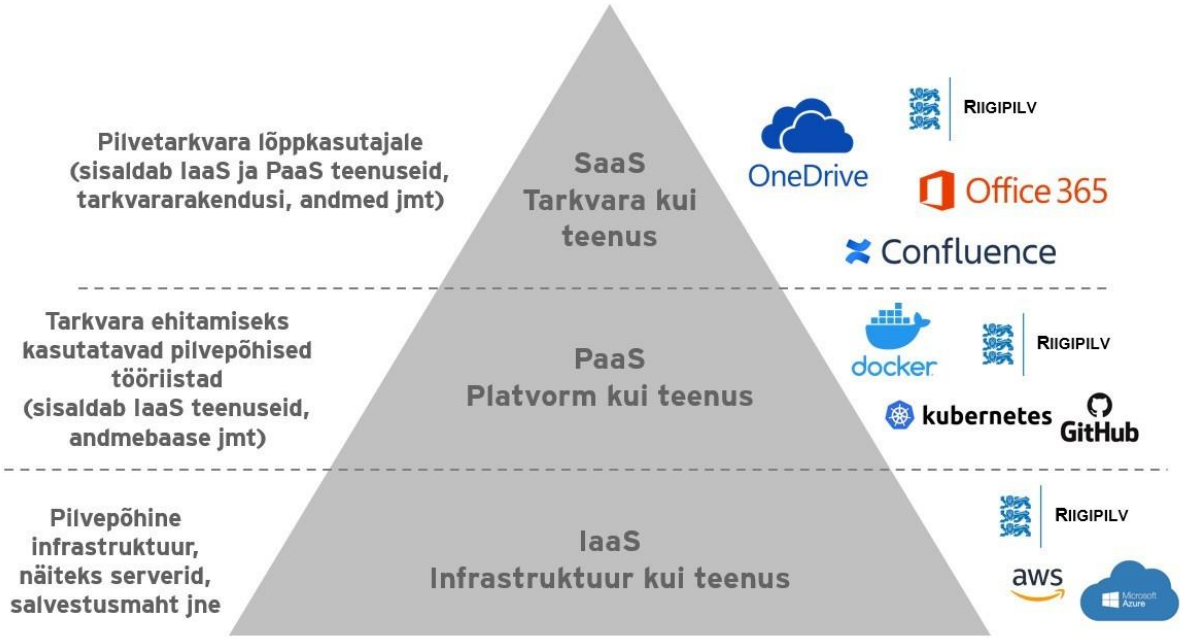
- PUE (Power Usage Effectiveness) – IT seadmete poolt kasutatava elektrienergia ja kogu andmekeskusesse tarnitud elektrienergia suhe. Ideaalne PUE väärtus on 1 (s.t. 100% elektrist kulub IT seadmete tarbeks). Globaalselt on kõige efektiivsemate andmekeskuste PUE 1,2 või vähem (vt ka PUE näidu tõlgendamist, Tabel 15).
- DCE (Data Centre Efficiency) - andmekeskuse efektiivsus (DCE = 1/PUE = X%)
- CUE (Carbon Usage Effectiveness) – andmekeskuse kogu energiatarbimisest õhku paisatud süsinikdioksiidi ja andmekeskuse IT seadmete energiatarbimise suhe.
- WUE (Water Usage Effectiveness) – andmekeskuses jahutuseks või energia tootmiseks kasutatava vee hulga ja andmekeskuse IT seadmete energiatarbimise suhe.

Tabel 15. PUE näidu tõlgendamine[90]

PUE	DCE	Efektiivsus
3.0	33%	Väga ebaefektiivne
2.5	40%	Ebaefektiivne
2.0	50%	Keskmine
1.5	67%	Efektiivne
1.2	83%	Väga efektiivne

Pilveteenuste mõju hindamine

Pilveteenused on andmekeskustega tihedalt seotud, kuid pilveteenuse mõiste on sageli segadusttekitav. Kõige sagedamini mõistetakse pilveteenust kui tarkvara, mida pilveteenuse pakkuja lõppkasutajale pakub ja mis võimaldab teenusepakkuja serveris asuvat funktsionaalsust interneti kaudu kasutada. Lõppkasutajate jaoks tähendab pilveteenus sageli ka lihtsalt pilvepõhist kettaruumi (ingl k *cloud storage*), mis on üks pilvetarkvara tüüpidest (SaaS). Üheks tuntuimaks pilvetarkvara pakkujaks on Microsoft (nt avalikus sektoris levinud Office 365 SaaS teenused). Lisaks SaaS teenustele eristatakse IKT vaates aga veel kahte tüüpi pilveteenuseid (PaaS, IaaS, vt Joonis 14).



Joonis 14. Pilveteenuste tüübid (allikas: Riigipilv, EY)

[90] https://www.42u.com/measurement/pue-dcie.htm

Kui SaaS teenused on suunatud lõppkasutajale, siis PaaS ja IaaS seevastu IT spetsialistidele (tarkvaraarendajad, DevOps). Sõltumata teenuse tüübist tekib pilveteenuse keskkonnamõju teenuse pakkumiseks vajamineva andmekeskuse ülalpidamiseks ning andmete üle interneti edastamiseks kuluva elektrienergia kaudu.

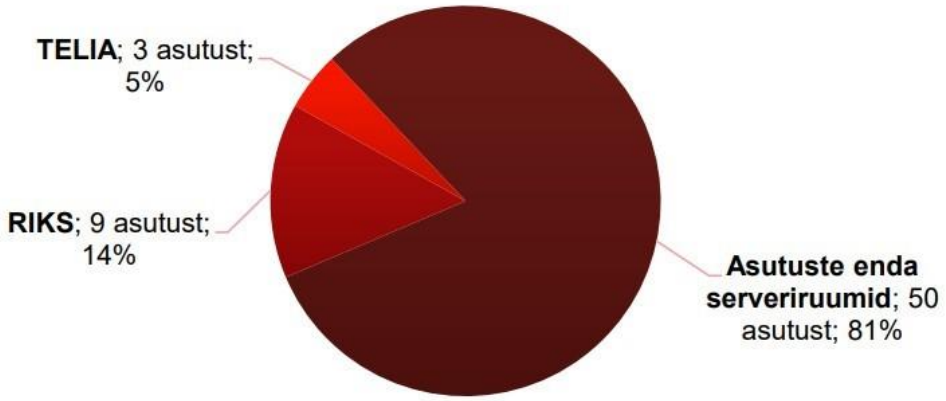
Pilveteenustel tugineva teenuste arhitektuuri kaasnevaks osaks on suurenenud andmevahetus, eriti SaaS teenuste puhul ja sellega kaasnevad ka märgatavad keskkonnamõjud. Peamiseks mõjufaktoriks on võrguseadmete suurenev energiatarve, aga üha enam ka kasvavast nõudlusest tulenev uute võrguseadmete tootmisega kaasnev saaste.[91]

Riigis on peamiseks PaaS ja IaaS pilveteenuste pakkujaks Riigipilv. Rahvusvahelisi ja erasektori poolt loodud pilvelahendusi kasutatakse riigis andmekaitse piirangute tõttu minimaalselt, mistõttu nende keskkonnamõju käesolev analüüs põhjalikult ei uuri.

4.1.3.2 Asutuste praktika

Asutuste andmekeskused ja serveriruumid

Ülevaatliku pildi asutuste praktikast annab 2020. aastal läbi viidud IKT baasteenuste korrastamise analüüs (vt Joonis 15). Selle raames läbi viidud küsitlusele vastas 73 asutust ning selgus, et 50-s neist on kasutusel eraldiseisev serveriruum. Analüüsi hinnangul on tegelik asutuste serveriruumide hulk veel oluliselt suurem, sest küsitlusele vastasid peamiselt asutused, kelle serveritaristu korrastatus on kõrgem.



Joonis 15. Serveritaristu majutamise ruumid (allikas: PwC (2020). *IKT baasteenuste korrastamise analüüs*)

Pea kõik uuringu käigus intervjueeritud riigiasutused kasutavad vähemalt mõne tegevuse raames RIKS-i andmekeskuseid. Umbes kolmandik intervjueeritud asutustest kasutab paralleelselt ka Telia andmekeskuseid. Samas omab ligi pool intervjueeritutest lisaks ka oma serveriruume, kuid leidus ka neid asutusi, mis on kõik oma IT teenused viinud RIKS-i ja Telia andmekeskustesse.

Intervjueeritud neljas KOV-is on enamasti kasutusel enda serveriruumid. RIKS-i teenuseid ei kasutanud intervjueeritud KOV-idest ükski; kaks kasutavad lisaks enda lahendustele ka Telia andmekeskust.

Asutuses oma andmekeskuse või serveriruumi omamiseks toodi välja kolm peamist põhjust:

1) **Tundlikud andmed** – tundlikke andmeid tuleb või tahetakse hoida enda kontrolli alla. Tihti puudus selgus andmekaitse reeglite osas, mistõttu eelistatakse isiklikku andmekeskust nö igaks-juhuks, ilma konkreetset põhjendust omamata.
2) **Minevikus tehtud investeeringud** – mõnedes intervjueeritud asutuses olid kasutusel pikka aega tagasi loodud serveriruumid, mille kasutamist harjumusest jätkatakse.

[91] *Cisco Annual Internet Report 2018–2023*. https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/executive-perspectives/annual-internet-report/white-paper-c11-741490.html

3) **Teenusepakkuja andmekeskuse kasutamisega kaasnev püsikulu** – RIKS-i või Telia andmekeskuse kasutamisega kaasneb asutusele püsikulu kuutasuna. Omaenda serveriruumi ehitamiseks või kaasajastamiseks on olnud võimalik taotleda täiendavat rahastust investeeringuna, mistõttu peetakse seda kuluefektiivsemaks lahenduseks. Samuti tundsid mitmed intervjueeritavad ebakindlust rahastuse üle, mistõttu välditakse püsikulu tekitavaid teenuseid.

Kuna asutused enda serveriruumide keskkonnajalajälge (energiakasutus, PUE, süsinikujalajälg) sageli ei mõõda ega arvuta, ei olnud võimalik nende kvantitatiivset keskkonnamõju leida. Rahvusvahelisele kogemusele tuginevalt saab väita, et asutuse enda serveriruumi ülalpidamine on keskkonnamõju vaatepunktist kahjulikum kui ühise ja optimeeritud andmekeskuse kasutamine:

- asutuse enda andmekeskuse ehitamisega kaasneb suur materjali-, transpordi- ja energiakulu;
- kogu olemasolevat ruumi ja serverite ressurssi ei suudeta maksimaalselt ära kasutada;
- väikese serveriruumi tarbeks ei ole otstarbekas soojustagastustust jm efektiivsust tõstvaid lahendusi välja ehitada.

Seetõttu on väikese serveriruumi efektiivsus madal, samas kui suurtes andmekeskustes saab tõhusust tagada keerukamate lahendustega.

