

MATKAVIESTINVERKKOJEN YMPÄRISTÖKESTÄVYYS: Sääntelyn ja standardoinnin analyysi

Raportti 2/3



Tekijät: Chinthani Kumaradasa ja Nina Ong'uti
Centre for Wireless Communications (CWC), Oulun yliopisto
Ohjaaja: Marja Matinmikko-Blue, Oulun yliopisto

Sisällysluettelo

Tiivistelmä	3
1 Johdanto	5
2 Metodologia	9
3 Sääntelykehys	12
3.1 Tunnistetut sääntelyelimet	12
3.2 Tunnistetut eurooppalaiset säädökset	15
3.3 Alueellisten tukioorganisaatioiden toiminta	28
4 Kestävyyssraportointikehys	33
4.1 Kestävyyssraportoinnin kehitys	33
4.2 Eurooppalainen kestävyysraportointi	34
4.3 Ympäristöraportoinnin yleiskatsaus	36
5 Standardointikehys	39
5.1 Tunnistetut standardointiorganisaatiot	39
5.2 ITU-T-standardien analyysi	43
6 Energiatohokkuuteen liittyvät näkökohdat	60
7 Johtopäätökset	64
Liite – analysoidut ITU-T-standardit	66
Lähteet	80

Tiivistelmä

Julkaisun nimi

MATKAVIESTINVERKKOJEN YMPÄRISTÖKESTÄVYYS: Sääntelyn ja standardoinnin analyysi

Tekijät

Chinthani Kumaradasa ja Nina Ong'uti, Centre for Wireless Communications (CWC), Oulun yliopisto, Suomi

Ohjaaja: Marja Matinmikko-Blue, Oulun yliopisto, Suomi

Julkaisuvuosi

2026

Tämä raportti tarkastelee, kuinka ympäristökestävyyttä käsitellään matkaviestinnän alalla sääntelyn ja standardien näkökulmasta. Raportti on toinen kolmen raportin sarjassa, jonka Oulun yliopisto on laatinut Green ICT VISIIRI -hankkeessa. Selvityksessä käytettiin systemaattista ja monivaiheista menetelmää Euroopan matkaviestintää koskevien ympäristökestävyyteen liittyvien säädös-, standardointi- ja kestävyysraportointiasiakirjojen tunnistamiseen, tarkasteluun ja analysointiin. Ensin tunnistettiin keskeiset sääntely- ja standardointiorganisaatiot sekä niihin liittyvät asiakirjalähteet. Tämän jälkeen valitut dokumentit analysoitiin keskeisten ympäristökestävyysteemoihin liittyvien vaatimusten, indikaattorien, menetelmien ja parhaiden käytäntöjen tunnistamiseksi. Tarkastelun tavoitteena oli selvittää, miten tieto- ja viestintäteknologia-alan (ICT) yritykset voivat edistää energiatehokkuutta ja vähentää toimintansa ympäristövaikutuksia. Tutkimuksessa tunnistettiin, kuinka ympäristökestävyyttä käsitellään sääntelyssä, raportointivaatimuksissa ja standardeissa. Erityistä huomiota kiinnitettiin sääntelyn ja standardoinnin merkitykseen ICT-alan yrityksille ja matkaviestinnän sidosryhmille negatiivisten ympäristövaikutusten eli ympäristöjalanjäljen pienentämiseksi sekä positiivisten vaikutusten eli ympäristökädenjäljen vahvistamiseksi. Tulokset tarjoavat yrityksille ja organisaatioille käytännön ohjeistusta siitä, miten ne voivat kehittää toimintaansa ympäristön kannalta kestävämmäksi sekä samalla edistää ympäristökestävyyttä laajemmin.

Avainsanat: direktiivit, energiankulutus, energiatehokkuus, ympäristökestävyys, kasvihuonekaasupäästöt, matkaviestintä, sääntely, standardit, kestävyysraportointi.

Tämä raportti on suomenkielinen versio alkuperäisestä [englanninkielisestä raportista](#). Suomenkielisen version teossa on hyödynnetty Microsoft Copilot -tekoälytyökalua.

1

Johdanto



VISIIRI.



Co-funded by
the European Union

1 Johdanto

Kestävä kehitys voidaan yleisesti määritellä kehitykseksi, joka tyydyttää nykyhetken tarpeet viemättä tulevilta sukupolvilta mahdollisuutta tyydyttää omat tarpeensa perustuen klassiseen Brundtlandin raporttiin (G. Brundtland, 1987). Kestävyys puolestaan voidaan nähdä periaatteena, jonka mukaan varmistetaan, ettei tämän päivän toiminta rajoita tulevien sukupolvien käytettävissä olevien taloudellisten, sosiaalisten ja ympäristöön liittyvien vaihtoehtojen kirjoa (Elkington, 1997).

Tieto- ja viestintäteknologia-alalla (ICT) kestävä kehitys ja kestävyys tarkastellaan nykyisin kolmen toisiinsa kytkeytyvän pilarin kautta sisältäen taloudellisen, sosiaalisen ja ympäristökestävyys näkökulmat (Hexa-X-II, 2023). Nämä kolme kestävyys pilaria edustavat erillisiä mutta tiiviisti toisiinsa liittyviä näkökulmia. Kun digitaalisten ratkaisujen ja palvelujen kysyntä laajenee pilvilaskentaan ja tekoälyyn (artificial intelligence, AI) ja matkaviestinyhteyksien vaatimukset kasvavat edelleen, myös ICT-sektorin ympäristövaikutukset kasvavat (World Bank Group, 2024), (IEA, 2025). Dataliikenteen kasvu, laitteiden käyttö ja palvelujen virtualisointi lisäävät energiankulutusta sekä resurssien ja materiaalien käyttöä, mikä puolestaan kasvattaa kasvihuonekaasupäästöjä. Kansainvälinen televiestintäliitto ITU (International Telecommunication Union) ja Maailmanpankki arvioivat vuonna 2023 kahtasataa johtavaa digitaalista yritystä ja raportoivat, että nämä yritykset kuluttivat arviolta 581 TWh sähköä, mikä vastaa 2,1 % maailman sähkönkulutuksesta. Tarkastelluista 200 yrityksestä 166 yrityksen yhteenlasketut operatiiviset päästöt olivat 297 miljoonaa tCO_{2e}, mikä on noin 0,8 % maailman energiaan liittyvistä päästöistä. Tämä merkitsee 1,4 %:n kasvua päästöissä edellisvuoteen verrattuna (ITU and WB, 2025).

ICT-sektoria koskevia kestävyteen liittyviä sääntelykehyksiä ja standardeja ovat muun muassa Pariisin sopimus (UNFCCC, 2019), Yhdistyneiden kansakuntien kestävä kehityksen tavoitteet (UN SDGs) (United Nations, 2015) ja Euroopan vihreän kehityksen ohjelma (European Green Deal) (European Commission, 2019). Ne määrittelevät korkean tason tavoitteet ICT-sektorin ympäristökestävyys vaikutusten hallitsemiseksi. Pariisin sopimus (UNFCCC, 2019) on kansainvälinen ilmastopopimus, joka hyväksyttiin 195 maassa Pariisissa Ranskassa vuonna 2015. Sen tavoitteena on varmistaa, että maapallon keskilämpötilan nousu pysyy selvästi alle kahdessa celsiusasteessa esiteolliseen aikaan verrattuna ja pyrkii siihen, että lämpötilan nousu rajoittuu enintään 1,5 celsiusasteeseen. YK:n kestävä kehityksen tavoitteet (United Nations, 2015) muodostavat kansainvälisesti sovitun 17 tavoitteen toimintaohjelman, joka kehottaa muun muassa poistamaan köyhyyden, suojelemaan planeettaa sekä varmistamaan rauhan ja hyvinvoinnin kaikille vuoteen 2030 mennessä. Euroopan vihreän kehityksen ohjelma (European Commission, 2019) on oikeudellisesti sitova strategia, jonka tavoitteena on vähentää kasvihuonekaasupäästöjä vähintään 50 % vuoteen 2030 mennessä ja saavuttaa ilmastoneutraalius vuoteen 2050 mennessä muuttamalla Euroopan taloutta, energiajärjestelmiä, liikennettä ja teollisuutta.

Energiatehokkuus on keskeinen ympäristökestävyyden aihe matkaviestinnässä, koska matkaviestinverkot tarvitsevat jatkuvasti sähköä radioliityntäverkoille (radio access networks, RAN), tukiasemille, siirtoyhteyksille, runkoverkon laitteille, sähkönsyöttöjärjestelmille, jäähdytysjärjestelmille ja muulle toimintaa tukevalla infrastruktuurille. Kun matkaviestinnän dataliikenne kasvaa ja verkot kehittyvät kohti viidennen sukupolven (5G) ja tulevia kuudennen sukupolven (6G) järjestelmiä, energiankulutuksen vähentäminen siirrettyä datamäärää kohti tulee yhä tärkeämmäksi.

ICT-sektorin matkaviestinverkkoinfrastruktuuri muodostaa nykyaikaisen yhteiskunnan selkärangan. Matkaviestinverkoilla on kaksijakoinen rooli ympäristökestävyydessä. Yhtäältä ne aiheuttavat ympäristökestävyyteen liittyvää kuormitusta tuottamalla kasvihuonekaasupäästöjä muun muassa energiankulutuksen, valmistuksen, logistiikan ja käytön kautta muodostaen niin sanotun ympäristöjalanjäljen. Toisaalta ne toimivat ympäristökestävyyden parannusten ja eri sektoreiden päästöjen vähentämisen mahdollistajina tarjoamalla digitaalisia ratkaisuja, jotka optimoivat resurssien käyttöä, vähentävät matkustamista ja parantavat toiminnan tehokkuutta, mikä muodostaa niin sanotun ympäristökädenjäljen. Matkaviestinratkaisut voivat mahdollistaa älykkäitä liikennejärjestelmiä, etätyötä ja täsmäviljelyä sekä edistää päästövähennyksiä muilla sektoreilla. Tämä kaksijakoinen rooli muodostaa alalle sekä haasteen että mahdollisuuden osallistua kestäväan kehitykseen (GSMA, 2023f), (NGA, 2023a).

Tämä selvitys on toteutettu VISIIRI-hankkeessa, joka on kansallinen vihreän siirtymän Green ICT -hanke Suomessa. Hankkeen tavoitteena on vauhdittaa ICT-sektorin vihreää siirtymää edistämällä ympäristön kannalta kestäviä toimintatapoja, vähentämällä ympäristövaikutuksia ja edistämällä energiatehokkaiden ratkaisujen käyttöönottoa tulevaisuuden ICT-ratkaisuissa, joihin kuuluvat matkaviestinverkot. Tämä raportti on toinen Oulun yliopiston kolmesta raportista, jotka käsittelevät matkaviestinverkkojen ympäristökestävyyttä. Sarjan muut raportit ovat "Ympäristökestävyys matkaviestinverkoissa: Selvitys matkaviestinnän sidosryhmien toimista ja indikaattoreista" (ensimmäinen raportti) ja "Ympäristökestävyys matkaviestinverkoissa: Energiatehokkuutta parantavat tekniikat ja suunnitteluperiaatteet" (toinen raportti). Raportit on mahdollista lukea toisistaan riippumatta. Raportit voidaan lukea toisistaan riippumatta. Tässä raportissa tarkastellaan Euroopassa sovellettavia ympäristökestävyyteen liittyviä säädöksiä ja standardeja, jotka koskevat matkaviestintäalaa osana laajempaa ICT-toimialaa. Säädökset ja standardit on luokiteltu ja esitetty jäsennellyssä muodossa, jotta yritysten olisi helpompi tunnistaa niitä koskevat vaatimukset sekä erottaa toisistaan oikeudellisesti sitovat velvoitteet ja vapaaehtoiset tai toimialalla laajasti tunnustetut standardit. Tämän lähestymistavan avulla erikokoiset ICT-yritykset voivat tunnistaa sovellettavat vaatimukset, tukea vaatimustenmukaisuutta sekä sisällyttää ympäristökestävyyden osaksi operatiivista ja strategista päätöksentekoaan. Lisäksi raportissa tarkastellaan kestävyysraportointia keskeisenä keinona osoittaa sääntelyn noudattaminen, lisätä läpinäkyvyyttä ja viestiä ympäristökestävyysoimien tuloksista sidosryhmille.

Raportin loppuosa rakentuu seuraavasti. Luvussa 2 kuvataan selvityksessä käytetty menetelmä. Luvussa 3 esitellään matkaviestinnän ympäristökestävyyteen liittyvä sääntelykehys, erityisesti Euroopan tason sääntely ja keskeiset sääntelyorganisaatiot. Luvussa 4 tarkastellaan Euroopan kestävyysraportointikehystä sekä keskeisiä raportointivaatimuksia ja ympäristövastuun raportointi-aiheita ICT-yritysten näkökulmasta. Luvussa 5 käsitellään standardointia ja keskittytään standardointiorganisaatioihin sekä valittuihin ICT- ja matkaviestinalan ympäristökestävyyteen liittyviin standardeihin. Lopuksi luvussa 6 tarkastellaan energiatehokkuuden huomioimista sääntelyssä ja standardeissa tunnistamalla keskeiset sääntelyyn, raportointiin ja standardointiin liittyvät näkökohdat, jotka tukevat matkaviestinverkkojen energiatehokkuuden parantamista.