RIKS-i andmekeskuste keskkonnahoiu praktikad

Hetkel on RIKS-il kaks suur andmekeskust, kus pakutakse peamiselt serverite majutamise teenust (serverikappi) ja kappi majutatud seadmed (serverid) kuuluvad asutusele. Täis-pilveteenust (SaaS) on võimalik kasutada Riigipilve kaudu.

RIKS-i andmekesksustes rakendatakse mitmeid keskkonnahoiu lahendusi:

- **ISO 9000 ja ISO 50001 rakendamine**

  RIKS-is on kasutusel ISO 9000 kvaliteedijuhtimise süsteem ja ISO 50001 energiajuhtimise süsteem. Juhtimissüsteemide raames toimuvad igal aastal auditid, mistõttu ollakse oma võimaluste ja piiridega hästi kursis.

- **Jääksoojuse kasutamine**

  Jääksoojuse tagastamise süsteem on olemas ühes RIKS-i andmekeskuses, teine on hetkel ilma soojusvahetuse võimaluseta. Selle kasutuselevõtt tähendaks olulisi ümberehitusi, kuid potentsiaal on olemas ning arutelu sellel teemal on koostöös MKM-iga käimas.

  Üheks jääksoojuse kasutamisega seotud probleemiks on leida soojusele kasutaja, kuna soojuse transportimine andmekeskusest kaugele ei ole mõistlik. Samuti eeldab soojustagastuse jm efektiivsusprojektidega tegelemine lisaks ühekordsele väljaminekule ka täiendava töökoha või töökohtade loomist, milleks täna ressursse ei ole.

Lisaks positiivsele poolele tõi RIKS-i esindaja välja ka kitsaskohti:

- **Andmekeskuste efektiivsust tõstvate projektide elluviimiseks napib ressursse**

  RIKS teadvustab andmekeskuste keskkonnamõju, kuid lisaks keskkonnamõjule on oluliseks efektiivsusega tegelemise motivaatoriks elektrile kuluv raha. Efektiivsust tõstvate investeeringute puhul hinnatakse investeeringu tasuvust, näiteks ehituse maksumust võrreldakse kokku hoitava energia hinnaga. Liiga pika tasuvusaja puhul loobutakse projekti elluviimisest. Efektiivsuse vallas tehakse koostööd Teliaga, kellega vahetatakse praktikaid ja kogemusi.

- **Roheenergiat ei kasutata**

  Täna tarbib RIKS andmekeskustes fikseeritud hinnaga elektrit ja roheenergiat seni ostetud ei ole. Ühe põhjusena toodi välja tänaste roheenergia allikate – tuul ja päike – ebastabiilsus. Andmekeskuse

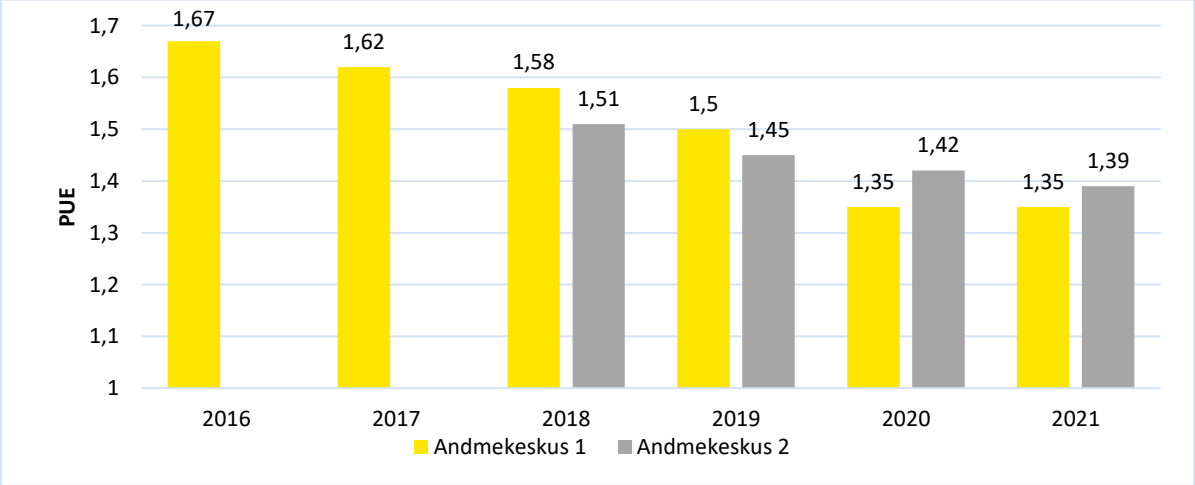
tarbimine on stabiilne ja pidev, mistõttu ei ole ainult roheenergiale tuginemine otse roheenergia tootjalt ostes võimalik, kuna see ei suudaks andmekeskuse vajadusi katta.

Rohelise energia sertifikaadi ostmist mõistlikuks ei peeta. See võimaldaks küll näidata andmekeskust rohelisema, kuid tegelikkuses kasutataks ju ikkagi nö musta elektrit. Roheenergia kasutamise kohustuse kehtestamist RIKS samuti põhjendatuks ei pea – enne tuleks tagada roheenergia tootmise piisavad mahud ja kättesaadavus, näiteks tuuleenergia salvestamise vm tehniliste lahenduste abil.

- **Spetsiaalselt andmekeskuseks ehitatud hoone oleks keskkonnasõbralikum**

  RIKS-i kogemuses on spetsiaalselt andmekeskuseks ehitatud hoone efektiivsem kui selleks kohandatud, algselt muuks otstarbeks ehitatud hoone. Üks RIKS-i andmekeskustest asub just seesuguses kohandatud hoones. RIKS-i hinnangul ei ole hoone edasise rekonstrueerimisega võimalik olulist täiendavat efektiivsust saavutada. Efektiivsust oleks võimalik tõsta vaid uue, spetsiaalselt andmekeskuseks loodud hoone ehitamise või rentimisega.

Andmekeskuste efektiivsuse peamise mõõdikuna on RIKS-is kasutusel PUE, mida on jälgitud juba viimased 10 aastat. Andmekeskuses asuvat igat serveriruumi vaadeldakse seejuures eraldi, andmekeskuse kui terviku PUE väljendab serveriruumide kaalutud keskmist.



Joonis 16. RIKS-i andmekeskuste PUE näit aastatel 2016-2021 (allikas: RIKS)

RIKS-i andmekestuste PUE näit on aja jooksul langenud ja mõlemat andmekeskust võib tänaseks pidada efektiivseks (vrd Tabel 15). Võrdluseks – globaalne keskmine PUE oli 2020. aastal 1.59[92] ja ühe Eestis tegutseva panga kõigi Baltiriikide ülene keskmine PUE oli 2021. aastal 1,43.

PUE kui universaalse mõõdiku üheks puuduseks on seotus füüsilise ruumiga - kui serveriruumid ei ole täielikult seadmetega täidetud, on PUE näit kõrgem andmekeskuse tegelikust võimekusest. Seda probleemi RIKS-i andmekeskuste puhul intervjuude põhjal ei ole. Andmekeskused täituvad kiiresti ja PUE näit väljendab RIKS-i hinnangul hästi hoonete tegelikku võimekust.

Sellegipoolest ei ole PUE andmed RIKS-i puhul täiesti võrreldavad. Andmekeskuste hoonetest üks on kasutusel ka muude tegevuste jaoks kui serveriruumina, mistõttu ei ole arvutustes võimalik kasutada kogu hoone energiatarbimist ja klassikalise PUE asemel on kasutusel serveriruumide osa kohta PPUE ehk „Partial PUE“, mis on eeldatavalt madalam kogu hoonet hõlmavast arvutusest. Andmekeskuse 2 puhul on arvestatud kogu hoone elektritarbimisega.

Kuna RIKS on rakendanud energiajuhtimise süsteemi ISO 50001, siis hindavad nad oma PUE näitu usaldusväärseks. ISO 50001 energiajuhtimise süsteemis koostatakse energia bilanss, kust on näha sisse ostetava

[92] https://www.statista.com/statistics/1229367/data-center-average-annual-pue-worldwide/

energia mahud ning milleks täpselt energia kulus. Bilansi numbrid peavad kattuma, kuid mõningased kaod selliste arvutuste puhul siiski tekivad. Sellest hoolimata tekib seeläbi selge arusaam suurematest energiatarbijatest ja peamistest murekohtadest. Muid tuntumaid mõõdikuid nagu CUE ja WUE RIKS-is ei kasutata.

Telia andmekeskuste keskkonnahoiu praktikad

Hetkel on Telial Tallinnas 4 suurt andmekeskust, lisaks ka serverite majutamise võimalus kahes Telia tuumikvõrgu sõlmes. Pakutavate teenuste spekter on lai: seadmemajutus, andmesideteenused, veebimajutus, pilveteenused ja haldusteenused. Riigiasutused ja kolm ministeeriumide IT keskust kasutavad täna kümneid seadmekappe Telia andmekeskustes, veebimajutust ja pilveteenuseid pakutakse kõigile riigi IT keskustele.

Telia rakendab oma andmekeskustes järgmiseid keskkonnahoiu praktikaid:

- **Jääksoojuse kasutamine**

  Soojustagastuse süsteem on realiseeritud 2 andmekeskuse puhul. Ühel juhul kasutab jääksoojust lähedalasuv büroohoone, teise puhul pakutakse jääksoojust samuti büroohoonele, kuid lisaks soojendatakse jääksoojuse abil ka lähedalasuvate kortermajade vett. Jääksoojuse kasutamisega alustati juba 15 aastat tagasi.

- **Roheenergia taastuvatest energiaallikatest**

  2016. aastast alates on kasutatud andmekeskuste käigushoidmiseks ainult roheenergiat – ostetud on rohelise energia sertifikaat.

- **Kohapealne energiatootmine**

  Pilootprojektina on ühe andmekeskuse juurde loodud päikesepark. Päikesepargi kasutegur on aga olnud oodatust väiksem.

- **Vabajahutuse kasutamine võimalikult suure osas aastast**

  Eesti kliimast tulenevalt on suur osas aastast võimalik jahutuseks kasutada külma välisõhku.

- **Adiabaatilise jahutuse ja niisutuse kasutamine**[93]

  Energiasäästlik tehnoloogia serveriruumide temperatuuri ja niiskuse automaatseks reguleerimiseks.

- **Serveriruumides seadmetele etteantava õhutemperatuuri tõstmine**

  Täna on enamuse serveriruumide temperatuur 24-25 kraadi. Temperatuuri on olnud võimalik veidi tõsta, kuna uuemad seadmed taluvad kõrgemat temperatuuri üha paremini. Samamoodi on tehnoloogia areng võimaldanud vähendada serveriruumide õhuniiskust. Kui 15-20 aastat tagasi pidi õhuniiskus olema umbes 50%, siis täna on talvine serveriruumide õhuniiskus reguleeritud 20% peale.

- **Rohegaaside kasutamine kustutussüsteemides**

  Telia andmekeskuste kustutusüsteemides kasutatakse ainult taastuvatest allikatest toodetud rohegaasi.