2

Metodologia



VISIIRI.



Co-funded by
the European Union

2 Metodologia

Tässä selvityksessä käytettiin laadullista asiakirja-analyysiin perustuvaa tutkimusmetodologiaa matkaviestinnän ympäristökestävyyteen liittyvien sääntely- ja standardointitoimien tarkasteluun ja analysointiin. Analyysi perustuu julkisesti saatavilla oleviin säädöksiin, viranomaisraportteihin, kestävyysraportointikehyksiin sekä teknisiin standardeihin. Tarkastelun kohteena on ympäristökestävyys eurooppalaisessa matkaviestinnässä. Selvityksessä noudatetaan jäsenneiltyä ja monivaiheista tutkimusmetodologiaa, joka sisältää systemaattisen aineiston keruun, analyysin ja raportoinnin kuvan 2.1 esittämällä tavalla. Menetelmä koostuu viidestä peräkkäisestä vaiheesta, jotka ovat sääntely- ja standardointiorganisaatioiden tunnistaminen, aineistolähteiden valinta, tiedonkeruu, analyysi ja luokittelu sekä tulosten synteesi ja raportointi.

Ensimmäisessä vaiheessa (sääntely- ja standardointiorganisaatioiden tunnistaminen) keskitytään määrittämään matkaviestinnän ympäristökestävyyteen vaikuttavat ja sitä ohjaavat keskeiset sääntely- ja standardointitahot.

Toisessa vaiheessa (aineistolähteiden valinta) tunnistettiin selvityksen laajuuden kannalta keskeiset asiakirjat kartoittamalla järjestelmällisesti sääntelyyn, raportointiin ja standardointiin liittyvät tietolähteet. Sääntelyasiakirjat valittiin pääasiassa Euroopan unionin lainsäädäntö- ja politiikkalähteistä. Standardintiasiakirjat valittiin ICT- ja televiestintäalan kannalta keskeisiltä kansainvälisiltä ja eurooppalaisilta standardointiorganisaatioilta, erityisesti Kansainvälisen televiestintäliitto ITU:n telestandardintisektori (International Telecommunication Union – Telecommunication Standardization Sector, ITU-T) ja Euroopan telealan standardintilaitokselta (European Telecommunications Standards Institute, ETSI). Lisäksi tarkasteluun EU:n radiotaajuuspolitiikkaryhmän (Radio Spectrum Policy Group, RSPG), Euroopan sähköisen viestinnän sääntelyviranomaisten yhteistyöelimen (Body of European Regulators for Electronic Communications, BEREC) ja Euroopan komission yhteisen tutkimuskeskuksen (Joint Research Centre, JRC) tarjoamaan indikaattoreita, politiikkaohjeita tai televiestintäverkkojen ympäristökestävyyteen liittyviä toimialakohtaisia näkökulmia.

Kolmannessa vaiheessa (tiedonkeruu) aineisto jäsenneiltiin kolmeen toisiinsa liittyvään osa-alueeseen sen mukaan, millaisia dokumentteja ja asiakirjoja kussakin osa-alueessa tarkasteltiin sisältäen sääntelykehukset, kestävyysraportointikehukset sekä standardointikehukset. Sääntelykehysten osalta tunnistettiin matkaviestinnän ympäristökestävyyteen liittyvät oikeudelliset ja poliittiset ohjauskeinot. Kestävyysraportointikehysten osalta tunnistettiin ympäristöön liittyvät raportointiaiheet, indikaattorit ja laskentavaatimukset. Standardointikehysten osalta puolestaan tarkasteltiin teknisiä menetelmiä, mittareita, vaatimuksia ja parhaita käytäntöjä, jotka tukevat ympäristövaikutusten arviointia ja kehittämistä ICT- ja matkaviestintäalalla.

Neljännessä vaiheessa (analyysi ja luokittelu) toteutettiin temaattinen analyysi, jossa sisältö ryhmiteltiin keskeisten ympäristökestävyysnäkökulmien perusteella. Sääntelyasiakirjat luokiteltiin teemoihin, kuten peruslainsäädäntö, ilmastotoimet, energia, jätehuolto, kiertotalous ja materiaalien käyttö sekä infrastruktuuri. Standardintiasiakirjat puolestaan luokiteltiin niiden käyttötarkoituksen mukaan seuraaviin ryhmiin: ohjeet ja parhaat käytännöt, sääntelyyn suoraan liittyvät standardit, vaikutusarviointimenetelmät ja indikaattorit sekä indikaattoreihin liittyvät vaatimukset.

Viides ja viimeinen vaihe (synteesi ja raportointi) kokoaa analyysin tulokset yhtenäiseksi kokonaisuudeksi ja esittää ne rakenteellisessa muodossa tässä raportissa.



Kuva 2.1: Menetelmä matkaviestinnän ympäristökestävyyteen liittyvien säädösten ja standardien analysoimiseksi (säädökset on esitetty vihreällä oikealla puolella ja standardit sinisellä vasemmalla puolella).

3

Sääntelykehys



VISIIRI.

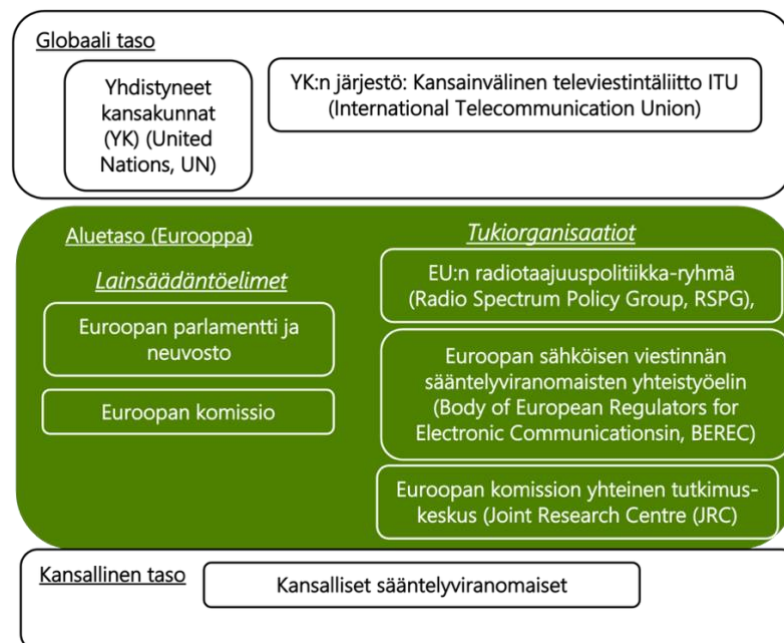


Co-funded by
the European Union

3 Sääntelykehys

Tämä luku esittelee katsauksen matkaviestinnän ympäristökestävyyteen liittyvistä sääntelyelimistä ja säädöksistä. Tarkastelu alkaa laajemmasta kansainvälisestä sääntely-ympäristöstä, mukaan lukien Yhdistyneiden kansakuntien (YK) Kestävän kehityksen tavoiteohjelma [Agenda 2030:n](#) sekä tieto- ja viestintäteknologiaan erikoistuneen YK:n järjestön Kansainvälisen televiestintäliitto [ITU:n](#) (International Telecommunication Union) toiminnan. Tämän jälkeen tarkastelu keskittyy Eurooppaan, mukaan lukien Euroopan unionin sääntely. Luvussa tunnistetaan ja luokitellaan matkaviestinnän kannalta keskeisiä sääntelyinstrumentteja, jotka liittyvät ilmastotoimiin, energiatehokkuuteen, uusiutuvaan energiaan, kestävään tuotesuunnitteluun, kiertotalouteen, jätehuoltoon ja viestintäinfrastruktuuriin. Lisäksi tarkastellaan Euroopan komission tukiorganisaatioiden, kuten [RSPG](#), [BEREC](#) ja [JRC](#), roolia matkaviestinverkkojen ja -palvelujen ympäristökestävyyden arvioinnissa ja parantamisessa.

3.1 Tunnistetut sääntelyelimet

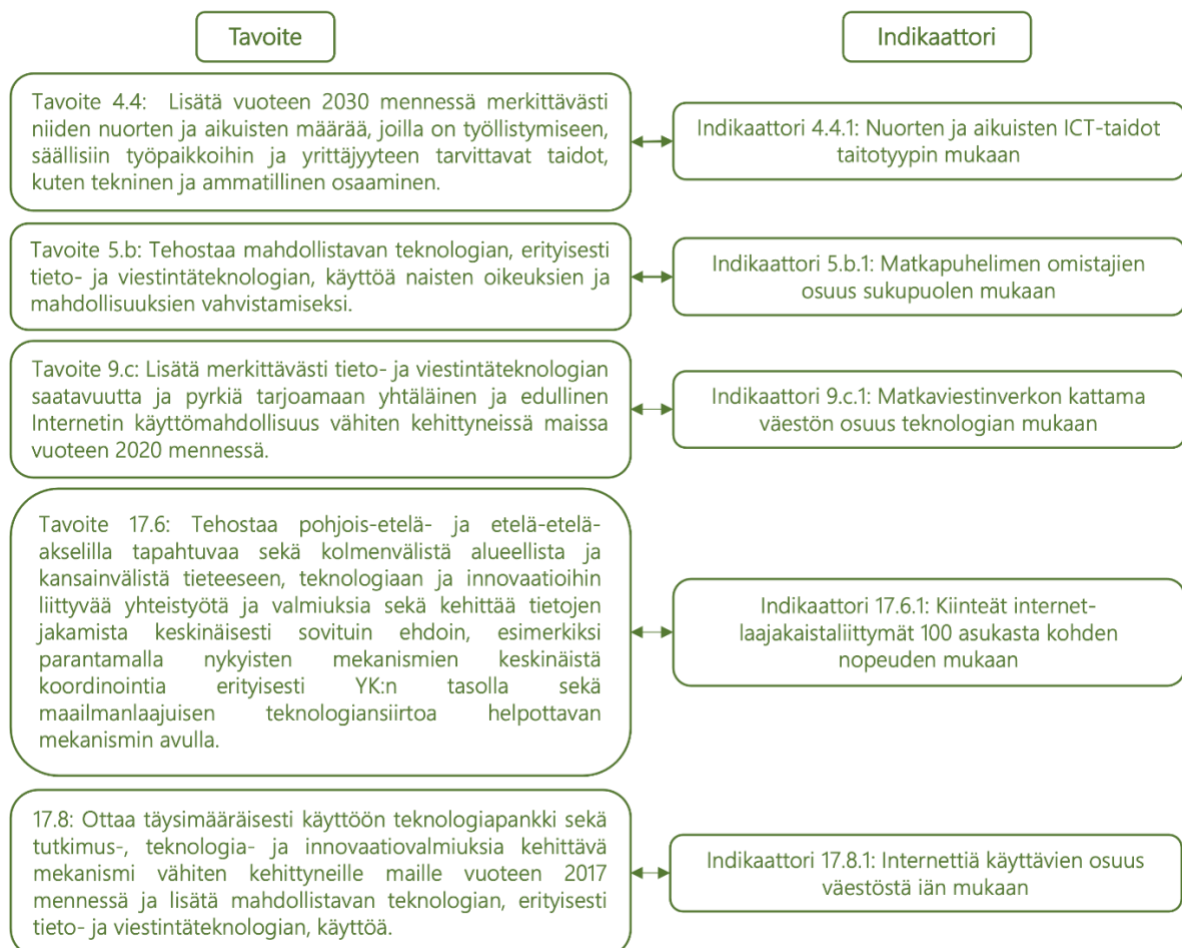


Kuva 3.1 Tunnistetut sääntelyyn liittyvät toimijat.

Sääntelyelimet ovat yleisesti julkisia viranomaisia tai organisaatioita, jotka osallistuvat sääntöjen toimeenpanoon, valvontaan ja täytäntöönpanoon tietyllä toimialalla tai politiikka-alueella (European

Commission, 2002). Ne voidaan luokitella kansainvälisiin, alueellisiin ja kansallisiin toimijoihin niiden toimivallan, oikeudellisen aseman ja valvontavaltuuksien perusteella, kuten kuvassa 3.1 esitetään. Tässä selvityksessä keskitytään ensisijaisesti Euroopan alueelliseen sääntelykehykseen ja erityisesti Euroopan unioniin hyödyntäen Euroopan komission sekä sitä tukevien organisaatioiden, kuten RSPG:n, BERECin ja JRC:n, julkaisemia asetuksia, direktiivejä, suosituksia, raportteja, selvityksiä ja ohjeistuksia.

Kansainvälisellä tasolla kestävyttä käsitellään laajasti YK:n kestävän kehityksen tavoiteohjelmassa, joka koostuu 17 tavoitteesta, 169 alatavoitteesta ja 234 yksilöllisestä indikaattorista niiden etenemisen seuraamiseksi (UN, 2015). Alkuperäinen viitekehys hyväksyttiin YK:n jäsenvaltioiden toimesta vuonna 2015 (UN, 2015), ja se muodostaa maailmanlaajuisen suunnitelman rauhan, hyvinvoinnin ja ympäristön suojelemisen edistämiseksi. Näistä 234 yksilöllisestä indikaattorista viisi liittyy suoraan ICT-sektoriin, kuten kuvassa 3.2 esitetään (ITU n.d.-b).



Kuva 3.2: ICT:hen suoraan liittyvät YK:n kestävän kehityksen tavoitteet ja indikaattorit (ITU n.d.-b)

Matkaviestintää säädellään globaalilla tasolla YK:n alaisessa ICT-alaan erikoistuneessa Kansainvälisessä televiestintäliitto ITU:ssa. ITU:n radiosektori (International Telecommunication Union Radiocommunication Sector, ITU-R) toimii maailmanlaajuisena televiestinnän sääntelyelimenä ja sillä on keskeinen rooli radiotaajuuksien kansainvälisessä koordinoinnissa, mikä on matkaviestinnän toiminnan edellytys. ITU käsittelee myös digitalisaation ympäristövaikutuksia ITU:n telestandardointisektorilla (International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector). Yksi ITU:n keskeisistä toiminta-alueista liittyy ympäristöön ja ilmastonmuutokseen (Environment and Climate Change), joka keskittyy digitaalisen siirtymän ympäristöystävällisyyteen sekä ICT-ratkaisujen hyödyntämiseen ympäristöllisesti kestävästä kehityksen tukemisesta (ITU, n.d.-a).

Euroopan tasolla sähköisen viestinnän kokonaisuuteen kuuluvaa matkaviestinnän ympäristökestävyyttä tuetaan lainsäädännön, sääntely-yhteistyön, teknisen tutkimuksen ja politiikkaohjauksen yhdistelmällä. Euroopan komissiolla on keskeinen rooli lainsäädäntöehdotusten valmistelussa, EU-politiikan kehittämisessä sekä delegoitujen säädösten ja täytäntöönpanosäädösten laatimisessa, kun EU-lainsäädäntö siihen valtuuttaa (EC, n.d.-a), (EC, n.d.-b). Komission politiikka-aloitteisiin kuuluu muun muassa Euroopan vihreän kehityksen ohjelma (European Green Deal), joka muodostaa laajemman viitekehityksen ilmastotoimille, resurssitehokkuudelle, energiasiirtymälle, kiertotaloudelle, kestäväälle tuotepolitiikalle sekä vihreälle ja digitaaliselle siirtymälle (EC, 2019a). Euroopan parlamentti ja Euroopan unionin neuvosto toimivat yhteislainsäätäjinä tavallisen lainsäätämisyjärjestyksen mukaisesti tarkastelemalla, muuttamalla, neuvottelemalla ja hyväksymällä Euroopan komission ehdottamia EU-asetuksia ja -direktiivejä (European Parliament, n.d.; Council of the European Union, n.d.). Tämän prosessin kautta ympäristökestävyyteen liittyviä vaatimuksia asetetaan matkaviestinnän sidosryhmille muun muassa ilmastotoimien, energiatehokkuuden, jätehuollon, kestävästä tuotesuunnittelusta, kestävyysraportoinnista sekä viestintäinfrastruktuurin alueilla.

RSPG, BEREC ja JRC täydentävät tätä sääntelykehystä tärkeillä tukitehtävillä. Vaikka ne eivät korvaa sitovaa EU-lainsäädäntöä, niiden raportit, kuulemiset, indikaattorit, selvitykset ja tekniset ohjeistukset auttavat sääntelyviranomaisia, päätöksentekijöitä ja toimialan sidosryhmiä ymmärtämään viestintäalan kestävyysvaistoja sekä kehittämään yhdenmukaisempia toimintamalleja jäsenvaltioiden välillä.

RSPG toimii korkean tason neuvoa-antavana ryhmänä ja avustaa Euroopan komissiota radiotaajuuksipolitiikan kehittämisessä tukien samalla kestävästä taajuuksien käytön periaatetta (RSPG, 2023b). Sen taajuuksipolitiikalla on vaikutuksia matkaviestinverkkojen käyttöönottoon, taajuuksien käytön tehokkuuteen, teknologiasiirtymisiin, energiankulutukseen sekä 6G-suunnitteluun.

BEREC osallistuu erityisesti sääntelyanalyysiin ja kansallisten sääntelyviranomaisten välisen yhteistyön koordinointiin. BEREC on tarkastellut sähköisten viestintäverkkojen ja -palvelujen ympäristöjalanjälkeä muun muassa energiankulutuksen, hiilidioksidipäästöjen, sähkö- ja

elektroniikkajätteen, infrastruktuurin yhteiskäytön, ympäristöä koskevan läpinäkyvyyden sekä kestävyyttä kuvaavien indikaattorien näkökulmista (RSPG, 2023b), (BEREC, 2023c). BEREC on korostanut tarvetta luotettavalle ja vertailukelpoiselle datalle, yhdenmukaisille indikaattoreille sekä selkeämmille menetelmille sähköisten viestintäverkkojen ja -palvelujen ympäristövaikutusten arvioinnissa.

JRC tuottaa teknistä ja tieteellistä näyttöä EU:n päätöksenteon tueksi. JRC on osallistunut sähköisten viestintäverkkojen ympäristöjalanjäljen arviontiin soveltuvien yhteisten indikaattorien tunnistamiseen (JRC, 2024). Hiljattain julkaistu EU:n toimintaohje tietoliikenneverkkojen kestävyydelle (EU Code of Conduct for the Sustainability of Telecommunications Networks) tarjoaa näyttöä sääntelyn ja teknisten standardien yhdenmukaistamisen merkityksestä sekä auttaa toimialaa kehittämään ja omaksuma kestävyyttä tukevia parhaita käytäntöjä ja parantamaan kokonaisvaltaista kestävyyttä (JRC, 2026).

Kansallisella tasolla EU-lainsäädäntö pannaan täytäntöön kansallisen lainsäädännön, toimivaltaisten viranomaisten sekä toimialakohtaisten sääntelyelinten kautta. Suomen näkökulmasta erityisen merkittäviä toimijoita ovat Liikenne- ja viestintäministeriö (LVM) sekä Liikenne- ja viestintävirasto Traficom niiden viestintäalan sääntelyvastuiden vuoksi. LVM julkaisi vuonna 2021 ICT-alan ilmasto- ja ympäristöstrategian Suomessa (LVM, 2021).

3.2 Tunnistetut eurooppalaiset säädökset

Eurooppalaisen matkaviestintäalaa koskevan sääntelyn tavoitteena on yhdenmukaistaa markkinoita koko Euroopassa sekä varmistaa, että sekä yritykset että kansalaiset hyötyvät laadukkaista, kohtuuhintaisista ja turvallisista matkaviestinpalveluista. Tätä raporttia varten tarkastellut EU-asetukset ja -direktiivit on analysoitu ja ryhmitelty kuuteen temaattiseen kokonaisuuteen niiden ensisijaisen merkityksen perusteella matkaviestinnän ympäristökestävyyden näkökulmasta kuvan 3.3 esittämällä tavalla. Valitut kuusi teemaa ovat peruslainsäädäntö, ilmastotoimet, energia, jätehuolto, kiertotalous ja materiaalien käyttö sekä infrastruktuuri. Luokittelu on laadittu tätä raporttia varten valittujen säädösten keskeisten ympäristökestävyysteemojen sekä niiden ICT- ja matkaviestintäalan merkityksen pohjalta. Luokittelun tarkoituksena ei ole kuvata virallista EU:n oikeudellista luokittelua, vaan tarjota jäsennelytapa analysoida laajaa ja monitahoista sääntelykokonaisuutta.



Kuva 3.3: Valitut teemat matkaviestinnän ympäristökestävyyteen liittyville eurooppalaisille säädöksille.

Eurooppalaista matkaviestinnän ympäristökestävyyteen liittyvää sääntelykehystä analysoitiin valittujen kuuden teeman näkökulmasta keskeisten säädösten tunnistamiseksi. Näihin tunnistettiin kuuluvan: peruslainsäädäntö (EU, 2020), (EU, 2024a), (EU, 2024b), (EU, 2019a), (EC, 2022), ilmastotoimet (EU, 2021), (EU, 2024c), (EU, 2024d), energia (EC, 2023a), (EU, 2017), (EU, 2018a), (EU, 2023a), (EU, 2023b), jätehuolto (EU, 2012), (EU, 2023c), (EU, 2024e), kierrätys ja materiaalien käyttö (EC, 2019b), (EC, 2023b), (EU, 2003), (EU, 2006), (EU, 2009), (EU, 2011), (EU, 2019b), (EU, 2024b), (EU, 2024f) sekä infrastrukturi (EU, 2018b), (EC, 2026). Kuvassa 3.4 tutkimuksessa valitut asetukset ja direktiivit on sijoitettu näihin temaattisiin luokkiin.



Kuva 3.4: Tarkasteltujen säädösten sijoittuminen valittuihin kuuteen teemaan.

3.2.1 Peruslainsäädäntö

Seuraavaksi esitellään matkaviestinnän kannalta keskeiset eurooppalaiseen sääntelykehykseen kuuluvat peruslainsäädännön osa-alueet.

EU-taksonomia

[EU-taksonomia](#) (EU Taxonomy framework) määrittelee selkeät ja yhdenmukaiset kriteerit sille, milloin taloudellista toimintaa voidaan pitää ympäristön kannalta kestäväenä. Sen tavoitteena on ohjata kestäviä investointeja ja lisätä läpinäkyvyyttä rahoitusmarkkinoilla (EU, 2020). Säädos on oleellinen matkaviestinnän ympäristökestävyyden kannalta, koska se vaikuttaa matkaverkkoihin, datakeskuksiin ja ICT-infrastruktuuriin kohdistuvien investointien arviointiin. Samalla se ohjaa pääomaa vähähiilisiin, energiatehokkaisiin ja kiertotaloutta tukeviin matkaviestintäjärjestelmiin, jotka edistävät ilmastonmuutoksen hillintää ja siihen sopeutumista. Keskeisiä elementtejä ovat kuusi ympäristötavoitetta, "ei merkittävää haittaa" -periaate ("do no significant harm"), pakolliset tekniset arviointikriteerit, suuryrityksiä ja rahoitusmarkkinatoimijoita koskeva soveltamisala sekä rooli matkaviestintäinfrastruktuurin rahoituksen yhdenmukaistamisessa EU:n pitkän aikavälin kestävyttä ja ilmastoa koskevien tavoitteiden kanssa. (EU, 2020)

Yritysvastuudirektiivi

[EU:n yritysvastuudirektiivi](#) (Corporate Sustainability Due Diligence Directive, CSDDD/CS3D) asettaa suurille EU:n alueella toimiville yrityksille sitovia velvoitteita tunnistaa, ehkäistä, lieventää ja korjata toimintaansa, tytäryhtiöitään ja arvoketjujaan koskevia todellisia tai mahdollisia ihmisoikeus- ja ympäristövaikutuksia. Lisäksi direktiivi edellyttää Pariisin ilmastosopimuksen mukaista ilmastosiirtymäsuunnitelmaa, joka tukee maapallon lämpenemisen rajoittamista 1,5 °C:een (EU, 2024a). Direktiivi on keskeinen matkaviestinnän ympäristökestävyyden näkökulmasta, koska suuret matkaviestinverkko-operaattorit, laitevalmistajat ja muut alan yritykset kuuluvat sen soveltamisalaan. Tämän seurauksena niiden on hallittava muun muassa päästöihin, resurssien käyttöön ja sähkö- ja elektroniikkajätteen liittyviä ympäristöriskejä monimutkaisissa maailmanlaajuisissa toimitusketjuissaan. Keskeisiä elementtejä ovat riskiperusteinen ympäristövastuullisuus, yritysvastuu sääntöjenvastaisuuksista, kestävyiden integrointi liiketoimintastrategiaan, toimitusketjuvastuu sekä ilmastonmuutoksen hillintään tähtäävät siirtymäsuunnitelmat. (EU, 2024a)

EU:n vihreän siirtymän kuluttajansuojadirektiivi

[EU:n vihreän siirtymän kuluttajansuojadirektiivi](#) tukee vihreää siirtymää vahvistamalla sääntöjä viherpesun estämiseksi ja varmistamalla, että kuluttajat saavat luotettavaa tietoa tuotteiden ympäristöominaisuuksista, kestävydestä ja korjattavuudesta ostohetkellä. Direktiivi on merkityksellinen matkaviestinnän ympäristökestävyyden kannalta, koska se vaikuttaa matkaviestinlaitteisiin ja viestintäpalveluihin liittyvien ympäristövaittämien esitystapaan. Direktiivi varmistaa käyttäjille läpinäkyvän tiedon tuotteiden käyttäjästä, ohjelmistotuen kestosta ja korjausmahdollisuuksista, mikä voi vähentää sähkö- ja elektroniikkajätettä sekä pidentää laitteiden käyttöikää (EU, 2024b). Keskeisiä elementtejä ovat ympäristövaittämia ja ympäristömerkintöjä koskevan sääntelyn tiukentaminen,

kestävyyttä ja korjattavuutta koskevat tiedonantovelvoitteet, yhdenmukaistetut takuutiedot sekä ohjelmistopäivitysten tukiaikaa koskevat vaatimukset muun muassa älypuhelimille, reitittimille ja muille päätelaitteille.