- **Võimalikult keskkonnasõbralikud, energiasäästlikud ja pika elueaga seadmed**

  Seadmetest eelistab Telia energiasäästlikke ja pigem kalleid seadmeid, mis kestavad kauem ja mille puhul on olemas hästi toimiv järelturg. Seadmete tarnijaile esitatavad nõuded on üsna ranged. Partneriks saamisel tuleb läbida *due diligence* kontroll ja hilisemad auditid.[94] Telia sisemisel investeeringu kaitsmisel tuleb esitada keskkonnamõju hindamise mudel. Hankimisel ei tule tingimata valida odavamat seadet, tihti osutub valituks just keskkonnasõbralikum, kuid kallim variant.

- **Seadmete elukaare pikendamine**

[93] https://www.techtarget.com/whatis/definition/adiabatic-cooling
[94] Vt täpsemalt https://www.telia.ee/partnerile/tarnijale/

Toimub seadmete rotatsioon – kui seade vananeb sedavõrd, et seda pole enam kriitilise tähtsusega kohas mõistlik kasutada, siis paigutatakse see ümber muid, vähemkriitilisi ülesandeid täitma. Kui seade jõuab oma elutsükli lõppu ning enam kasutust ei leia, siis see kas utiliseeritakse või müüakse järelturul maha. Utiliseerimise puhul eraldatakse eelnevalt komponendid, mida saab tulevikus muude seadmete juures taaskasutada.

Andmekeskuse seadmete eluiga on võrdlemisi pikk:

- Jahutussüsteemidel 10-20 aastat
- UPS süsteemidel 15-20 aastat
- Läbipääsu ja valvesüsteemidel 5-10 aastat
- Serveritel kuni 7 aastat
- Salvestusseadmed 5 aastat.

- **ISO 14001 ja ISO 50001 rakendamine**

  Telia hinnangul on tegu kasulike raamistikega, mis annavad ette selged protsessid millega suurema efektiivsuse suunas liikuda. Toodi välja, et suurema efektiivsuse saavutamine ei ole ühekordne projekt, vaid teekond.

- **Muude keskkonnamõjude vähendamine, näiteks müra**

  Mürataseme mõõtmiseks kasutatakse sellele spetsialiseerunud ettevõtteid.

- **Andmekeskuste konsolideerimine**

  Sarnaselt RIKS-ile peab ka Telia suurema efektiivsuse saavutamisel oluliseks andmekeskuste asendamist uute, efektiivsemate andmekeskustega. Valmimas on uus andmekeskus Väo elektrijaama lähedal. Selle abil on võimalik vähendada võrgukadu, sest elektrit hakatakse saama otse elektrijaamast. Samuti on plaanis suunata tekkiv jääksoojus küttevõrku.

  Telia on varasemalt sulgenud 2 vanemat andmekeskust ja konsolideerimisprojekti tulemusena on plaanis tulevikus sulgeda veel 2. Uued hooned on osutunud oluliselt energiasäästlikumaks.

  Muuhulgas vaadatakse konsolideerimisprojektide käigus üle serveriruumides olev taristu. Näitena vähenes ühe andmekeskuse sulgemisel füüsilise ruumi vajadus 6 korda. Konsolideerimine võimaldas kasutada vähem riistvara (virtuaalserverite kasutuselevõtt) ja luua korrastatuma ning paremini hallatava terviklahenduse. Hetkel on töös arvutusmudel, mis aitab leida konsolideerimisprojekti efekti kliendile.

Lisaks mõõdetakse Telia andmekeskustes mitmeid keskkonnajalajälje hindamise näitajaid (PUE, DCE, Delta T,[95] COP,[96] serverite utilisatsioon, jääksoojuse kogused, päikesepaneelide toodang, reaktiivenergia). Jälgitakse ka külmainete lisamist ja utiliseerimist ning FOKA registrit.[97] WUE näitu (veekasutuse näidik) Telia ei mõõda, sest veetarbimine on võrreldes energiatarbega tühine. Telia Grupi tasemel raporteeritakse külmainete käitlust. Mõõtmistulemused on Telia ärisaladus, mistõttu ei ole võimalik neid uuringus avaldada.

PUE on Telia jaoks üks peamiseid mõõdikuid, mis väljendab muutusi tehnilisemates näitajates nagu Delta T ja COP. Kui lähtuda PUE mõõtmisel rahvusvahelistest standarditest (ISO 50001), siis on Telia hinnangul tegu ka usaldusväärse ja võrreldava mõõdikuga. Turunduslikes materjalides on konkurentide puhul siiski täheldatud, et alati ei avaldata standardikohast andmekeskuse terviklikku PUE-d (kogu hoone kohta), vaid väiksemat, üksnes jahutussüsteemi PUE-d.

[95] https://www.42u.com/efficiency/data-center-glossary.htm#Glossary_D
[96] https://www.42u.com/efficiency/data-center-glossary.htm#Glossary_C
[97] https://foka.envir.ee/

Kuna PUE sõltub siiski andmekeskuse täituvusest, siis ei oleks Telia hinnangul andmekeskuse numbrilise PUE väärtuse nõudmine teenuste ostu riigihangetes mõistlik. Selliselt ei vastaks uued, kuid alles serveritega täituvad andmekeskused veel võimalikele riigihanke nõuetele. Pigem nähakse mõistlikuna jääksoojuse, roheenergia kasutuse ning ISO 50001 juurutamist puudutavaid nõudeid.

Asutuste serveriruumide keskkonnahoiu praktikad

Andmekeskuse efektiivsuse hindamine on keerukas valdkond ja asutused enda serveriruumide puhul selle teemadega süvitsi tegelenud ei ole. Mõnede suuremate serveriruumide puhul mõõdetakse asutustes energiatarbimist, kuid enamus serveriruume on väikesed ja nende elektritarbimist eraldi ei mõõdeta. Asutuste serveriruumide puhul on PUE mõõtmine äärmiselt haruldane – selleks puuduvad nii kompetentsid kui motivatsioon. Asutustel ei ole olnud võimalik suurte andmekeskustega võrreldavaid energiajuhtimise kompetentse ja süsteeme luua.

Pilveteenused

Andmekaitse piirangutest tulenevalt on kommerts-pilveteenuste kasutamine riigiasutustel keerukas. Andmed ei tohi paljudel juhtudel asuda piiritagustes või väljaspool Euroopa Liitu asuvates andmekeskustes, mistõttu on sageli välistatud globaalsete teenusepakkujate nagu näiteks Google, Microsoft või Amazon pilveteenused.

Riigi pilveteenusete osas on kasutusel peamiselt 2 lahendust:

- **Riigipilv**

  Praegu peamine pilvelahendus riigiasutuste jaoks, kuid kuna Telia omab Riigipilves teatavat osalust, väldivad osad asutused selle kasutamist.

- **Majasisene pilvelahendus**

  Kohaliku pilvelahenduse tarkvara ja/või andmed asuvad asutuse või selle IT keskuse enda serveris. Lahendus on kasutatav ainult vastavat õigust/rolli omavatele asutuse kasutajatele.

Mõned kommertspilve-põhised tarkvarad (SaaS), näiteks Microsoft 365 kontoritarkvara, on riigis laialt kasutusel. Uuringu käigus läbi viidud intervjuud näitasid, et asutustes puudub selgus, millises mahus välismaiseid pilveteenuseid kasutada võib, kuna õigusruum ei ole siin tehnoloogia arengule järele jõudnud. Mõned asutused tõid välja, et tarkvaraarenduses (IaaS) on kasutatud ka välismaiseid pilvepõhiseid arendustööriistu (MS Azure, Amazon), kuid sellisel juhul on piiritagusesse pilve jõudnud ainult avalikud või testandmed. Põhiandmete majutuskohana nähakse siiski ainult Riigipilve.

Riigipilv

Riigipilv on riigi poolt hallatav pilvekeskkond, mis võimaldab pakkuda avalikule sektorile keskseid pilvelahendusi ja nendega seotud teenuseid.[98] Riigipilv sai alguse RIKS-i osana ja teenuseid pakuti koostöös Teliaga. Edaspidi on plaanis Riigipilv viia täielikult RIT-i haldusesse ja erasektori osalusest loobuda.

Riigipilve pakkumiseks vajaminevad 10 serveriruumi asuvad RIKS-i andmekeskustes, kus rakendatakse eelkirjeldatud RIKS-i keskkonnahoiu praktikaid. Andmekeskuse võrguliiklust ja sellest tekkivat keskkonnajalajälge ei mõõdeta. Riigipilve esindajad võrguliiklusest tekkivat jalajälge oluliseks ei pea, sest Riigipilve kaudu ei pakuta video voogedastust ja muid suurt võrgukoormust tekitavaid teenuseid.

Riigipilve laialdasemat kasutuselevõttu takistab Riigipilve esindaja sõnutsi konkreetse riigiülese juhtimise puudumine (nt. pilveteenuseid eelistava poliitika kehtestamine). Pilveteenustele üleminek tänaseid IKT valdkonna trende arvestades kindlasti toimub, kuid teadlikust juhtimisest sõltub, kui kiiresti võtab suurem osa asutusi kasutusele Riigipilve või eelistatakse endiselt majasisestes serverites asuvat pilvelahendust. Keskkonnamõju

[98] https://riigipilv.ee/et

vaatekohast on Riigipilvel selge eelis, sest RIKS-i andmekeskused suudavad pilveteenuseid pakkuda oluliselt väiksema keskkonnajalajäljega.

4.1.3.3 Hinnang keskkonnamõjule

Andmekeskused on nii globaalselt kui ka Eestis üks kõige suurema keskkonnajalajäljega IKT valdkond. Samas on tegu ühe IT sektori kõige keskkonnateadlikuma valdkonnaga. Nii RIKS kui Telia on keskkonnahoiu praktikatest teadlikud ja tegelevad süsteemselt valdkondlike parimate praktikate rakendamisega, nt ISO 50001 juurutamine.

RIKS-i ja Telia andmekeskuste keskkonnajalajälge võrreldes on praegu neist suurem jalajälg RIKS-i andmekeskustel. RIKS-i piiratumad ressursid takistavad Teliaga võrreldava efektiivsuse saavutamist. RIKS-i väiksemat efektiivsust kinnitavad asutustega läbiviidud intervjuud, kust selgus, et sama teenuse puhul on Telia elektrikulu väiksem kui RIKS-il. RIKS-i PUE näidu põhjal võib aga öelda, et riigi peamise andmekeskuse efektiivsus on hea, sh parem globaalsest keskmisest.

Riigis laiemalt on peamiseks keskkonnamõju probleemiks asutusesiseste serveriruumide suur hulk. Paratamatult ei suudeta majasisese serveriruumi puhul serveri utilisatsiooni, jahutuse jt. keskkonnamõju põhjustajatega tegeleda suurte andmekeskusega võrreldaval tasemel. Keskkonnamõju aitaks oluliselt vähendada asutuste serveriruumide oluline vähendamine (praegu rohkem kui 50-s asutuses) ning andmekeskuste ja Riigipilve laialdane kasutuselevõtt. Selleks tuleb aga esmalt lahendada seni andmekeskuste ja Riigipilve kasutuselevõttu takistanud probleemid.

Pilveteenuste kasutamisel sobib eeskujuks võtta Suurbritannia, kus pilveteenuse kasutamine peaks olema iga riigiasutuse jaoks esimene valik. Kui see ei ole võimalik, tuleb alternatiivi valimisel selgitada, miks ei ole võimalik pilvemajutust kasutada.[99] Pilveteenuse kasutamise olulisemaid eeliseid on skaleeritud hinnastamise ja jõudluse mudel mis on odavam ja keskkonnasõbralikum.[100] Skaleeritud mudeli korral kasutatakse suuremat jõudlust ainult siis, kui seda vaja on (näiteks Tolli- ja Maksuametis kord aastas, tuludeklaratsioonide esitamisel). Pilveteenuse kasutamine tagab, et riistvara on kasutuses just siis ja seal, kus seda vaja on. Riigipilve kliendid saavad juba täna skaleeritud mudelit kasutada.

Pilveteenuste kasutamisega kaasneva andmeside keskkonnamõju uuringus mõõta ei õnnestunud andmete mittekättesaadavuse tõttu.

4.1.4 Tarkvaralahendused

4.1.4.1 Hindamise metoodika

Tarkvaralahendused

Tarkvaralahenduse keskkonnamõju hindamine on praktikas keeruline ülesanne. Osaliselt on põhjuseks globaalne arenduskultuur, kus keskkonnateemad ei ole veel tugevalt kanda kinnitanud. On olemas testimistööriistad tarkvara koodi funktsionaalsuse testimiseks, kuid mugavaid ja arendajate seas tuntud tööriistu koodi efektiivsuse testimiseks tekkinud ei ole. Tegu on valdkonnaga, kus üldtuntud praktikaid ei ole veel välja kujunenud, kuigi GHG protokoll pakub selleks esialgse tarkvara elutsükli põhise lähenemise välja.[101]

Tehnilisest vaatest mõjutab tarkvaralahenduste keskkonnajalajälge loodud algoritmide efektiivsus, mis omakorda sõltub suuresti tarkvaraarendaja oskustest. Kuigi teatud juhtudel võib ebaefektiivne algoritm omada olulist mõju, on veelgi suurema mõjuga kasutatavad programmeerimiskeeled, arendusraamistikud ning eriti loodava lahenduse arhitektuur.

---

[99] https://www.gov.uk/service-manual/technology/deciding-how-to-host-your-service

[100] https://www.gov.uk/guidance/use-cloud-first

[101] GHG Protocol (2017). *Chapter 6: Guide for assessing GHG emissions related to software*

Näiteks võrdles Portugali ülikoolide uuring 27 programmeerimiskeele energiatarbimist, täpsemalt tööaja, mälukasutuse ja energiatarbimise seoseid. Uuringus testiti keeli kümne erineva programmeerimisprobleemi lahendamisel. Tulemused jagunesid nelja kategooriasse: 1) aeg ja mälu, 2) energia ja aeg, 3) energia ja mälu ning 4) energia, aja ja mälu koosmõju. Kõikides kategooriates osutusid kõige „rohelisemateks" programmeerimiskeelteks C, C++, Pascal ja Rust, samas kui viimaste hulgast võis leida keeled nagu Ruby, Lua ja Perl.[102]

Selliste uuringute tulemusi ei saa aga paraku kasutada riigi tarkvaralahenduste keskkonnajalajälje hindamiseks, sest nagu ka viidatud uuringus välja on toodud, mõjutab tarkvaralahenduse keskkonnajalajälge konkreetse algoritmi loogika, arendusraamistiku valik ning mitmed muud muutujad. Samuti on teatud keeled mingit tüüpi ülesannete lahendamisel efektiivsemad kui teised. Muutujaid on palju ja võimaliku keskkonnamõju arvutusmudeli keerukus kasvab kiiresti selliseks, et selle rakendamine ei ole praktikas enam mõistlik. Kuna praeguseks ei ole veel välja kujunenud ühtset *benchmark*i või etaloni, mille abil tarkvara ja selle käitlemise energiatõhusust mõõta, siis on selle valdkonna jalajälje mõõtmine praeguses uuringus vaid kvalitatiivne ja tugineb intervjuudel.

Tarkvaraarenduses toimuvad muutused enamasti kogukonna algatusena. Viimastel aastatel on roheteemad hakanud üha sagedamini jõudma arendajate infokanalitesse, kus põhjendatult nähakse suurt rolli tehnoloogiahiidude tegevusel. Suurem enamus tarkvaralahendusi luuakse tänapäeval tehnoloogiahiidude pilvepõhiseid arendus- ja majutusvõimalusi kasutades, mistõttu on sellel otsene mõju igasuguste tarkvaralahenduste jaoks. Täna on kogu maailma andmekeskuste ja sh tarkvara ehitamiseks kasutatavate pilvelahenduste (PaaS ja IaaS) turg suuresti kolme ettevõtte kätte koondunud - Amazon, Microsoft ja Google katavad rohkem kui pool andmekeskuste turust.[103] Kuna andmekeskused ning nende kaudu pakutavad pilvelahendused on globaalselt IT valdkonnas kõige suurema keskkonnajalajäljega komponent, näeb suurem osa arenduskogukonnast, et just *Big Tech* firmade poolt peaks tulema peamine panus tarkvara valdkonnaga seotud keskkonnajalajälje vähendamisse.

Andmekeskustes majutatud tarkvara mõjutab omakorda andmekeskuse elektritarbimist ja salvestusruumi vajadusi, olles seeläbi andmekeskuste kaudu tekkiva keskkonnasaaste üks peamistest juurpõhjustest. Arenduskogukonnas nende seoste keskkonnamõju tähtsustamine veel laialdaselt kanda kinnitanud pole, kuid samas on võimalik täheldada esimeste initsiatiivide ja valdkonna eestvedajate esilekerkimist.

Kõige silmapaistvam ja laiapõhjalisem „rohelist tarkvaraarendust" edendav ja arendajate kogukonda kaasav rahvusvaheline organisatsioon on Green Software Foundation.[104] Selle asutasid 2021. a. Accenture, GitHub, Microsoft, ThoughtWorks ja Linux Foundation. Organisatsiooni missiooniks on ehitada usaldusväärne ökosüsteem inimestest, standarditest, tööriistatest ja parimatest praktikatest, mis aitaksid keskkonnasõbralikku tarkvara ehitada.[105] Organisatsiooni laiemaks eesmärgiks on aidata tarkvaratööstusel panustada IKT sektori laiemasse eesmärki, milleks on vastavalt Pariisi kliimakokkuleppele vähendada 2030. aastaks IKT sektori poolt põhjustatavaid kasvuhoonegaase 45%.[106] Ökosüsteemi ülesehitamine alles käib, kuid organisatsiooni kodulehelt leiab viiteid kasulikele materjalidele, näiteks kõige ajakohasemad tööriistad ja muud tugimaterjalid,[107] mis aitavad väiksema süsinikujalajäljega tarkvara ehitada.

Muutuste toimumiseks peavad tarkvarainsenerid, arhitektid ja analüütikud ise väljatöötatavate tarkvaralahenduste keskkonnajalajälje vähendamisse panustama. Leidub mitmeid keskkonnasõbraliku tarkvaraarenduse parimaid praktikaid käsitlevaid juhendmaterjale, mille hulgast tehtud valikut alljärgnevalt lühidalt tutvustame.

---

[102] https://greenlab.di.uminho.pt/wp-content/uploads/2017/10/sleFinal.pdf
[103] https://www.crn.com/news/data-center/aws-google-microsoft-are-taking-over-the-data-center
[104] https://greensoftware.foundation/
[105] https://greensoftware.foundation/manifesto
[106] https://www.productsofchange.com/news-article/green-software-foundation-launched/
[107] https://github.com/Green-Software-Foundation/awesome-green-software

Üks kõige süsteemsem, kuid samas kompaktne juhendmaterjal on Green Software Foundationi poolt välja töötanud rohelise tarkvaratehnika põhimõtete kogum,[108] mis koondab endas jätkusuutlike tarkvararakenduste defineerimiseks, ehitamiseks ja käitamiseks vajalikke põhipädevusi:

- Süsinikuefektiivsete tarkvararakenduste ehitamine[109]
- Energiaefektiivsete tarkvararakenduste ehitamine[110]
- Madala süsinikujalajäljega elektri kasutamine[111]
- Riistvara kokkuhoidva tarkvara ehitamine[112]
- Riistvara energiatõhusust maksimeeriva tarkvara ehitamine[113]
- Vajaminevate andmemahtude ja andmete poolt võrgus läbitava vahemaa vähendamine[114]
- Nõudluse kujundamine[115]
- Tervikliku süsinikuefektiivsuse suurendamine sammhaaval toimuva optimeerimise kaudu.[116]

Šveitsi uurimisinstituudi EMPA koostatud kokkuvõte käsitleb põhimõtteid kitsamalt. Nende poolt avaldatud materjali kohaselt tuleks vältida:[117]

- tarkvaraarendusel tehtud valikutest tingitud riistvara enneaegset moraalset vananemist;
- ebamõistlikult kõrget arvutusvõimsust nõudva programmikoodi kirjutamist;
- salvestusruumi raiskava programmikoodi kirjutamist;
- ebavajaliku funktsionaalsuse arendamist (ebavajalikust funktsionaalsuse märkamine ning sellest arendamisest loobumine).

Välisriikidest on teemaga põhjalikumalt tegelenud Suurbritannia, kus on sõnastatud soovitused IT projektide kasvuhoonegaaside vähendamiseks:[118]

- Avalike pilveteenuste kasutamine – võimaldab vähendada emissiooni, sest suured teenusepakkujad kasutavad ressursse säästlikumalt ning sageli on kasutusel roheenergia.
- Pilveteenuste kasutamise optimeerimine - skaleeritud hinnastamise ja jõudluse mudel aitab säästa nii raha kui ka elektrienergiat.
- Andmeauditite läbiviimine duplikaatandmete tuvastamiseks. Sellest võib kujuneda ka eraldiseisev efektiivsusprojekt, näiteks pärandsüsteemide puhul.
- Kasutuses olevate keskkondade auditeerimine. Ebavajalikud keskkonnad tuleks võimalusel välja lülitada (näiteks kasutuseta seisvad testkeskkonnad).
- Süsteemide konsolideerimine arendusprojektide käigus.