Kestävän rahoituksen tiedonantoasetus

EU:n [Kestävän rahoituksen tiedonantoasetus](#) (Sustainable Finance Disclosure Regulation, SFDR) asettaa EU:n laajuiset läpinäkyvyysvaatimukset rahoitusmarkkinatoimijoille ja rahoitusneuvojille koskien kestävyyteen liittyviä riskejä, haitallisia ympäristö- ja yhteiskuntavaikutuksia sekä rahoitustuotteiden kestävyysominaisuuksia (EU, 2019a). Vaikka säädös kohdistuu ensisijaisesti rahoitussektoriin eikä ICT-toimialaan suoraan, sillä on merkittäviä vaikutuksia matkaviestinnän ympäristökestävyyteen, sillä matkaviestinverkko-operaattoreita, laitevalmistajia ja infrastruktuuritoimittajia rahoittavien sijoittajien on raportoitava kestävyyteen liittyvistä riskeistä ja vaikutuksista. Tämä kannustaa vähähiilisiin investointeihin, ympäristöystävällisempiin teknologioihin sekä vahvempaan suoriutumiseen ympäristössä, sosiaalisessa vastuussa ja hyvässä hallintotavassa matkaviestinnän arvoketjussa.

”Ei merkittävää haittaa” -periaate

”[Ei merkittävää haittaa](#)” -periaate (”Do No Significant Harm, DNSH”) täydentää SFDR-sääntelyä määrittelemällä yksityiskohtaiset tekniset raportointivaatimukset kestävyyteen liittyvien tietojen esittämiseksi. Näihin kuuluvat ”ei merkittävää haittaa” -periaatteen noudattaminen, haitallisten kestävyysvaikutusten raportointi sekä kestävyyttä kuvaavien indikaattorien käyttö (EC, 2022). Vaikka säädös kohdistuu rahoitussektoriin, sillä on vaikutuksia matkaviestintäalaa, koska sijoittajien on raportoitava matkaviestinverkko-operaattoreiden, laitevalmistajien ja muiden ICT-yritysten kestävyteen liittyvistä vaikutuksista yhdenmukaisten standardien mukaisesti. Tämä lisää kannustimia päästöjen vähentämiseen, vastuullisten toimitusketjujen kehittämiseen sekä resurssitehokkuuden ja jätehuollon parantamiseen.

3.3.2 Ilmastotoimet

Seuraavaksi esitellään matkaviestinnän kannalta keskeiset Euroopan sääntelykehyksen ilmastotoimiin liittyvät osa-alueet.

Euroopan ilmastolaki

[Euroopan ilmastolaki](#) (EU Climate Law) luo oikeudellisesti sitovan kehyksen kasvihuonekaasupäästöjen asteittaiselle ja peruuttamattomalle vähentämiselle sekä asettaa tavoitteeksi ilmastoneutraaliuden Euroopan unionissa vuoteen 2050 mennessä ja vähintään 55 prosentin

nettomääräisen päästövähennyksen vuoteen 2030 mennessä vuoden 1990 tasoon verrattuna (EU, 2021). Se on keskeinen laki matkaviestinnän ympäristökestävyyden kannalta, koska se muodostaa yleisen oikeudellisen perustan koko toimialaa koskeville hiilestä irtautumiseen tähtääville toimenpiteille ja vaikuttaa siten siihen, että matkaviestinverkko-operaattorit vähentävät energiankulutusta, lisäävät uusiutuvan energian käyttöä ja soveltavat verkkojen laajentamisen pitkän aikavälin ilmastotavoitteiden mukaiseksi. Asetuksen keskeisiä piirteitä ovat sen oikeudellisesti sitova luonne, vaatimus jatkuvasta edistymisestä ilmastomuutoksen hillinnässä ja siihen sopeutumisessa, tieteellisen ohjauksen integrointi riippumattoman EU:n ilmastopaneelin ([European Scientific Advisory Board on Climate Change](#)) asiantuntijaelimen kautta sekä sen rooli ohjaamaan politiikkatoimia ja investointeja, jotka muovaavat siirtymää kohti kestäviä ja vähähiilisiä matkaviestinjärjestelmiä. (EU, 2021)

EU:n kriittisten raaka-aineiden aset

[EU:n kriittisten raaka-aineiden aset](#) (Critical Raw Materials Act, CRMA) luo EU-tasoisin kehyksen kriittisten ja strategisten raaka-aineiden vakaan, häiriönsietokykyisen ja kestäväen saatavuuden varmistamiseksi. Nämä raaka-aineet ovat välttämättömiä vihreille ja digitaalisille teknologioille. Asetuksella edistetään tehokkuutta ja kiertotaloutta koko arvoketjussa (EU, 2024c). Asetus on erittäin tärkeä matkaviestinnän ympäristökestävyyden kannalta, koska päätelaitteet, verkkolaitteet, laitteistot ja akut ovat vahvasti riippuvaisia strategisista ja kriittisistä materiaaleista, kuten harvinaisista maametalleista, koboltista, litiumista ja galliumista. Tämän vuoksi toimitusvarmuus ja vastuullinen hankinta ovat keskeisiä vähähiilisten ja resurssitehokkaiden viestintäverkkojen kehittämisessä. Asetuksen keskeisiä elementtejä ovat EU:n vuoden 2030 vertailuarvot, jotka kuvaavat sitä, kuinka suuri osuus EU:n vuotuisesta strategisten raaka-aineiden kulutuksesta tulisi kattaa omalla toiminnalla vuoteen 2030 mennessä: 10 % kotimaisesta louhinnasta, 40 % jalostuksesta ja 25 % kierrätyskapasiteetista. Lisäksi asetuksessa on vaatimus tuonnin monipuolistamisesta siten, ettei yksittäinen EU:n ulkopuolinen maa toimita yli 65 prosenttia tietyistä materiaalista, 17 strategisen ja 34 kriittisen raaka-aineen määrittely sekä sellaisten strategisten hankkeiden tukeminen, jotka edistävät kiertotaloutta, resurssitehokkuutta ja ympäristönsuojelua. Näiden toimenpiteiden kautta aset

Nettonollateollisuussäädös

[Nettonollateollisuussäädös](#) (Net-Zero Industry Act) luo EU:n kehyksen nettonollateknologioiden valmistuskapasiteetin kasvattamiseksi ja käyttöönoton edistämiseksi. Sen tavoitteena on varmistaa ilmaston kannalta kriittisten teollisten valmiuksien häiriönsietokykyinen toimitus sekä tukea unionin ilmastoneutraaliustavoitetta Euroopan ilmastolain mukaisesti (EU, 2024d). Tämä aset

hyödyntävistä teollisista tuotantopanoksista verkkojen toiminnan elinkaaripäästöjen vähentämiseksi. Asetuksen keskeisiä elementtejä ovat EU:n toimenpiteet toimitusketjuriskien vähentämiseksi laajentamalla 19 ensisijaisen nettonollateknologian kotimaista valmistusta, hiilidioksidin varastointipalvelujen sisämarkkinoiden luominen, kestävien teknologioiden käyttöä suosivan julkisen hankinnan tukeminen, osaamisen kehittäminen erityisten koulutusakatemioiden avulla sekä valmistustavoitteet, joiden mukaan vähintään 40 prosenttia EU:n käyttöönnoton tarpeista tulisi kattaa vuoteen 2030 mennessä ja 15 prosenttia maailmanlaajuisesta tuotannosta vuoteen 2040 mennessä. Näiden mekanismien kautta asetus vahvistaa teknologisia ja teollisia perusteita, joita tarvitaan matkaviestininfrastruktuurin hiilestä irtautumisen nopeuttamiseksi. (EU, 2024d)

3.2.3 Energia

Seuraavaksi esitellään matkaviestinnän kannalta keskeiset eurooppalaiseen sääntelykehykseen kuuluvat energiaan liittyvät osa-alueet.

Uudistettu energiatehokkuusdirektiivi

[Uudistettu energiatehokkuusdirektiivi](#) (The Recast Energy Efficiency Directive) luo yhteisen EU-kehityksen energiatehokkuuden edistämiseksi kaikilla sektoreilla, sisällyttäen siihen "energiatehokkuus etusijalle" -periaatteen sekä tukien EU Climate Law -säädöksen tavoitteita ilmastoneutraaliuden saavuttamisesta vuoteen 2050 mennessä ja kasvihuonekaasupäästöjen vähintään 55 prosentin vähentämisestä vuoteen 2030 mennessä (EU, 2023a). Se liittyy matkaviestinnän ympäristökestävyyden, koska matkaviestinverkot, datakeskukset ja ICT-infrastruktuuri kuluttavat paljon energiaa, ja direktiivi kannustaa operaattoreita optimoimaan verkkojen energiankäyttöä, ottamaan käyttöön energiatehokkaita laitteita sekä sisällyttämään energiatehokkuusnäkökohdat suunnittelu-, käyttö- ja investointipäätöksiin. Direktiivin keskeisiä elementtejä ovat sitovat EU-tason energiatehokkuustavoitteet vuodelle 2030, ohjeelliset kansalliset panokset, energiatehokkuuden priorisointi koko energiaketjussa, yhdenmukaisuus Euroopan vihreän kehityksen ohjelman tavoitteiden kanssa sekä sen rooli matkaviestinjärjestelmiin liittyvän energiankulutuksen ja päästöjen vähentämisessä. (EU, 2023a)

EU:n uusiutuvan energian direktiivi

[EU:n uusiutuvan energian direktiivi](#) (EU's common framework for promoting energy from renewable sources) asettaa sitovan vuoden 2030 tavoitteen uusiutuvan energian osuudelle unionin energian loppukulutuksesta ja ottaa käyttöön yhdenmukaistetut säännöt uusiutuvalle sähkölle, lämmitykselle ja jäähdytykselle, liikenteen polttoaineille, omaan käyttöön tuotetulle energialle, alkuperätakuille, kestävyyskriteereille sekä hallinnollisille menettelyille (EU, 2018a). Tämä direktiivi (EU 2018/2001) liittyy matkaviestinnän ympäristökestävyyteen, sillä matkaviestinverkot, datakeskukset ja muu ICT-infrastruktuuri ovat merkittäviä sähkön kuluttajia, ja uusiutuvan energian osuuden

kasvattaminen sähköverkossa vähentää merkittävästi matkaviestintäpalvelujen tuottamiseen liittyvää hiilijalanjälkeä. Direktiivin keskeisiä elementtejä ovat sitovat EU:n laajuiset uusiutuvan energian tavoitteet, uusiutuvan energian omaa käyttöä tukevat säännöt, bioenergiaa koskevat kestävyys- ja kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiskriteerit, jäsenvaltioiden välisten yhteistyömekanismien vahvistaminen sekä Puhtaan energian (Clean Energy for All Europeans) -paketin mukainen kattava hallintokehys, jotka kaikki edistävät vihreämpää ja vähähiilisempää energiansaantia digitaalisille ja mobiileille viestintäjärjestelmille. (EU, 2018a)

Uusiutuvan energian RED III direktiivi

[Uusiutuvan energian RED direktiivi](#) (Revised Renewable Energy Directive) luo EU:n viitekehyksen uusiutuvan energian osuuden kasvattamiseksi kaikilla toimialoilla ja muuttaa direktiiviä (EU 2018/2001). Direktiivi tukee Euroopan unionin ilmastoneutraaliustavoitteita nopeuttamalla uusiutuvan energian käyttöönottoa sähköntuotannossa, lämmityksessä, jäähdytyksessä, liikenteessä ja teollisuudessa (EU, 2023b). Direktiivi on tärkeä matkaviestinnän ympäristökestävyydelle, koska verkot ja datakeskukset ovat merkittäviä sähkönkuluttajia. Uusiutuvan energian osuuden kasvattaminen energiajärjestelmässä vähentää merkittävästi verkkojen toiminnasta, tiedonsiirrosta ja päätelaitteiden käytöstä aiheutuvaa hiilijalanjälkeä. Direktiivin keskeisiä elementtejä ovat sitovat EU:n laajuiset uusiutuvan energian tavoitteet vuodelle 2030, uusiutuvan energian hankkeiden lupaprosessien sujuvoittaminen, uusiutuvan energian käytön laajentamiseen tähtäävät toimenpiteet teollisuudessa ja rakennuksissa, toimialakohtaiset alatavoitteet sekä alkuperätakuiden vahvistaminen. Nämä toimenpiteet tukevat siirtymää kohti vähähiilistä matkaviestinverkkoinfrastruktuuria, jonka energiankulutus perustuu yhä enenevässä määrin uusiutuvaan sähköön (EU, 2023b).

EU:n energiamerkintäasetus

[EU:n energiamerkintäasetus](#) (A harmonised EU framework for the energy labelling of energy-related products) edellyttää selkeiden ja yhdenmukaistettujen tietojen esittämistä energiatehokkuudesta ja resurssien kulutuksesta tietoisten ostopäätösten tukemiseksi sekä kokonaisenergiankulutuksen vähentämiseksi (EU, 2017). Säädös liittyy matkaviestinnän ympäristökestävyyteen ensisijaisesti päätelaitteiden ja niihin liittyvien ICT-laitteiden kautta, sillä energiamerkinnät edistävät energiatehokkaampien laitteiden käyttöönottoa markkinoilla. Tämä vähentää sähkönkulutusta ja siihen liittyviä kasvihuonekaasupäästöjä tuotteiden käyttövaiheen aikana. Keskeisiä elementtejä ovat pakollinen A–G-energiatehokkuusluokitus, tuotetietolomakkeet, vanhojen energiamerkintöjen uudelleenluokittelu teknologisen kehityksen huomioimiseksi, käytettyjen tuotteiden ja kuljetusten rajausta sääntelyn ulkopuolelle sekä rooli ekosunnittelutoimenpiteitä täydentävänä mekanismina matkaviestintälaitteiden ympäristöjalanjäljen vähentämisessä (EU, 2017).

Pakollinen energiamerkintä älypuhelimille ja taulutietokoneille

[Pakollinen energiamerkintä älypuhelimille ja taulutietokoneille](#) (Mandatory energy-labelling requirements for smartphones and slate tablets placed on the EU market) varmistaa, että kuluttajat saavat yhdenmukaiset ja vertailukelpoiset tiedot älypuhelimien ja taulutietokoneiden (tablettien) energiatehokkuudesta ja ympäristösuorituskyvystä (EC, 2023a). Asetus tukee matkaviestinnän ympäristökestävyyttä edistämällä energiatehokkaampien laitteiden käyttöönottoa, mikä vähentää sähkönkulutusta käytön aikana ja tukee laajempaa siirtymää kohti vähäisempiä ympäristövaikutuksia aiheuttavia digitaalisia teknologioita. Keskeisiä elementtejä ovat pakollisen energiamerkinnän käyttöönotto energiatehokkuusluokilla, täydentäviä tuotetietoja koskevat vaatimukset, sekä yhdenmukaisuus ekosuunnittelua koskevien vaatimusten kanssa kestävyyttä koskevien yhtenäisten standardien varmistamiseksi matkaviestinlaitteissa. Joustavan näytön laitteet ja korkean turvallisuustason älypuhelimet on rajattu soveltamisalan ulkopuolelle. Lisäämällä läpinäkyvyyttä ja edistämällä kilpailua energiatehokkuuden perusteella asetus auttaa vähentämään laajasti käytössä olevien matkaviestintälaitteiden ympäristöjalanjälkeä (EC, 2023a).

3.2.4 Jätehuolto

Seuraavaksi esitellään matkaviestinnän kannalta keskeiset Euroopan sääntelykehiksen jätehuoltoon liittyvät osa-alueet.

Sähkö- ja elektroniikkalaiteromudirektiivi

[Sähkö- ja elektroniikkalaiteromudirektiivi](#) (The Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) Directive) asettaa toimenpiteitä ympäristön ja ihmisten terveyden suojelemiseksi vähentämällä sähkö- ja elektroniikkajätteen haitallisia vaikutuksia ennaltaehkäisyyn, uudelleenkäytön, kierrätyksen ja tehokkaan materiaalien talteenoton avulla (EU, 2012). Direktiivi on keskeinen matkaviestinnän ympäristökestävyyden kannalta, koska ICT- ja matkaviestintäalat tuottavat merkittäviä määriä sähkö- ja elektroniikkajätettä laitteista, verkkolaitteista ja niitä tukevasta infrastruktuurista. Asianmukainen käytöstä poistettujen tuotteiden hallinta on olennaista luonnonvarojen ehtymisen ja ympäristöhaittojen vähentämiseksi. Direktiivin keskeisiä elementtejä ovat sen laaja soveltamisala, joka vuodesta 2018 alkaen kattaa lähes kaikki sähkö- ja elektroniikkalaitteet, pakollinen laajennettu tuottajavastuu, sähkö- ja elektroniikkajätteen selkeä luokittelu (mukaan lukien tieto- ja viestintätekniiset sekä televiestintälaitteet) sekä rooli kiertotalouskäytäntöjen edistämisessä matkaviestinjärjestelmissä. (EU, 2012)

EU:n asetus akuista ja jätteakuista

[EU:n asetus akuista ja jäteakuista](#) (Batteries and Waste Battery Act) asettaa kattavat EU-säännöt kaikkien akkutyyppien kestävyttä, turvallisuutta, merkintöjä, asianmukaista huolellisuutta, keräystä ja kierrätystä varten tavoitteena vähentää niiden hiilijalanjälkeä, rajoittaa haitallisten aineiden käyttöä, parantaa toimitusketjujen vastuullisuutta sekä edistää kiertotalouskäytäntöjä koko unionissa (EU, 2023c). Asetus on tärkeä matkaviestinnän ympäristökestävyyden kannalta, koska akut ovat keskeisiä komponentteja matkapuhelimissa, esineiden Internet (Internet of Things, IoT) -laitteissa, verkkolaitteissa, varavoimajärjestelmissä ja tukiasemien sähköjärjestelmissä, minkä vuoksi vastuullinen hankinta, pidemmät akun käyttöiät ja korkeat kierrätysasteet voivat vähentää matkaviestininfrastruktuuriin liittyviä ympäristövaikutuksia. Asetuksen keskeisiä elementtejä ovat tiukat kestävyttä ja suorituskykyä koskevat vaatimukset, pakolliset asianmukaista huolellisuutta koskevat velvoitteet raaka-aineiden hankinnassa (koskien litiumia, kobolttia, nikkeliä ja grafiittia), vaarallisten aineiden käyttöä koskevat rajoitukset, hiilijalanjälkimerkinnät, laajennettua tuottajavastuuta koskevat velvoitteet, korkeat keräys- ja kierrätystavoitteet sekä digitaalisen akkupassijärjestelmän ja QR-koodin käyttöönotto komponentteja, kierrätetyn materiaalin osuutta ja ympäristösuorituskykyä koskevien läpinäkyvien tietojen tarjoamiseksi. Edistämällä kestäviä, jäljitettäviä ja kierrätettäviä akkuja asetus vahvistaa akkuihin perustuvien matkaviestinteknologioiden ympäristökestävyyttä. (EU, 2023c)

Tavaroiden korjaamista edistävät säännöt

[Tavaroiden korjaamista edistävät säännöt](#) (Common EU rules to strengthen the repair of consumer goods) pyrkivät parantamaan sisämarkkinoiden toimintaa sekä varmistamaan korkean kuluttaja- ja ympäristönsuojelun tason edistämällä tuotteiden korjaamista niiden korvaamisen sijaan (EU, 2024e). Direktiivi on tärkeä matkaviestinnän ympäristökestävyyden kannalta, koska matkapuhelimet, reitittimet, modeemit ja muut ICT-laitteet korvataan usein ennen aikaisesti uusilla laitteilla. Korjausoikeuksien vahvistaminen voi pidentää laitteiden käyttöikää, vähentää sähkö- ja elektroniikkajätettä sekä pienentää matkaviestinlaitteisiin liittyvää ympäristöjalanjälkeä. Keskeisiä elementtejä ovat yhdenmukaistetut säännöt tuotteiden korjaamiselle tilanteissa, joissa vika ilmenee myyjän vastuukauden päättymisen jälkeen, EU:n korjattavuutta koskevien vaatimusten piiriin kuuluviin tuotteisiin liittyvät velvoitteet sekä säännökset, jotka täydentävät voimassa olevaa kuluttajansuojalainsäädäntöä heikentämättä kansallisesti sovellettavia korkeampia suojelun tasoja. Edistämällä korjauskulttuuria ja pidempään käytössä olevia tuotteita direktiivi tukee kiertotalouden tavoitteita matkaviestintäsektorilla (EU, 2024e).

3.2.5 Kiertotalous ja materiaalien käyttö

Seuraavaksi esitellään matkaviestinnän kannalta keskeiset Euroopan sääntelykehyksen kiertotalouteen ja materiaalien käyttöön liittyvät osa-alueet.

EU:n päästökauppajärjestelmä

EU:n päästökauppajärjestelmä (European Union Emissions Trading System, EU ETS) on päästökauppajärjestelmä, jonka tavoitteena on vähentää kasvihuonekaasupäästöjä kustannustehokkaalla ja taloudellisesti tehokkaalla tavalla sekä tukea EU:n ilmastoneutraaliustavoitteita ja Pariisin ilmastopimuksen mukaisia sitoumuksia (EU, 2003). Vaikka matkaviestintä ja laajempi ICT-sektori eivät kuulu suoraan direktiivin soveltamisalaan, direktiivillä on välillisiä vaikutuksia matkaviestinverkkojen ympäristökestävyyteen, kuten sähköntuotantoon ja toimitusketjun alkupään toimialoihin kohdistuvan hiilen hinnoittelun kautta, mikä kannustaa matkaviestinverkko-operaattoreita parantamaan energiatehokkuutta ja lisäämään uusiutuvan energian käyttöä verkkojen toiminnassa. Direktiivin keskeisiä elementtejä ovat koko taloutta koskeva päästökatto, siirrettävät päästöoikeudet, asteittainen kiristyminen "Fit for 55" -ilmastopakettien myötä sekä sen rooli koko järjestelmää koskevien hiilestä irtautumista edistävien ohjausvaikutusten luomisessa, jotka vaikuttavat kestäviin käytäntöihin matkaviestintään liittyvillä sektoreilla. (EU, 2003).

EU:n ekosuunnittelun sääntely

EU:n ekosuunnittelun sääntely (EU Ecodesign Framework) asettaa yhdenmukaistetut vähimmäisvaatimukset EU:n markkinoille saatettavien energiaan liittyvien tuotteiden ympäristöominaisuuksille ja energiatehokkuudelle tavoitteena tukea kestävää kehitystä, suojella ympäristöä ja varmistaa tavaroiden vapaa liikkuvuus sisämarkkinoilla (EU, 2009). Direktiivi on keskeinen matkaviestinnän ympäristökestävyyden kannalta, koska sitä sovelletaan suoraan keskeisiin ICT-tuotteisiin, kuten tietokoneisiin, palvelimiin, tiedontallennuslaitteisiin, ulkoisiin virtalähteisiin ja tehomuuntajiin, jotka ovat matkaviestinverkkojen infrastruktuurin ja datakeskusten keskeisiä komponentteja. Direktiivin keskeisiä elementtejä ovat tuotteiden kestävyyttä koskeva elinkaariperusteinen lähestymistapa, kasvava painotus energiatehokkuuteen, kestävyys, korjattavuuteen ja kierrätettävyyteen, vaatimustenmukaisille tuotteille pakollinen CE-merkintä sekä rooli matkaviestinjärjestelmien ympäristöjalanjäljen pienentämisessä energiatehokkaamman ja resurssitehokkaamman ICT-laitteiston avulla. (EU, 2009).

EU:n ekosuunnitteluvaatimukset älypuhelimille, muille matkapuhelimille, langattomille puhelimille ja taulutietokoneille

EU:n ekosuunnitteluvaatimukset älypuhelimille, muille matkapuhelimille, langattomille puhelimille ja taulutietokoneille (Eco-design requirements for smartphones, other mobile phones, cordless phones and slate tablets) asettaa sitovat ekosuunnitteluvaatimukset EU:n markkinoille saatettaville älypuhelimille, muille matkapuhelimille, langattomille puhelimille ja taulutietokoneille (tableteille) tavoitteena vähentää niiden ympäristövaikutuksia parantamalla kestävyyttä, korjattavuutta, ja resurssitehokkuutta (EC, 2023b). Asetus on tärkeä matkaviestinnän ympäristökestävyyden kannalta,

koska päätelaitteet muodostavat merkittävän osan alan ympäristöjalanjäljestä, ja laitteiden käyttöiän, korjattavuuden ja materiaalitehokkuuden parantaminen auttaa vähentämään sähkö- ja elektroniikkajätettä sekä pienentämään laitteiden tuotantoon ja käytöstä poistamiseen liittyvää hiili- ja resurssikuormitusta. Asetukseen liittyvät ekosuunnittelustandardit, jotka koskevat kestävyttä, tahattomilta vaurioilta suojautumista, akun käyttöikää, varaosien saatavuutta, korjattavuusvaatimuksia, ohjelmistotukea sekä ennenaikaisen vanhenemisen rajoittamista. Asetus täydentää rinnakkaisia energiamerkintävaatimuksia Euroopan vihreän kehityksen ohjelmaa auttamalla kuluttajia valitsemaan kestävämpiä laitteita sekä kannustamalla valmistajia omaksuma kiertotalouteen perustuvia suunnittelukäytäntöjä koko matkaviestinnän arvoketjussa (EC, 2023b).