Lõppkasutajatele suunatud projektide puhul on Suurbritannia soovitused järgmised:

---

[108] *Principles of Green Software Engineering*. https://principles.green/
[109] https://principles.green/principles/carbon/
[110] https://principles.green/principles/electricity/
[111] https://principles.green/principles/carbon-intensity/
[112] https://principles.green/principles/embodied-carbon/
[113] https://principles.green/principles/energy-proportionality/
[114] https://principles.green/principles/networking/
[115] https://principles.green/principles/demand-shaping/
[116] https://principles.green/principles/measurement/
[117] Šveitsi uurimisinstituudi EMPA poolt koostatud kokkuvõte: https://www.academia.edu/451732/Environmental_Impact_of_ICT_A_Conceptual_Framework_and_Some_Strategic_Recommendations
[118] https://www.gov.uk/guidance/make-your-technology-sustainable

- Luua kasutajasõbralik ja lihtne teenus, kus kasutaja saab oma tegevuse esimese korraga tehtud. Iga kordus kulutab lisaenergiat.
- Multimeedia kasutamist tuleks vältida. Juhul kui seda kasutada, peab see olema põhjendatud, näiteks tuginema kasutaja vajaduste uuringule.
- Valida tuleks multimeedia vormingud, mis kasutavad vähem energiat (nt SD vs HD video).
- Informatsiooni avaldamisel tuleks eelistada HTML formaati PDF-ile. Lisaks juurdepääsetavuse probleemidele võivad PDF-failid kasutada rohkem energiat, kuna nende laadimine ja kasutamine võtab kauem aega.
- Vältida ebavajaliku teabe kogumist, et vähendada teenuse pakkumiseks vajamineva salvestusruumi mahtu.

Tarkvaralahenduste keskkonnamõju hindamiseks intervjueerisime uuringu valimi IT keskuseid, riigiasutusi ja KOV-e, et selgitada välja kas ja milliseid praktikaid täna riigis rakendatakse ning millised on üldised hoiakud.

Pärandsüsteemid

Pärandsüsteem (ingl k *legacy system*) on vananenud, varem kasutusel olnud tarkvaralahendus, mida endiselt kasutatakse. Pärandsüsteemidega võivad kaasneda mitmesugused probleemid, näiteks:

- süsteem võib töötada vananenud riistvaral, mille käigushoidmine on kulukas (sh energiakulu);
- loodud tarkvara arhitektuur on moraalselt vananenud, mistõttu vajatakse lahenduse käigushoidmiseks kaasaegsema lahedusega rohkem salvestusruumi, võimsamat riistvara või muid ressursse;
- puududa võib kompetents süsteemi arendamiseks ja haldamiseks;
- uute süsteemide kasutuselevõtul tuleb tagada tagasiühilduvus (ingl k *backward compatibility*).

Need ja mitmed muud võimalikud pärandsüsteemidega seotud probleemid on olulised ebaefektiivsuse allikad. Varasemalt on Eestis püütud lähtuda *no legacy* põhimõttest, mille kohaselt ei tohi avalikus sektoris olla kasutusel olulise tähtsusega IKT-lahendusi, mille vanus on rohkem kui 13 aastat.[119] Eesmärki enam ei järgita, sest see ei osutunud realiseeritavaks, kuid keskkonnahoiu vaates on see nõue endiselt asjakohane: võrreldes monoliitse pärandsüsteemi ja modulaarsel- või mikroteenuste arhitektuuril põhineva tarkvara ülalpidamiseks kuluvat tööjõu ja riistvaralist ressurssi on kaasaegne lahendus oluliselt keskkonnasäästlikum.

Töö pärandsüsteemide asendamiseks on endiselt käimas. Eesti digiriigi keskkonnamõju hindamise raames uurisime intervjuude kaudu tänaseks allesjäänud pärandsüsteemide mõju keskkonnale.

4.1.4.2 Asutuste praktika

Intervjuudest selgus, et tarkvaralahenduste keskkonnasõbralikkuse peale täna veel ei mõelda ning sellega seotud mõõdikud puuduvad. Tarkvaraarenduse hangetesse tänaseni otseselt keskkonnasõbralikkusega seotud nõudeid jõudnud ei ole. Leiti, et IT valdkonnas leidub teisi teemasid, mille keskkonna jalajälg on suurem ja millega tegelemisel saavutatav muutus on suurem.

Paljude vastajate hinnangul mõeldakse lahenduste funktsionaalsused enamasti põhjalikult läbi ning ebavajalikke funktsionaalsusi arendusse ei jõua. Motivaatorina selleks toodi välja siiski pigem piiratud rahaline ressurss kui keskkonna-alased kaalutlused. Praktika näitab siiski ka vastupidist – liialt sageli sisaldavad riigi infosüsteemid ebavajalikku funktsionaalsust ja keerukust. Seda kinnitavad osade intervjueeritute arvamused, mille kohaselt tegelevad asutused tihti nö „ideaallahenduse“ loomisega. Mahuka analüüsi käigus püütakse kaardistada kõik võimalikud süsteemi funktsionaalsused ja arendused kasvavad sageli väga mahukaks. Selliselt kasvab kiiresti ka süsteemi keerukus ning tekivad funktsionaalsused, mida keegi tegelikkuses kunagi kasutama ei hakata. Arvati, et

[119] https://www.mkm.ee/sites/default/files/elfinder/article_files/eesti_infouhiskonna_arengukava.pdf

riik ei tohiks oma tellimustes keskenduda suurte terviksüsteemide tellimistele, vaid paindlikkus ja sammhaaval edasiliikumine peaks olema iga arendusprojekti osa.

Intervjuudes toodi välja ka arhitektuursete valikute olulisus, eriti tulevikutehnoloogiate rakendamisel (plokiahel, masinõpe jt). Täna arhitektuursete valikute keskkonnamõju peale veel palju ei mõelda, kuid uute lahenduste kasutuselevõtul eeldatakse arhitektuursetest valikutest tingitud keskkonnamõju olulist suurenemist.

Peamiselt rahaliste ressursside piiratusele viidates tegeletakse täna aktiivselt parema efektiivsuse saavutamise nimel, mis kaasuva tulemusena mõjub positiivselt ka keskkonnale. Valdav osa riigi IT valdkonna töötajatest nõustub, et keskkonnahoid peab jõudma kõigisse valdkondadesse. Oluliseks peetakse, et lahenduse loojate teadmised selles valdkonnas täieneks, sest täna tarkvaralahendusi luues keskkonnahoiule ei mõelda. Samas leidub ka neid, kes keskkonnahoidu tarkvaralahenduste loomisel oluliseks ei pea.[120]

Analüüs tuvastas keskkonna vaates tarkvaraarendusega seotud peamiste keskkonda negatiivselt mõjutavate probleemidena ebavajaliku funktsionaalsuse arendamine ja suurte süsteemide puhul ka energiaefektiisuse osas läbimõtlemata või ajale jalgu jäänud arhitektuurilised valikud. Keskkonnateadlikumate riigiasutuste kogemustele tuginedes saab seega sõnastada kaks põhimõtet, millest asutused võiksid nende probleemkohtade puhul lähtuda:

1. **Eelistada tuleks MVP arendust** – uut lahendust luues tuleks esimeses faasis realiseerida minimaalne töötav toode/tarkvaralahendus. Teisisõnu tuleks esmalt luua vaid hädavajalik funktsionaalsus, misjärel saab funktsionaalsuseid sammhaaval lisama hakata. Uue funktsionaalsuse lisamisel tuleks hinnata selle vajalikkust ja kasutajaskonna suurust, et vältida ebavajalike keskkondade ja funktsionaalsuste loomist.
2. **Arhitektuursed valikud peavad olema põhjendatud** – lahenduse loomisel ei tohiks lähtuda arendajatele harjumuspärastest lahendustest, vaid läbi tuleks mõelda erinevate arhitektuursete lahenduste plussid ja miinused ning teha põhjendatud valik. Erinevate lahenduste kaalumisel tuleb tähelepanu pöörata ka loodava lahenduse ressursikasutusele (elekter, protsessor, mälu) ning eelistada efektiivsemat lahendust.

4.1.4.3 Hinnang keskkonnamõjule

Intervjuudele tuginevalt saab väita, et tarkvaralahenduste mõju keskkonnale ei ole teiste vaadeldud komponentidega võrreldes suur, kuid samas tuleb arvestada selle hinnangu subjektiivsusega. Küll aga kinnitavad seda hinnangut mitmed varasemad uuringud,[121] mille kohaselt on IKT valdkonna keskkonnamõju peamisteks põhjustajateks ikkagi IKT seadmed, andmekeskused ja arvutivõrk.

Teisest küljest võib andmekeskuse serveris majutatud ebaefektiivne tarkvara olla üks suure energiatarbe ja suure salvestusruumi vajaduse juurpõhjustest. Selle mõju hindamiseks tuleb vaadata, milliseid tarkvaralahendusi digiriik hõlmab. Enamasti on tegu mitmesuguste lõppkasutajale ja ametnikule suunatud veebirakendustega, mille taustal töötavad riiklikud registrid. Suure energiatarbega tehnoloogiaid on digiriigis seni kasutusel vähe (tehisintellekt, plokiahel jmt).

Positiivse trendina kogub riigis populaarsust mikroteenuste arhitektuuri kasutuselevõtt. Arengukava „Eesti Digiühiskond 2030“[122] seab esimeseks prioriteediks sündmusteenuste arendamise. See lähenemine seob eri asutuste poolt pakutavad teenused üheks kodaniku või ettevõtte jaoks loogiliseks tervikuks. Muutus on tinginud olukorra, kus uusi lahendusi püütakse luua üha modulaarsemalt, tihti just mikroteenuste arhitektuuri eelistades. Samuti toimub vastavalt võimalustele vanade pärandsüsteemide kaasaegsele tarkvaraarhitektuurile üleviimine.

Keskkonnahoiu vaates ei ole suur, monoliitse arhitektuuriga süsteem enamasti sõbralik. Näiteks võib lisaressurssi (põhimälu, protsessor) vajada ainult üks konkreetne tarkvaralahenduse komponent, kuid monoliidi puhul tuleb ressurssi lisada kogu süsteemile, sest kogu süsteem tervikuna kasutab sama riistvara ressurssi.

---

[120] Ülle Kroon (2022) Keskkonnahoidliku IT rakendamise praktika Eesti avalikus sektoris: hetkeseis ja arenguvõimalused, magistritöö, Tallinna Ülikool, Digitehnoloogiate instituut.

[121] http://dx.doi.org/10.1016/j.patter.2021.100340

[122] https://mkm.ee/sites/default/files/eesti_digiuhiskond_2030.pdf

Kuid ka mikroteenuste arhitektuuri väljatöötamisel tuleks arvestada keskkonnakriteeriumitega. Mikroteenuste arhitektuuri väljatöötamisel aitavad keskkonnahoiu aspekte juurutada näiteks eelkirjeldatud rohelise tarkvaratehnika põhimõtted, mille kohaselt tuleks mikroteenuste puhul suuremat tähelepanu pöörata järgmistele teemadele:[123]

- Võrguliikluse optimeerimine
- Riistvara utilisatsiooni suurendamine
- Mikroteenuste arvu vähendamine
- Andmebaasi optimeerimine
- Latentsus ja sellega seotud piirangud.