EU:n markkinaoikeusasetus

[EU:n markkinaoikeusasetus](#) (Regulation on market surveillance and compliance of products) vahvistaa EU:n markkinaoikeutta varmistamalla, että sisämarkkinoilla saatetaan saataville ainoastaan tuotteita, jotka ovat unionin yhdenmukaistamislainsäädännön mukaisia terveyden, turvallisuuden, kuluttajansuojan ja ympäristöstandardien osalta (EU, 2019b). Asetus on tärkeä matkaviestinnän ympäristökestävyyskannalta, koska päätelaitteiden, verkkolaitteiden ja niihin liittyvien ICT-laitteiden on täytettävä EU:n vaatimustenmukaisuus. Tämä estää vaatimustenvastaisten tai ympäristön kannalta haitallisten tuotteiden pääsyn markkinoille ja tukee korkeampia standardeja tuotteiden turvallisuuden, energiatehokkuuden ja materiaalien kestävyyskannalta. Keskeisiä elementtejä ovat talouden toimijoiden selkeämmät vastuut, jäljitettävyyttä ja teknisten asiakirjojen saatavuutta koskevat vaatimukset, vahvemmat täytäntöönpanomekanismit sekä maahantuotujen tuotteiden järjestelmällinen valvonta. Näillä varmistetaan, että ICT-laitteet, mukaan lukien matkapuhelimet, tabletit, palvelimet ja verkkolaitteet, täyttävät EU:n ympäristö- ja turvallisuusvaatimukset koko toimitusketjun ajan (EU, 2019b).

Ekosuunnittelun vaatimukset palvelimille ja verkkotallennustuotteille

[Ekosuunnittelun vaatimukset palvelimille ja verkkotallennustuotteille](#) -asetuksen (Eco-design requirements for servers and online data-storage products placed on the EU market), tavoitteena vähentää palvelinten ja tiedontallennustuotteiden ympäristövaikutuksia parantamalla energiatehokkuutta ja edistämällä kestävämpää tuotesuunnittelua (EC, 2019b). Tämä asetusta on tärkeä matkaviestinnän ympäristökestävyyskannalta, koska palvelimet ja tiedontallennusjärjestelmät ovat matkaviestinverkkoinfrastruktuurin ja pilvipohjaisten palvelujen keskeisiä osia, ja niiden tehokkuuden parantaminen vähentää matkaviestinnän energiankulutusta ja hiilijalanjälkeä. Asetuksen keskeisiä elementtejä ovat sitovat tehokkuusvaatimukset virtalähteille, tyhjäkäyntitilan tehorajat, resurssitehokkuutta edistävät toimenpiteet, kuten purkamisen helppous ja laiteohjelmistopäivitysten saatavuus, yksityiskohtaiset todentamis- ja vaatimustenmukaisuusmenettelyt sekä vertailuarvot parhaiten suoriutuville tuotteille. Asetus tukee digitaalisten ja mobiilien viestintäekosysteemien

laajempaa hiilestä irtautumista varmistamalla, että verkkojen kannalta keskeiset laitteet ovat energiatehokkaampia ja resurssitehokkaampia. (EC, 2019b)

Direktiivi vaarallisten aineiden käytön rajoittamisesta sähkö- ja elektroniikkalaitteissa

[Direktiivi vaarallisten aineiden käytön rajoittamisesta sähkö- ja elektroniikkalaitteissa](#) (Directive on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment, RoHS) asettaa EU:n laajuiset säännöt tiettyjen vaarallisten aineiden, kuten lyijyn, elohopean, kadmiumin, kuusiarvoisen kromin sekä tiettyjen palonestoaineiden, käytön rajoittamiseksi sähkö- ja elektroniikkalaitteissa. Tavoitteena on suojella ihmisten terveyttä ja ympäristöä sekä tukea sähkö- ja elektroniikkajätteen ympäristön kannalta kestävää hyödyntämistä ja käsittelyä (EU, 2011). Direktiivi on tärkeä matkaviestinnän ympäristökestävyyden kannalta, koska matkapuhelimet, verkkolaitteet, reitittimet, tukiasemien elektroniikka sekä muut ICT-laitteet kuuluvat sähkö- ja elektroniikkalaitteiden piiriin. Vaarallisten aineiden käytön rajoittaminen vähentää myrkyllistä saastumista, parantaa kierrätettävyyttä ja mahdollistaa turvallisemman materiaalien talteenoton matkaviestinnän toimitusketjussa. Keskeisiä elementtejä ovat direktiivin laaja soveltamisala, joka kattaa useimmat sähkö- ja elektroniikkalaitteiden luokat, aiempaan direktiiviin verrattuna päivitetyt ja tiukennetut rajoitukset, poikkeukset tietyille tuoteryhmille, kuten sotilas-, avaruus- ja laajamittaisille teollisuuslaitteille, sekä yhteensovittaminen muun EU:n kemikaali- ja jätelainsäädännön kanssa turvallisen valmistuksen, käytön ja käytöstä poistamisen varmistamiseksi sähköisille tuotteille (EU, 2011).

EU:n kemikaaliasetus

[EU:n kemikaaliasetus](#) (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals, REACH) luo kattavan EU-kehiksen, joka edellyttää valmistajien, maahantuojien ja jatkokäyttäjien varmistavan, että käytetyt, valmistetut tai markkinoille saatetut kemikaalit eivät aiheuta haittaa ihmisten terveydelle tai ympäristölle ja edistää samalla innovaatioita ja turvallisempia vaihtoehtoja (EU, 2006). Tämä asetus on tärkeä matkaviestinnän ympäristökestävyyden kannalta, koska elektroniset laitteet, verkkokomponentit, akut ja matkaviestintäinfrastruktuurissa käytettävät materiaalit sisältävät lukuisia kemiallisia aineita, joiden turvallisuus, rajoittaminen ja korvaaminen vaikuttavat suoraan ympäristösuorituskykyyn, kierrätettävyyteen ja vaarallisen jätteen vähentämiseen koko ICT-arvoketjussa. Asetuksen keskeisiä elementtejä ovat yli yhden tonnin vuosittaisille kemikaalimäärille pakollinen rekisteröinti, teollisuuden vastuu riskien arvioinnista, erittäin huolta aiheuttavia aineita koskevat rajoitukset ja lupamenettelyt, eläinkokeettomien testausmenetelmien edistäminen, Euroopan kemikaaliviraston (European Chemicals Agency, ECHA) perustaminen sekä velvollisuus korvata vaaralliset aineet turvallisemmilla vaihtoehtojilla aina kun se on mahdollista. Näiden mekanismien avulla REACH varmistaa materiaalien turvallisemman käytön matkapuhelinten ja matkaviestinverkkojen koko elinkaaren ajan sekä tukee puhtaampaa tuotantoa ja kestävämpiä käytöstä poistamiseen liittyviä prosesseja. (EU, 2006)

3.2.6 Infrastrukturi

Seuraavaksi esitellään matkaviestinnän kannalta keskeiset eurooppalaiseen sääntelykehykseen kuuluvat infrastruktuuriin liittyvät osa-alueet.

EU:n sähköisen viestinnän säännöstö

[EU:n sähköisen viestinnän säännöstö](#) (European Electronic Communications Code, EECC) luo yhdenmukaistetun sääntelykehyksen sähköisille viestintäverkoille, -palveluille, niihin liittyville palveluille sekä päätelaitteille koko Euroopan unionissa. Sen tavoitteena on edistää kilpailua, investointeja sekä erittäin suuren kapasiteetin verkkojen, kuten 5G-verkkojen, käyttöönottoa (EU, 2018b). Vaikka direktiivin ensisijainen painopiste on markkinoiden sääntelyssä ja yhteyksien saatavuudessa, sillä on ollut rooli ympäristökestävyyden kannalta, koska se edistää energiatehokkaampien ja suuren kapasiteetin verkkojen käyttöönottoa, tukee infrastruktuurin yhteiskäyttöä ja radiotaajuuksien tehokasta hyödyntämistä sekä kannustaa teknologisiin innovaatioihin, joiden avulla voidaan vähentää verkkojen energiankulutusta siirrettyä datayksikköä kohden.

Keskeisiä elementtejä ovat erittäin suuren kapasiteetin verkkojen käyttöönottoa tukevat säännökset, päivitetty kuluttajansuojavaatimukset, kansallisten sääntelyviranomaisten menettelyjen yhdenmukaistaminen, saavutettavuutta ja palvelun laatua koskevat velvoitteet, 5G- ja seuraavan sukupolven verkkojen tavoitteiden sisällyttäminen sääntelyyn sekä yhteensovittaminen muun televiestintälainsäädännön, mukaan lukien BERECin toiminnan, kanssa. Mahdollistamalla nykyaikaisen, tehokkaan ja yhteentoimivan viestintäinfrastruktuurin direktiivi tukee välillisesti vihreämpää ja kestävämpää matkaviestinverkkojen kehitystä (EU, 2018b).

Ehdotus digitaalisia verkkoja koskevaksi säädökseksi

[Ehdotus digitaalisia verkkoja koskevaksi säädökseksi](#) (Digital Networks Act, DNA) luo yhtenäisen EU:n sääntelykehyksen sähköisten viestintäverkkojen ja -palvelujen tarjoamiselle, niihin liittyville palveluille, radiotaajuuksien suunnittelulle ja hallinnalle sekä tietyille päätelaitteisiin liittyville osa-alueille. Samalla se luo uuden hallintorakenteen, johon kuuluvat kansalliset sääntelyviranomaiset, BEREC, uusi "Radio Spectrum Policy Body" (RSPB) sekä "Office for Digital Networks" (ODN) (EC, 2026). DNA-ehdotuksen tavoitteena on korvata EECC. Säädöksen ensisijainen painopiste on yhteyksien parantamisessa, radiotaajuuksien koordinoinnissa ja sääntelyn yhdenmukaistamisessa ja sillä on merkitystä matkaviestinnän ympäristökestävyydelle, koska se tukee tehokasta verkkojen käyttöönottoa, radiotaajuuksien tehokasta hallintaa sekä infrastruktuurin yhteiskäyttöön perustuvia toimintamalleja. Nämä voivat vähentää energiankulutusta, rajoittaa päällekkäisten laitteistojen määrää sekä mahdollistaa

ympäristön kannalta kestävämpiä seuraavan sukupolven verkkoja, kuten 5G- ja tulevia 6G-järjestelmiä. Keskeisiä elementtejä ovat sääntöjen yhdenmukaistaminen koko EU:ssa, sähköisen viestinnän hallintorakenteen yksinkertaistaminen, sääntelyviranomaisten välisen yhteistyön vahvistaminen sekä strategisen radiotaajuussuunnittelun kehittäminen tavalla, joka tukee tehokkaampaa ja vähemmän resursseja kuluttavaa verkkotoimintaa. Parantamalla sääntelyn tehokkuutta ja edistämällä koordinoitua infrastruktuurikehitystä DNA tukee välillisesti siirtymää kohti kestävämpiä ja energiatehokkaampia matkaviestinverkkoja (EC, 2026).

3.3 Alueellisten tukioorganisaatioiden toiminta

Seuraavaksi tarkastellaan valittujen eurooppalaista sääntelyä tukevien tukioorganisaatioiden toimintaa matkaviestinnän ympäristökestävyyden edistämisessä.

3.3.1 EU:n radiotaajuuspolitiikkaryhmä RSPG

EU:n radiotaajuuspolitiikkaryhmä [RSPG](#) tukee Euroopan komissiota tarjoamalla strategista neuvontaa radiotaajuuspolitiikassa. RSPG korostaa yhteisten menetelmien tarvetta langattomien teknologioiden ilmastovaikutusten arvioimiseksi sekä tarkkojen tietojen saatavuutta radiotaajuuksien käyttöön liittyvästä energiankulutuksesta ja energiatehokkuudesta. RSPG toteaa myös, että nykyaikaiset radiolaitteet sekä siirtyminen vanhemmista teknologioista, kuten 2G- ja 3G-verkoista, uudempiin teknologioihin, kuten 5G- ja tulevaisuuden 6G-verkkoihin, voivat parantaa sekä taajuustehokkuutta että energiatehokkuutta. Tämä siirtymä on kuitenkin toteutettava huomioiden edelleen käytössä olevat palvelut, kuten eCall-järjestelmät, hätäpuhelut, älymittarit sekä koneiden väliset ja IoT-sovellukset (RSPG, 2023a; RSPG, 2023b). RSPG:n 6G-strategisessa visiossa (RSPG, 2026) kestävyys, taajuuksien yhteiskäyttö, ei-maanpäälliset verkot sekä koordinoitu taajuussuunnittelu tunnistetaan keskeisiksi tulevaisuuden matkaviestinverkkojen osa-alueiksi. RSPG edistää ympäristökestävyyttä tukemalla tehokasta ja tulevaisuuden tarpeet huomioivaa radiotaajuuspolitiikkaa matkaviestinnässä (RSPG, 2025). 6G-strateginen visio (RSPG, 2026) kannustaa tutkimusyhteisöä ja teollisuutta kehittämään ympäristön kannalta kestäviä 6G-teknologioita, jotka vastaavat seuraavan sukupolven matkaviestinverkkojen ympäristövaatimuksiin sekä sisällyttämään nämä tulokset osaksi standardointityötä.

3.3.2 Euroopan sähköisen viestinnän sääntelyviranomaisten yhteistyöelin BEREC

Euroopan sähköisen viestinnän sääntelyviranomaisten yhteistyöelin [BEREC](#) edistää EU-maiden sääntelyviranomaisten yhteistyötä. BEREC:in ensimmäinen kestävyyttä käsittelevä raportti tarkastelee digitaalisia verkkoja osana vihreää siirtymää ja toteaa, että digitaaliset ratkaisut ovat ratkaisevan tärkeitä

ilmastoneutraaliuden saavuttamisen mahdollistajia (BEREC, 2022). Raportti tunnistaa keskeisen ympäristökestävyyden arviointiin liittyviksi puutteiksi standardoidun tiedon puutteen ja käytettävien menetelmien hajanaisuuden (BEREC, 2022). BEREC:in kestävyysliittymä indikaattorityö vuoden 2023 raportissa syventää tätä näkemystä edelleen ja tunnistaa vaikeimmiksi haasteiksi saatavilla olevan tiedon puutteen sekä tarpeen yhdenmukaiselle lähestymistavalle menetelmien ja standardien osalta (BEREC, 2023c). Raportissa tunnistetaan muun muassa energiankulutus, sähkönkulutus, hiilijalanjälki, vedenkulutus, energiatehokkuus, uusiutuvan energian käyttö, sähkö- ja elektroniikkajäte sekä uudelleenkäytetyt tai kierrätetyt tuotteet keskeisiksi indikaattoreiksi. Raportti vahvistaa myös sidosryhmien osallistumisen merkityksen. Raportti tunnistaa kestävyyttä kuvaavia indikaattoreita sähköisen viestinnän sektorin ympäristöjalanjäljen mittaamiseen ja viestimiseen (BEREC, 2023b). Raportissa korostetaan myös kansallisten sääntelyviranomaisten roolia sähköisten viestintäverkkojen ja -palvelujen ympäristövaikutusten arvioinnissa käytettävien indikaattorien ja menetelmien yhdenmukaistamisessa. BEREC tarkastelee myös uusien teknologioiden sääntelyyn liittyviä vaikutuksia. Sen tekoälyä käsittelevässä raportissa todetaan, että tekoäly voi hyödyttää sektoria ja tukea verkkojen optimointia, palvelujen kehittämistä ja energiatehokkuutta (BEREC, 2023a). Raportissa tunnistetaan kuitenkin myös luotettavaan dataan, selitettävyyteen, yksityisyyteen, kyberturvallisuuteen ja sääntelyvalvontaan liittyviä riskejä.

Ympäristötiedon läpinäkyvyys loppukäyttäjille on toinen tärkeä osa BEREC:in kestävyysliittymätyötä. Vuoden 2024 julkista kuulemista koskevassa raportissa todetaan, että ympäristökysymyksiin liittyvä tietoisuus on kriittisen tärkeää loppukäyttäjien vaikutusmahdollisuuksien vahvistamiseksi sekä ICT-sektorin kestävyysliittymän edistämiseksi (BEREC, 2024a). Tämä yhdistää kestävyysliittymän kuluttajille tarjottavaan tietoon, digitaalisten tuotteiden läpinäkyvyyteen ja viherpesun torjuntaan. Lopullisessa loppukäyttäjää koskevassa raportissa todetaan lisäksi, että luotettava, vertailukelpoinen ja selkeä ympäristötieto mahdollistaa ympäristönäkökohtien huomioon ottamisen hankintapäätöksissä (BEREC, 2024b). Tämä on tärkeää matkaviestinnässä, koska älypuhelimet, tabletit, reitittimet ja digitaaliset palvelut muodostavat osan ICT-sektorin laajemmasta elinkaari-vaikutuksesta. BERECin vuoden 2024 työpajaraportti korostaa toimeenpanon merkitystä. Raportissa todetaan, että BEREC jatkaa viestintäsektorin merkityksellisten ja yhdenmukaistettujen ympäristöindikaattorien keräämisen tukemista (BEREC, 2024c). Työ tukee myös Euroopan komission toimia ympäristöä koskevan läpinäkyvyyden edistämiseksi ja kestävien televiestintäverkkojen ja -palvelujen käytäntöjen kehittämiseksi.

Infrastruktuurin yhteiskäyttö on keskeistä matkaviestinverkoille. BEREC:in mukaan infrastruktuurin yhteiskäyttö voi vähentää ympäristövaikutuksia vähentämällä infrastruktuurien päällekkäisyyttä, säästämällä energiaa ja vähentämällä materiaalien kulutusta (BEREC, 2024d). Hyödyt on kuitenkin tasapainotettava kilpailuun, investointeihin, palvelun laatuun ja sääntelyvelvoitteisiin liittyvien näkökohtien kanssa. Lopuksi BEREC:in työ Digitaalinen vuosikymmen (Digital Decade) -ohjelman indikaattoreiden parissa korostaa käytännöllisen ja vertailukelpoisen tiedonkeruun merkitystä.

Raportissa todetaan, että indikaattorien monimutkaisuuden lisääminen ei välttämättä johda parempaan vertailukelpoisuuteen (BEREC, 2024e). Tämä on tärkeää kestävän matkaviestinverkkojen hallinnan näkökulmasta, sillä luotettavat indikaattorit tukevat näyttöön perustuvaa infrastruktuurisuunnittelua.

Kokonaisuudessaan BEREC edistää matkaviestinnän ympäristökestävyyttä muuntamalla EU:n vihreän ja digitaalisen siirtymän yleiset tavoitteet kansallisten sääntelyviranomaisten ja markkinatoimijoiden kannalta konkreettisiksi sääntelykysymyksiksi. Sen työ tukee yhteisten indikaattorien kehittämistä, ympäristötiedon läpinäkyvyyttä, tietoon perustuvaa sääntelyä, infrastruktuurin yhteiskäytön arviointia sekä sähköisten viestintäverkkojen ja -palvelujen ympäristövaikutusten yhdenmukaisempaa seurantaa.

3.3.3 Euroopan komission yhteinen tutkimuskeskus JRC

Euroopan komission yhteinen tutkimuskeskus (The Joint Research Centre, JRC) tarjoaa tieteellistä ja teknistä tukea Euroopan unionin päätöksenteolle. Matkaviestinnän kontekstissa sen rooli on ollut keskeinen tärkeä ympäristökestävyyden mitattavien indikaattoreiden, yhteisten arviointimenetelmien ja käytännön toteutusta tukevia ohjeistusten laatimisessa. JRC:n vuonna 2024 julkaisema raportti sähköisistä viestintäverkoista keskittyy yhteisiin indikaattoreihin sähköisten viestintäverkkojen ympäristöjalanjäljen mittaamiseksi sähköisten viestintäpalvelujen tarjoamisessa (JRC, 2024). Raportissa tarkastellaan kestävyyttä ilmasto-, energia- ja ympäristövaikutusten näkökulmista sekä luodaan perustaa tulevalle kestävien televiestintäverkkojen toimintaohje (Code of Conduct) -aloitteelle. Raportissa tunnistetaan 19 kestävyyttä kuvaavaa indikaattoria ja ne luokitellaan niiden prioriteetin mukaan. Näihin indikaattoreihin kuuluvat energiankulutus, energiatehokkuus, uusiutuvan energian käyttö, kasvihuonekaasupäästöt Scope 1-, Scope 2- ja Scope 3 -luokissa, sähkö- ja elektroniikkajätteen syntyminen sekä kierrätettyjen, kunnostettujen tai uudelleenkäytettyjen tuotteiden jakelu ja käyttö (JRC, 2024).

EU:n toimintaohje tietoliikenneverkkojen kestävyydelle ([EU Code of Conduct for the sustainability of telecommunications networks](#)) kehittää tätä lähestymistapaa edelleen. Se esittelee mittaussuositusten, odotetut käytännöt, valinnaiset käytännöt sekä ympäristökestävien viestintäverkkojen kannalta merkitykselliset standardit (JRC, 2026). Tämä on keskeistä matkaviestinnän näkökulmasta, koska se muuntaa korkean tason kestävyyttä koskevat tavoitteet konkreettisiksi käytännöiksi verkko-operaattoreille, raportointivelvollisille organisaatioille, auditoreille sekä laitteisiin liittyville sidosryhmille. JRC osallistuu myös telealan ulkopuolelle ulottuvien menetelmien kehittämiseen. Sen vuonna 2025 julkaisema Absoluuttinen ympäristökestävyyden arviointi (Absolute Environmental Sustainability Assessment, AESA) -ohjeistus määrittelee AESA:n lähestymistapana, joka perustuu toimintojen ympäristökuormituksen vertaamiseen planeetan rajoihin ja ympäristön kantokykyyn (JRC, 2025).

Kokonaisuudessaan JRC tukee matkaviestinnän ympäristökestävyyttä tarjoamalla teknisen perustan yhteisille indikaattoreille, elinkaariajatteluun perustuvilla arviointimenetelmillä sekä käytännön toteutusta tukeville ohjeistuksille. Siinä missä BEREC keskittyy ensisijaisesti sääntelyn koordinointiin, JRC tuottaa tieteellisen ja menetelmällisen perustan, jota tarvitaan viestintäverkkojen ympäristösuorituskyvyn mittaamiseen, vertailuun ja kehittämiseen. (JRC, 2024), (JRC, 2025), (JRC, 2026)

4

Kestävyyysraportointi- kehys



VISIIRI.



Co-funded by
the European Union

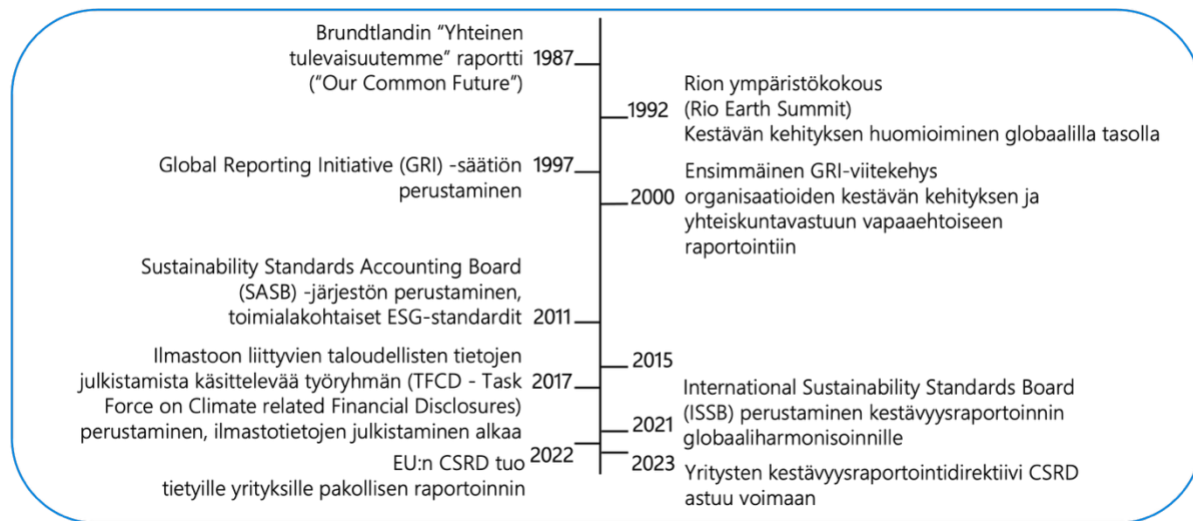
4 Kestävyyssraportointikehys

Tässä luvussa tarkastellaan yksityiskohtaisemmin kestävyyssraportointia Euroopassa ja erityisesti siirtymää vapaaehtoisesta yritysraportoinnista pakolliseen sääntelyyn perustuvaan raportointiin. Luvussa käsitellään yritysten kestävyyssraportoinnin kehitystä ja keskitytään eurooppalaiseen yritysten kestävyyssraportointidirektiiviin ([Corporate Sustainability Reporting Directive, CSRD](#)) ja eurooppalaisiin kestävyyssraportointistandardeihin ([European Sustainability Reporting Standards, ESRS](#)) sekä matkaviestinnän kannalta keskeisiin ympäristökestävyyteen liittyviin raportointiaiheisiin.

4.1 Kestävyyssraportoinnin kehitys

Euroopan komissio määritteli yritysten yhteiskuntavastuun (Corporate Social Responsibility, CSR) käsitteen toimintatavaksi, jossa yritykset sisällyttävät yhteiskunnalliset ja ympäristöön liittyvät näkökohdat liiketoimintaansa ja vuorovaikutukseensa sidosryhmiensä kanssa vapaaehtoisesti (EC, 2011). CSR:n kanssa läheisesti linjassa yritysten kestävyyssraportointi tuli yleisesti tunnetuksi ESG (environmental, social, governance) -raportointina, jossa yritykset raportoivat ympäristöön liittyvistä kysymyksistään, yhteiskuntavastuustaan ja hallintorakenteistaan. Aiemmin ESG- ja kestävyyssraportointi olivat suurelta osin vapaaehtoisia. Vuonna 1997 perustetusta Global Reporting Initiative -aloitteesta tuli maailman vaikutusvaltaisin vapaaehtoinen raportointikehys. Ilmastonmuutoksen, sosiaalisen eriarvoisuuden ja luonnonvarojen nopean ehtymisen kaltaisten maailmanlaajuisten haasteiden lisääntyminen on tehnyt ESG-raportoinnista keskeisen välineen sen varmistamiseksi, että yritykset toimivat kestävän kehityksen mukaisesti (Fagbemi et al., 2025).