Mikroteenustel põhinev või modulaarne arhitektuur tagab infosüsteemi parema edasiarendatavuse. Ideaalis peaks süsteemide arhitektuur olema selline, et koodi ajakohastamine oleks võimalik komponentide või mikroteenuste kaupa ning vajadust kogu tarkvara ümberkirjutamise järele ei tekiks. Tihti ei ole riigi tarkvaralahenduste valmimisele järgnev hooldus piisav või pidev, mis põhjustab tarkvara (enneaegset) taakvaraks muutumist. On levinud, et arendusprojekti lõppedes ei ajakohastata enam rakenduse arendusraamistiku versiooni ja teeke,[124] mis muudab rakenduse edasise muutmise ja täiendamise keerukamaks, aeganõudvamaks ja seeläbi ka keskkonnale koormavamaks.

Kombineerides modulaarset (nt mikroteenustel) põhinevat lahendust pilveteenuste poolt pakutava skaleeritavusega (täiendavat ressurssi on võimalik kasutada vastavalt vajadusele, muul ajal kasutatakse vaba ressurssi muude ülesannete täitmiseks) on võimalik luua tänastest oluliselt efektiivseimaid ja seeläbi ka keskkonnasõbralikumaid süsteeme.

Kindlasti ei ole mikroteenused ja modulaarne arhitektuur lahendus kõigile tarkvara keskkonnatõhususe probleemidele. Näiteks kaasneb sellega oluliselt suurem halduskoormus kui klassikalise monoliit-lahenduse puhul. Väiksemate ja väheste liidestega süsteemide puhul võib monoliitne süsteem olla parim (sh keskkonnasõbralikum) lahendus, sest samad teenused mikroteenusteenustel põhineva lahendusena oleks asjatult keerukas, mille arenduseks kuluks rohkem tööaega ja ressurssi ning hilisem haldamise keerukus tõuseks.

Juba loodud lahendusi tuleks maksimaalselt taaskasutada. Positiivse näitena saab välja tuua e-riigi koodivaramu,[125] mis toetab varem loodud tarkvara taaskasutamist. Keskkonnahoiu vaates on oluline selle idee edasine populariseerimine ja laialdasem kasutuselevõtt.

Tulevikuvaates on üheks oluliseks keskkonnariskiks uute energiamahukate tehnoloogiate kasutuselevõtt. Globaalselt nähakse, et tänaseid IKT valdkonna trendid nagu suurandmed, tehisintellekt, asjade internet, plokiahel, krüptovaluuta jt lahendused võivad põhjustada edasist IKT valdkonna süsinikjalajälje eksponentsiaalset kasvu. Näiteks suurendab tehisintellekti täpsuse kaheprotsendiline tõus (96% - 98%) energiatarbimist 7 korda.[126] Keskkonnahoiu vaates ei tohiks masinõppes keskenduda üksnes suurima täpsuse saavutamisele, vaid kaaluda tuleks ka muid parameetreid nagu mudeli treenimise kiirus ja arvutusest tekkivate kasvuhoonegaaside kogus.

Uute lahenduste katsetamine ja kasutamine peab jätkuma, sest ilma selleta ei ole innovatsioon võimalik. Tarkvaralahenduste keskkonnajalajälg on tõenäoliselt suurenemas ning tulevikus peaks täna laual olevatele arenduste tellimise otsustuskriteeriumite hulka lisanduma ka keskkonnajalajälge aspekt. Eriti oluline on see suurt arvutusvõimsust ja mälumahtu nõudvate süsteemide arhitektuuri kavandamisel.

[123] https://principles.green/principles/applied/microservices/
[124] https://www.mo4tech.com/79-of-developers-do-not-keep-third-party-codebase-up-to-date.html
[125] https://koodivaramu.eesti.ee/
[126] https://www.accenture.com/_acnmedia/PDF-135/Accenture-Strategy-Green-Behind-Cloud-POV.pdf

4.1.5 Digiprügi

4.1.5.1 **Hindamise metoodika**

Digiprügi defineerimiseks ja selle keskkonnamõju mõõtmiseks ei ole täna rahvusvaheliselt kokku lepitud meetodeid. Algsed ühe e-kirja, Google otsingu, e-raamatu jmt kasvuhoonegaaside koguse arvutused on praeguseks metoodiliselt vananenud ja tuginevad aegunud energiatarbe hinnangutel. Akadeemiline kogukond on andmemahtude keskkonnamõju teemat käsitlenud võrdlemisi vähe – talletatud andmete tekitatud kasvuhoonegaaside kogust arvutatakse enamasti salvestusseadme tootmise ja jooksva energiakulu kaudu, arvestades seejuures koefitsiendina ka salvestuskandja inaktiivsena seismise aega ja salvestusmahu täituvust. Käesoleva uuringu raames kvantitatiivseks analüüsiks rakendatavaid andmeid meetodeid ei tuvastatud.

Digiprügiga tegelemisel on Eestis silma paistnud Telia, kelle eestvedamisel toimub 2019. aastast alates digikoristuspäev. Telia initsiatiivi mõjul on digiprügi probleem jõudnud paljude Eesti inimeste teadvusse. Uuringus kasutati digiprügi määratlust, mis pärineb Telia Eesti ja Tallinna Ülikooli koostöös läbiviidud digiprügi projektist:[127]

> *„Digiprügi on andmemaht, mis ei tooda lisandväärtust, sest on ühekordse kasutusega, korduva sisuga, kahjustatud, unustatud ning mis kahjustab oma olemasoluga keskkonda, sest vajab ressursse ülevalpidamiseks.“*

Seadme (nutitelefon, arvuti jm) lokaalses mälus talletatud digiprügi keskkonnale olulist mõju ei oma. Digiprügi keskkonnamõju vaates ei oma tähtsust, kas 256 GB mahuga SSD kettast on kasutusel 45% või 85%, kuid nö igaks-juhuks ei tohiks suuremat kõvaketast siiski eelistada, kuna selle tootmine tekitab keskkonnakahju. Oluline mõju tekibki siis, kui digiprügi tõttu lisatakse arvutile täiendavat kettaruumi. Või ka siis, kui arvuti vahetamisel valitakse uude arvutisse üle tõstetava kasutu digiprügi tõttu suurema kõvakettaga arvuti mudel. Millised andmed on vajalikud ja millised mitte on aga keerukas otsus, mida seni täielikult automatiseerida ei ole õnnestunud. Digiprügi tuvastamine ja koristamine on andmete kasulikkuse tõlgendamise keerukuse tõttu ilma inimese enda panuseta täna võimatu.

Andmete elutsükli haldamist, seal hulgas arhiveerimist ja hävitamist saavad praktiseerida ka asutused tervikuna, juurutades andmehalduse põhimõtteid ja töövahendeid.[128] Andmete korrastatult arhiveerimine nende varundamise asemel võimaldab vähe kasutust leidvad andmed paigutada keskkonnasäästlikemale andmekandjatele (nt. magnetlindid) või salvestada need asukohta, kus nende hoidmise keskkonnamõju on madalam (nt. pilvesalvestus). Ebavajalike andmete, logide, testkeskkondade ja muude sünteetiliste andmete regulaarne kustutamine ning tarkvarauuenduste vanemate versioonide ja ajutiste puhvrite tühjendamine arvutis aitavad vähendada uute ketaste vajadust ja seega ka keskkonnakahju. Pikaajalise väärtusega andmed on võimalik säilitamiseks üle anda avalikku arhiivi.[129]

Suurem digiprügi keskkonnamõju avaldub pilvelahendustes talletatava digiprügi kaudu. Sageli puudub inimestel arusaam, et ka pilves hoitavate andmete jaoks peab kusagil asuma selleks kasutatav salvestusseade, mis ise ja mille jahutamine tarbivad elektrit.

Telia Eesti pingutused digiprügiga seotud teadlikkuse tõstmise osas on samuti osaliselt seotud sellega, et Telia pakub nii pilveteenust kui andmekeskuse teenust. Kui inimesed ei kaalutle, kas pilves talletatavad andmed omavad ka tegelikku väärtust, kulub energia asjatute bittide talletamiseks. Andmemahtude suurenemisel tuleb pidevalt lisada täiendavat salvestusruumi, mille tootmisel ja kasutamisel tekib mõju keskkonnale. Seega on digiprügi näol tegu andmekeskuste keskkonnamõju ühe olulise juurpõhjusega – mida suurem on digiprügi maht, seda suurem on ka andmekeskuste jalajälg.

---

[127] https://elu.tlu.ee/et/projektid/digiprugi
[128] https://www.kratid.ee/andmehalduse-juhised
[129] https://www.ra.ee/arhiivihaldus/digitaalarhiivindus/andmekogude-arhiveerimine/

Digiprügi keskkonnamõju hindamiseks intervjueerisime uuringu valimi asutusi, et selgitada välja kas ja milliseid praktikaid täna rakendatakse ning millised on hoiakud. Küsiti ka andmeid digikoristuse raames vabanenud kettaruumi kohta, kuid enamasti asutused selle kohta täpseid andmeid ei kogunud.

4.1.5.2 Asutuste praktika

Kõige levinum viis asutustes digiprügiga tegeleda on digikoristuspäeval osalemine. Kõik intervjueeritud IT keskused ja suurem osa riigiasutustest tõid välja, et tegelevad vähemalt kord aastas, hoogtöö raames, digiprügi koristamisega. Vastavalt võimalustele on seatud ka ruumi kasutamise piiranguid, näiteks on piiratud meilipostkastide mahud, mis motiveerib inimesi oma postkaste ebavajalikest kirjadest tühjendama.

IT keskuste praktika digiprügi koristamisel

Digiprügiga tegeletakse IT keskustes peamiselt digikoristuspäeva raames, milles on osalenud kõik IT keskused. Lisaks on püütud digiprügi koristuspäeva initsiatiivi kaasata ka oma kliente, tegeledes jooksva teavitustööga.

KEMIT tõi näitena, et 2021. aastal toimunud digikoristuspäeva tulemusena õnnestus vabastada üle 20% kettaruumi. Seda tulemust aitas saavutada aktiivne kommunikatsioon – nädal jooksul saadeti iga päev töötajatele meeldetuletusi, et nad oma postkasti vanade kirjade, kasutute failide jm digiprügi koristusega algus teeksid. RMIT on leidnud, et viimase digikoristuspäeva tulemusena vabastati 1,1 TB kettaruumi. Toodi välja ka tehnilisemaid tegevusi, näiteks pöörab RMIT tähelepanu logifailide andmekoosseisus oleva info vajalikkusele.

RIK on püüdnud oma kliente digiprügi koristamisse kaasata, kuid tihti on tagasisidena saadud digiprügi koristamise vältimist põhjendavaid argumente – nt inimeste tööaeg on kallim kui kettaruum. Suhteliselt odava kettaruumi tõttu pole sellele kuluv ressurss piisav motivaator. Digiprügi koristamise õnnestumiseks on oluline, et asutuses endas oleks olemas eestvedaja, kes kaasaks ka teised oma töötajad.

Asutuste praktika digiprügi koristamisel

Sarnaselt IT keskustega tegeletakse ka asutustes digiprügi koristamisega peamiselt digikoristuspäeva raames (vaid üks intervjueeritud asutus ei olnud selles osalenud). Samas leidub asutusi, mis tegelevad digiprügiga ka muul ajal ning teistest oluliselt aktiivsemalt.

Ühe positiivse näitena saab välja tuua PPA, kus tänu digiprügi koristamisele on õnnestunud viimased 4 aastat täiendava kettaruumi ostmist vältida. PPA kasutuses on täna 52 TB kettaruumi ja digikoristuspäevad võimaldavad aastas sellest vabastada 1-2 terabaiti. Selle tulemuse saavutamiseks on PPA pidanud tegelema oma töötajate teadlikkuse tõstmisega, et nad oskaksid digiprügile tähelepanu pöörata ning seda koristada. Digiprügi koristamise ühe motivaatorina nähti, et üha rohkem tekib video- ja pildifaile, mis on sundinud kasutuses olevaid ressursse teise pilguga vaatama. PPA digikoristuspäevade edu tuleneb ka sellest, et koristamisega tegeletakse regulaarselt, mitte ainul üks kord aastas digikoristuspäeva raames. PPA puhul saadetakse üleskutseid digiprügi koristamiseks vähemalt kord kvartalis. Töö inimeste kaasamise nimel käib ning otsitakse uusi mängulisi viise, et inimesed digiprügi koristama panna.

PPA-s läheneti käesoleval aastal esmakordselt suurte andmemahtude kasutajatele personaalselt, kes said teate, kus paluti kasutuses olev kettaruum üle vaadata. Sellest projektist selgus, et inimesed sageli ei teadvusta, millised nende failidest suurt salvestusmahtu hõivavad. Personaalset lähenemist nähakse ka edaspidi ühe olulise võimalusena digiprügi vähendamisel.

Peamise murekohana toodi intervjuudes välja inimeste teadlikkus, sest digiprügi koristamine algab inimesest. Inimeste kaasamiseks on katsetatud erinevaid meetodeid, peamiselt e-kirjad ja siseveeb. Ühekordse projektina on proovitud ka digikoristuse blogi, kus üks töötaja jagas oma kogemusi ning keskkonnanädal, kus digiprügi teema kajastamist leidis.

Digikoristuspäeva raames digipuhastust läbi viiv EMTA on oma tulemusi ka mõõtnud, näiteks viimase koristuspäeva tulemusena vabastati 102 GB salvestusruumi.

Erinevalt RIK-i kogemusest on Riigipilves (RIKS) digiprügi koristamise peamiseks motivaatoriks siiski raha kokkuhoid. Riigipilve ärimudel on skaleeritav ehk kasutatud salvestusmahu vähenedes väheneb vastavalt ka teenuse kasutaja kulu. Sellest võib järeldada, et ühekordse väljaminekuga võrreldes ostetakse täiendavat kettaruumi läbimõeldumalt.

KOV-ide praktika digiprügi koristamisel

Digiprügi koristamise initsiatiiv on suutnud kaasata ka KOV-e, kelle seas kõige suuremat mõju omab eesti suurim omavalitsus – Tallinna linn, mis liitus initsiatiiviga sel aastal. Koristuse läbiviimiseks viidi linna siseveebis läbi temaatiline kampaania ja lisaks tegeletakse üldise töötajate teadlikkuse tõstmisega.

Lääne-Harju ja Saaremaa vald tegelevad digiprügiga juba mitmendat aastat. Lääne-Harju vallas edastatakse digikoristuspäeva info töötajatele iganädalase infokirja osana. Saaremaa vallas saadetakse igal aastal töötajatele ka juhend, mis selgitab mida ja kuidas puhastada tuleb. Digiprügi koristamise motivaatoriks on olnud salvestusruumi täitumine ning selle läbiviimine on aidanud täiendava kettaruumi ostmist edasi lükata.

Alutaguse vald digikoristuspäeval ei osale, sest kampaania korras teemaga tegelemist ei peeta õigeks. Digikoristusega tuleks tegeleda regulaarselt, et see muutuks harjumuseks. Ühe suur digiprügi tekitaja vallas on valvekaamerate videod. Kuigi teatud kohtades on valvekaamerate paigaldamine vajalik, tuleks läbi viia nende tegelikku vajadust hindav põhjalikum analüüs. Lisaks videomaterjali poolt hõivatud salvestusruumile kahjustab keskkonda ka kaamera ülespanekus vajaliku taristu loomine.

Hinnang keskkonnamõjule

Digiprügist tekkiv keskkonna jalajälg väljendub peamiselt andmekeskuste või serveriruumide mõjus, kus kasutud andmed talletatud on. Digiprügi koristamine on üks võimalus, kuidas ametnikud ise saavad andmekeskuste, kui ühe suurima IKT valdkonna saastaja, keskkonnajalajälge vähendada.

Võrdluses teiste komponentide keskkonnamõjuga on digiprügi jalajälg väikseim. Sellega tuleks aga teadlikult tegeleda, sh andmekeskuste jalajälje vähendamise raames. Digiprügi koristamise edukuse võti seisneb inimeste teadlikkuses, mida tulevikus veelgi arendada tuleks.

4.2 IT positiivse mõju võimaldajana

IT positiivse mõju võimaldajana (ingl k *enabling impact*) tähistab toiminguid või protsesse, mis saavad võimalikuks tänu IKT lahenduste kasutuselevõtule (automatiseerimine). IT positiivse mõju võimaldajana asendab keskkonna vaates ebaefektiivsed ressursid efektiivsematega. Teisisõnu on IKT tööriist erinevate uute keskkonnasõbralike lahenduste loomiseks.

IKT valdkonnaga seotud protsesside optimeerimine (planeerimine ja suunamine)

Käesolev uuring ei hõlmanud täpsemat analüüsi, kuidas digiriigi lahenduste abil teiste valdkondade tegevust keskkonnasõbralikumaks muuta, kuna neid võimalusi on liiga arvukalt. Alljärgnevas käsitletakse viise, kuidas saab IKT vahendeid kasutades IKT valdkonna enda keskkonnasõbralikkust suurendada.

IKT vahendite abil on võimalik saavutada positiivset mõju järgmiste teemade osas:

- **Keskkonnajalajälje mõõtmine**

  IKT valdkonna keskkonnasõbralikkuse suurendamise üks võtmetegureid on keskkonnajalajälje mõõtmine. Ideaalis peaks IKT lahendust looma asudes arvutama välja loodava digilahenduse keskkonnamõju netoväärtuse. Euroopa Liit on seda võimaldava meetodi loomisega pilootprojekti raames algust teinud,[130] kuid täna selleks sobivaid kalkulaatoreid veel ei leidu. Hoolimata sellest, et selgeid Euroopa juhiseid mõõtmiseks veel ei ole, tuleks keskkonnajalajälje vähendamist alustada keskkonnajalajälje kvantitatiivset mõõtmist võimaldavate lahenduste väljatöötamisest koha peal.

  Käesolev uuring kinnitab, et täna süsteemne lähenemine IKT keskkonnajalajälje mõõtmiseks Eestis puudub. Järgmiste sammudena tuleks saavutada kokkulepe mõõtmise metoodika osas, misjärel tuleks alustada andmekogumist ning mõõtmine võimalikult suures mahus automatiseerida. GHG protokoll on laialdaselt kasutatav keskkonnamõju hindamise praktika, mis tagab saadud tulemuste võrreldavuse. IKT jalajälje mõõtmist tuleks teostada valdkondade üleselt ja tuginedes GHG protokollile.

- **Tarkvaralahenduste arhitektuur**

  Uute tarkvaralahenduste planeerimisel tuleks läbi mõelda ka nende arhitektuuriliste valikute keskkonnamõju. Eelistada tuleb modulaarseid lahendusi ja skaleeritavat taristut (pilvelahendusi).

- **Riigipilve laialdasem kasutuselevõtt**

  Suur osa riigiasutustest kasutab endiselt nn majasisest privaatpilve. Lokaalses serveris asuva platvormi efektiivsus pole aga võrreldav keskse andmekeskuse efektiivsusega. Riigipilve kasutuselevõtuks tuleb lahendada selle kasutuselevõttu takistavad probleemid: a) lahendada andmekaitse küsimused, et asutused saaksid oma andmed Riigipilve tuua; b) Riigipilv peab asutuste jaoks olema majanduslikult soodsaim variant, et ei kaldutaks eelistama muid lahendusi.

- **Asutuste töötajate teadlikkuse tõstmine**

  Positiivne keskkonnamõju IKT sektoris sünnib läbi inimeste tegevuse. IKT vahendite abil saab ka IKT valdkonna keskkonnateemasid paremini nähtavaks teha (nt siseveeb, uudiskirjad, seminarid, vlogid, muud kanalid). Samuti on IKT vahendite abil võimalik töötajaid motiveerida keskkonnahoidlikumaid digivalikuid tegema, näiteks digiprügi koristamise võistluste jm viiside kaudu.

[130] https://etendering.ted.europa.eu/cft/cft-document.html?docId=94857

4.3 Pikaajaline struktuurne mõju

Pikaajaline struktuurne mõju (ingl k *structural impact)* tähendab püsivaid makrotaseme muutuseid, mis saavad võimalikuks tänu IKT lahenduste kasutamisele. Näiteks väiksematele kontoripindadele kolimine tänu töötajate kaugtööle. Struktuurset mõju vaadeldakse uuringus üksnes riigiasutuste tasemel. Rohelise digiriigi ambitsiooni saavutamiseks on oluline, et riigiasutused teadvustaksid endale IKT lahenduste rakendamisel tekkivat keskkonnajalajälge. Samuti, et asutused pööraksid tähelepanu IKT valdkonnaga seotud keskkonnahoiu parimate praktikate ja teadmiste suurendamisele, läbi mille saab aidata kaasa IKT alase keskkonnateadlikkuse kasvule nii riigiasutustes kui ühiskonnas laiemalt.

Euroopa roheline kokkulepe

2021. aasta suvel vastu võetud Euroopa kliimamäärus sätestab, et aastaks 2050 tuleb Euroopas saavutada kliimaneutraalsus. Ühtlasi tuleb 2030. aastaks vähendada kasvuhoonegaaside heiteid 55% võrra võrreldes 1990. aastaga. Nende ambitsioonikate eesmärkide saavutamiseks on vajalik, et rohepööre jõuaks kõikidesse valdkondadesse.[131] IKT valdkonnaga omavad enim seotust järgmised Euroopa rohelise kokkuleppe eesmärgid:

- Puhtam energia ja tipptasemel keskkonnahoidlik tehnoloogiline innovatsioon.
- Pikema elueaga tooted, mida saab parandada, ringlusse võtta ja taaskasutada.

Eesti eesmärgid

Eesti on Euroopa Liidu siduvad kliimaeesmärgid heaks kiitnud ja seadnud 2030. aastaks veelgi ambitsioonikamad siseriiklikud eesmärgid – aastaks 2030 plaanitakse kasvuhoonegaase võrreldes 1990. aastaga vähendada 70% võrra.

89% kogu Eesti heitkogusest tuleb täna energiasektorist, millest omakorda 75% põhjustab põlevkivi. Seetõttu keskendub „Eesti riiklik energia- ja kliimakava aastani 2030“[132] põhjendatult suures osas energiasektorile. IKT-d nähakse seejuures vahendina keskkonnasõbralikema energialahenduste väljatöötamisel. IKT enda keskkonnajalajäljega seotud eesmärke energia- ja kliimakavas ei seata.

„Eesti digiühiskonna arengukava 2030“ näeb digiriigi järgmise arenguhüppena „Rohelist digiriiki“. Rohelise digiriigi eesmärgiks on valida uute lahenduste kasutuselevõtul kõige kliima- ja keskkonnasäästlikum variant ning vähendada digiriigi keskkonnamõju.

Suurbritannia praktika pikaajalise struktuurse mõju saavutamiseks

Pikaajalise struktuurse mõju saavutamisel saab õppida Suurbritannia kogemusest, kus on seatud eesmärgiks saavutada 2050. aastaks täielik süsinikneutraalsus. Oma eesmärgi saavutamiseks on Suurbritannia muude tegevuste kõrval välja töötanud hankepoliitika lisa (Procurement Policy Note), mis kirjeldab millal ja kuidas tuleks pakkujate süsinikjalajälje vähendamise kava arvesse võtta.

Lepingute puhul, mille maksumus on suurem kui 5 miljonit naela, peab pakkuja oma pakkumisega koos esitama süsinikujalajälje vähendamise plaani, millega ta kinnitab oma lubadust saavutada aastaks 2050 täielik süsinikneutraalsus. Pakkuja peab etteantud mallil kirjeldama oma keskkonnajalajälje vähendamise plaani, sh on kohustuslik esitada andmed ettevõtte CO_2e jalajälje kohta GHG protokolli skoop 1, 2 ja 3 kohaselt.[133]

4.3.1 Eesti IKT sektori võimalused kestliku digitaliseerimise juhtimiseks kuni 2030

Põhjendatult on Eesti senised ja edaspidised pingutused keskkonnajalajälje vähendamisel keskendunud energiasektorile. Selle kõrval toimuvaid paralleelseid arenguid IKT sektoris vaatleb alljärgnev peatükk, mis

[131] https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_et
[132] https://energy.ec.europa.eu/system/files/2020-03/ee_final_necp_main_ee_0.pdf
[133] https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/991622/PPN_0621_Taking_account_of_Carbon_Reduction_Plans__2_.pdf

analüüsib komponentide kaupa, milline on Eesti avaliku sektori digitaliseerimise keskkonnamõju prognoos 10 aasta perspektiivis.

IKT seadmete elutsükkel

IKT seadmete elutsükli keskkonnamõju vaates on võtmekohal seadmete võimalikult pikk kasutusiga ja seda toetava rendimudeli ühe laialdasem levik. Juba täna on töökohaseadmete rentimine IT keskustes ja riigiasutustes ülekaalus. Järgneva kümnendi jooksul võib eeldada, et rendimudeli kasutamine seadmete väljaostmise asemel hakkab jõudma üha rohkem ka kohalikesse omavalitsustesse, kus selle senine kasutus on olnud tagasihoidlik.

Rendimudeli kasutamisel on oluline jälgida, et seda rakendatakse vastutustundlikult. Renditeenuse pakkujatele tuleks luua nõuded, mis seavad kohustuse seadmete tegelikust edasisest elukäigust tõendeid koguda ja hankijale esitada. Paralleelselt peaks rahvusvahelisele parimale praktikale toetuvalt regulaarselt värskendama ka hangitavatele seadmetele esitatavaid keskkonnanõudeid.

Aastaks 2030 peaks rendimudeli abil olema saavutatud töötav ringmajanduse süsteem, kus kõigi avaliku sektori IKT seadmete potentsiaal kasutatakse maksimaalselt ära.

IKT seadmete energiakasutus

IKT seadmete kasutamisel tekib keskkonnajalajälg tarbitud elektrienergia kaudu. Aastaks 2030 on uute energiamahukate tehnoloogiate laialdase kasutuse mõjul oodata IKT seadmete poolt tarbitava koguenergia eksponentsiaalset kasvu. Seetõttu muutub üha olulisemaks tekkiva keskkonnajalajälje mõõtmine, et tekiks võimalus tuvastada suurimaid ebaefektiivsuse allikaid ning keskkonnajalajälge vähendavate meetmete rakendamiseks.

Samal ajal näeb Eesti Energia süsinikuneutraalsuse saavutamise tegevuskava ette põlevkivist elektritootmise lõpetamist 2030. aastaks. Hiljemalt 2035. aastal toodab Eesti Energia elektrit ainult taastuvatest allikatest,[134] mis muudab ka IKT seadmete kasutamise mõju „rohelisemaks“. Riistvara kasutamisest tekkiva keskkonnamõju vähendamisel on just selle eesmärgi saavutamine Eesti jaoks kõige olulisem.

Andmekeskused ja pilveteenused

Globaalselt annab suurima panuse IKT sektori energiatarbimise kasvu andmekeskuste ja arvutivõrkude energiatarbimine. Interneti kasutajate arvu ja pilvetarkvarade (SaaS) üha suurenev populaarsus on kaasa toonud plahvatuslikult kasvavad interneti liikluse andmemahud. Sama trendi on oodata käesoleval kümnendil ka Eestis, kuhu globaalsed muutused jõuavad sageli mõningase viivitusega.

Täna on pilvelahenduste kasutus avalikus sektoris tagasihoidlik. Selle on põhjustanud ebaselgus andmekaitsest tulenevate piirangutega seoses. Tänaste reeglite ajakohastamise järgselt on oodata pilveteenuste üha laialdasemat kasutuselevõttu, mida toetavad järgmised arengud:

1) Käimas on IT baasteenuste konsolideerimine uude IT keskusesse (RIT), kuhu alla kuulub ka Riigipilv, mille haldajaks peaks edaspidi jääma vaid riik; senine erasektori osalus Riigipilve haldamises on pärssinud selle laialdasemat kasutuselevõttu.
2) Tehnoloogiasektori kogukonna hoiakud soosivad pilvelahenduste laialdasemat kasutuselevõttu. Pilvelahenduste kasutamist nähakse kaasaegsete tarkvarasüsteemide ehitamise lahutamatu osana, sest see võimaldab arendusprotsessi ja tarkvara hilisemat haldamist lihtsustada.

Pilvelahendustega kaasneva võrguliikluse mahu kasvuga koos tõusetub vajadus uute andmekeskuste järele, kus andmeid talletatakse. Ühest küljest suureneb küll andmekeskuste keskkonnamõju, kuid teisest küljest võimaldab see vähendada seni eri asutustes paiknevate vähekeskkonnasõbralike serveriruumide ja serverite arvu. Kohalike serveriruumide efektiivsust täna küll ei mõõdeta, kuid nende keskkonnajalajälg on, tuginedes rahvusvahelisele

[134] https://www.energia.ee/-/doc/8644186/ettevottest/aastaaruanne/pdf/EE_EST_2021.pdf

praktikale ja senistele konsolideerimisprojektide kogemusele, kõige suuremat keskkonnajalajälje vähendamise potentsiaali omav valdkond Eestis.

Kuigi elektritarbe kõrval tekitavad andmekeskused keskkonnamõju ka muul viisil, väheneb Eesti Energia taastuvatele elektriallikatele ülemineku õnnestumisel osaliselt ka andmekeskuste keskkonnamõju. Et minimeerida ka muu kahjulik mõju (soojus, müra, jäätmed, vesi, jm), tuleb jätkata järjepidevat andmekeskuste efektiivsuse mõõtmist ja tõstmist, nt ISO 50001 vm sarnase standardi süsteemse rakendamise abil. Koos valdkonna arenguga toimub käesoleval kümnendil andmekeskuste keskkonnahoiu praktika areng, millega tuleb ka avaliku sektori andmekeskustel sammu pidada.

Tarkvaralahendused

Praegu jõudu koguvad tehnoloogiatrendid nagu suurandmed, tehisintellekt, asjade internet, plokiahel, krüptovaluuta jt, toovad kaasa mahukama vajaduse arvutusvõimsuse ja võrkude läbilaskevõime järele, millega kaasneb väga suur täiendav energiakulu. Seega tõuseb ühe olulise keskkonnahoiu otsustuskriteeriumina esile loodavate lahenduste arhitektuur. Suuremat arvutusvõimsust vajav tarkvara vajab ka võimekamat riistvara, mille tootmise jalajälg on enamasti suurem kui väiksema võimekusega riistvaral. Suurte andmemahtude ja arvutusvõimsuse kokkuviimisel on rahvusvaheline praktika suundumas teenusarhitektuuri poole, kus andmed ei liigutata enam tingimata arvutusvõimsuse juurde (pilves), ega koondata riistvara andmete lähedale lokaalsetesse serveriruumidesse, mille keskkonnajalajälg on suur, vaid kasutatakse pilvepõhiseid mikroteenuseid, mida on võimalik kergesti käivitada andmetega samal platvormil.[135]

Senini tarkvara poolt põhjustatud keskkonnajalajäljega palju tegeletud pole. Globaalselt on parimad praktikad alles välja kujunemas, mistõttu lähemal 5 aastal ka Eestis suuri muutusi oodata ei ole. Siiski, tehnoloogia areneb kiiresti ja seoses kõrgendatud tähelepanuga roheteemadele võivad suured energiamahukad lahendused kiirendada ka tarkvaralahenduste keskkonnahoiu teemade tõusetumist.

Digiprügi

Digilahendused asendavad järjest enam füüsilisi protsesse ja tegevusi. Sellega koos kasvab ka tekkiva digiprügi hulk. 10 aasta perspektiivis on oodata inimeste teadlikkuse tõusu, nt on digikoristuspäeva osalejate arv järjepidevalt suurenenud.[136]

Peamine digiprügist tekkiv keskkonnakoormus väljendub andmekeskuste kaudu, kus andmed ja digiprügi hoiul on. Eeldatavasti muutub digiprügiga tegelemine üha süsteemsemaks, kuid selle teostumiseks on vaja inimeste teadlikkuse tõstmise kampaaniaid.

IT positiivse mõju võimaldajana

IKT sektorilt oodatakse rohepöörde elluviimisel võtmerolli. IKT valdkonna enda keskkonnamõju vähendamisel IT tööriistade abil on suurimaks arenguks keskkonnajalajälje mõõtmist automatiseerida võimaldavate tööriistade teke.

Kui Eestis suudetakse saavutada kokkulepe IKT keskkonnamõju mõõtmise metoodika osas, on järgmine loogine samm alustada andmekogumist ja mõõtmine võimalikult suures mahus automatiseerida. Võimalik, et mõõtmise süsteem on võimalik üles ehitada ka digilahenduse keskkonnamõju netoväärtuse leidmist võimaldava tööriista abil, mille väljatöötamisega Euroopa Liit täna tegeleb.

[135] https://cloudian.com/blog/to-the-edge-the-new-model-of-moving-compute-to-data/
[136] https://turundajateliit.ee/digikoristuspaev-loi-uue-rekordi-osa-vottis-380-ettevotet/