Siirtyminen vapaaehtoisesta ja hyväntekeväisyyspohjaisesta raportoinnista tai tiedonantamisesta pakolliseen ja yhdenmukaiseen raportointiin on seurausta sidosryhmien paineesta ja sääntelyuudistuksista (Zervoudi et al., 2025). Muita syitä ovat tietojen heikko vertailtavuus, hajanaiset mittauskäytännöt sekä yritysten viherpesuyritykset. Vuonna 2022 hyväksytty eurooppalainen yritysten kestävyyssraportointidirektiivi (Corporate Sustainability Reporting Directive, CSRD) sisältää edelleen joitakin näistä haasteista, mutta niiden ratkaisemiseksi ja sääntelyn kehittämiseksi tehdään jatkuvasti parannuksia. Kuvassa 4.1 esitetään, miten kehitys on edennyt ympäristötietoisuudesta kohti pakollista, varmennettua ja yhdenmukaista raportointivaatimusta. Kestävyyssraportoinnin keskeisiä sidosryhmiä ovat sijoittajat ja rahoitusmarkkinat, yritykset, julkiset ja sääntelyviranomaiset, kansalaiset ja yhteisöt, kansalaisjärjestöt ja aktivistit sekä asiakkaat.



Kuva 4.1: Kestävyysraportoinnin kehitys

4.2 Eurooppalainen kestävyysraportointi

[Eurooppalainen kestävyysraportointidirektiivi](#) (Corporate Sustainability Reporting Directive, CSRD) (EU, 2022) on EU-direktiivi, joka vahvistaa ja nykyaikaistaa EU:ssa toimivien yritysten kestävyysraportointivaatimuksia. CSRD korvaa "[Non-Financial Reporting Directive \(NFRD\)](#)" -direktiivin (EU, 2014). Se vahvisti ja nykyaikaisti yritysten kestävyysraportointivaatimuksia muuttamalla Tilinpäätösdirektiiviä, Avoimuusdirektiiviä, Tilintarkastusdirektiiviä ja Tilintarkastusasetusta. CSRD:n keskeisiä muutoksia NFRD:hen verrattuna ovat:

- o Laajennetut raportointivaatimukset, jotka koskevat suurempaa määrää yrityksiä.
- o Raportoinnin standardointi, jolla varmistetaan tietojen vertailukelpoisuus.
- o Kolmannen osapuolen varmennus, pakollinen varmennus raportoinnin luotettavuuden varmistamiseksi.
- o Digitaalinen raportointi, XBRL Taksonomia (European Financial Reporting Advisory Groupin kehittämä).

[Euroopan kestävyysraportointistandardit](#) (European Sustainability Reporting Standards, ESRS) (EC, 2023c), määrittelevät tekniset vaatimukset, joita yritysten on noudatettava täyttääkseen CSRD:ssä asetetut oikeudelliset vaatimukset. Siinä missä CSRD velvoittaa yritykset raportoimaan kestävyystoiminnastaan, ESRS tarjoaa yksityiskohtaisen viitekehyksen sille, miten tämä raportointi tulee toteuttaa. XBRL-taksonomia ESRS:ssä viittaa eXtensible Business Reporting Language -kielen käyttöön ESRS:n mukaisesti laadittujen kestävyystietojen digitaalisessa merkitsemisessä CSRD:n artiklan 29d sekä European Single Electronic Format ([ESEF](#)) -muotoa koskevan asetuksen (EC, 2019c) perusteella.

Kestävyyssraporttien digitaalisen merkitsemisen uusi käyttö varmistaa raporttien koneellisen luettavuuden, yhteentoimivuuden, läpinäkyvyyden ja vertailukelpoisuuden.

ESRS-raportoinnin keskeinen ominaisuus on kaksoisolennaisuus. Yritykset arvioivat kestävyysasioita kahdesta näkökulmasta: vaikutusolennaisuuden näkökulmasta, jossa tarkastellaan yrityksen vaikutuksia ihmisiin ja ympäristöön, sekä taloudellisen olennaisuuden näkökulmasta, jossa tarkastellaan, miten kestävyysasiat vaikuttavat yrityksen taloudelliseen asemaan, suorituskyykyyn tai kehitykseen. Matkaviestintäalan yrityksille tämä tarkoittaa, että esimerkiksi verkkojen energiankulutus, kasvihuonekaasupäästöt, sähkö- ja elektroniikkajäte, laitteiden kiertotalous, toimitusketjujen päästöt ja infrastruktuurin käyttöönotto voivat muodostua raportoitaviksi aiheiksi silloin, kun ne ovat olennaisia.

Hallinnollisen taakan vähentämiseksi ja viitekehyksen yksinkertaistamiseksi on ehdotettu seuraavia toimenpiteitä (EC, 2025):

- o Pakollisen soveltamisalan piiriin kuuluvien yritysten määrää vähennettäisiin noin 80 prosentilla. Suuret yritykset, joissa on enintään 1 000 työntekijää, sekä pörssilistatut pienet ja keskisuuret yritykset (SME:t) jäisivät vaatimusten soveltamisalan ulkopuolelle. Tämän seurauksena raportointivelvoitteet koskisivat ainoastaan suuria yrityksiä, joissa on yli 1 000 työntekijää ja joiden vuotuinen liikevaihto ylittää 50 miljoonaa euroa tai taseen loppusumma on yli 25 miljoonaa euroa. Tämä tarkistettu kynnysarvo yhdenmukaistaisi CSRD:n läheisemmin CSDDD:n kanssa.
- o Niille yrityksille, jotka jäävät pakollisen soveltamisalan ulkopuolelle, komissio ehdottaa oikeasuhtaista vapaaehtoista raportointistandardia, joka perustuu European Financial Reporting Advisory Groupin (EFRAG) listaamattomille pienille ja keskisuurille yrityksille kehittämään Voluntary Sustainability Reporting Standard for non-listed Small and Medium-sized Enterprises (VSME) -standardiin ja joka hyväksyttäisiin delegoidulla säädöksellä. Siihen asti komissio aikoo antaa VSME-standardiin perustuvan suosituksen.
- o Arvoketjukattoa (value-chain cap) laajennettaisiin ja vahvistettaisiin. Sitä sovellettaisiin suoraan raportointivelvolliseen yritykseen sen sijaan, että se ainoastaan rajoittaisi sitä, mitä ESRS voi edellyttää. Lisäksi se suojelisi kaikkia yrityksiä, joissa on enintään 1 000 työntekijää, eikä ainoastaan pk-yrityksiä. (Arvoketjukatto tarkoittaa käytännössä oikeudellista ylärajaa sille, kuinka paljon CSRD:n mukaisesti raportoiva yritys voi vaatia kestävyteen liittyviä tietoja arvoketjunsä pienemmiltä yrityksiltä, kuten toimittajilta.)
- o Ehdotuksessa poistetaan myös toimialakohtaisten raportointistandardien käyttöönotto, jolloin vältetään niiden pakollisten tietopisteiden määrän kasvu, jotka yritysten olisi raportoitava.
- o Mahdollisuus siirtyä rajoitetusta varmennuksesta kohtuulliseen varmennukseen poistettaisiin, jotta varmistetaan suurempi ennakoitavuus siitä, ettei soveltamisalaan kuuluville yrityksille aiheudu tulevaisuudessa korkeampia varmennuskustannuksia.

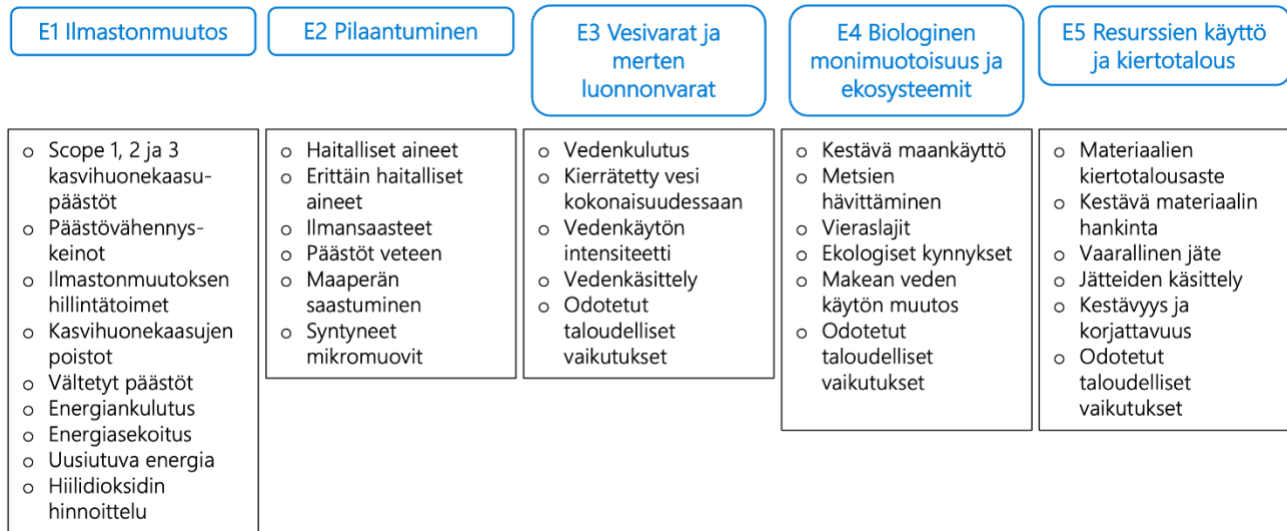
Näiden lisäksi ESRS-standardeihin tehtäisiin muutoksia niiden yksinkertaistamiseksi ja selkeyttämiseksi. Lopuksi ehdotettiin raportointivaatimusten soveltamisen lykkäämistä kahdella vuodella toisen aallon osalta (suuret yritykset, jotka eivät ole yleisen edun kannalta merkittäviä yhteisöjä ja joissa on yli 500 työntekijää, sekä suuret yritykset, joissa on enintään 500 työntekijää) sekä kolmannen aallon osalta (listatut pk-yritykset, pienet ja rakenteeltaan yksinkertaiset luottolaitokset sekä captive-vakuutus- ja jälleenvakuutusyritykset).

Parempaa kestävyysraportointia koskevat ehdotukset korostavat, että eurooppalaisen tason kestävyysraportointi on erittäin tärkeää. Erityisesti ESG-raportoinnin ympäristökestävyyttä koskeva osa-alue edellyttää yrityksiltä toimintatapojen kehittämistä siten, että vaaditut tietopisteet voidaan kerätä ja arvioida helposti, mikä tuottaa lisäarvoa yritykselle sen sidosryhmien näkökulmasta.

4.3 Ympäristöraportoinnin yleiskatsaus

Kuva 4.2 havainnollistaa European Sustainability Reporting Standards (ESRS) -standardien ympäristöaiheisia standardeja. ESRS-kehyksessä ympäristökestävyys on jäsennelty viiteen pääasialliseen raportointialueeseen: ESRS E1 Ilmastonmuutos (Climate Change), ESRS E2 Pilaantuminen (Pollution), ESRS E3 Vesivarat ja merten luonnonvarat (Water and Marine Resources), ESRS E4 Biologinen monimuotoisuus ja ekosysteemit (Biodiversity and Ecosystems) sekä ESRS E5 Resurssien käyttö ja kiertotalous (Resource Use and Circular Economy). Nämä standardit muodostavat perustan yritysten ympäristövaikutusten, riskien, mahdollisuuksien, politiikkojen, toimenpiteiden, tavoitteiden ja suorituskykykymittareiden raportoinnille silloin, kun aiheet ovat olennaisia. Kuvassa esitetään ne keskeiset tietotyypit, jotka voidaan joutua raportoimaan kunkin aihealueen osalta yrityksen olennaisuusarvioinnin perusteella.

Kuvasta ilmenee, että ESRS-standardien mukainen ympäristöraportointi on laajempi kokonaisuus kuin pelkkä kasvihuonekaasupäästöjen raportointi. ESRS E1 keskittyy ilmastoon liittyviin tietoihin, kuten päästöihin, energiankulutukseen, uusiutuvaan energiaan ja hiilestä irtautumiseen tähtääviin toimenpiteisiin. ESRS E2–E4 laajentavat raportoinnin kattamaan saastumisen, veden käytön, maankäytön, biodiversiteetin ja ekosysteemivaikutukset. ESRS E5 käsittelee resurssien käyttöä, kiertotaloutta, jätteitä, materiaalien hankintaa, kestävyyttä ja korjattavuutta. Yhdessä nämä standardit edellyttävät yrityksiä tarkastelemaan sekä toimintojensa suoria vaikutuksia että arvoketjuun liittyviä vaikutuksia.



Kuva 4.2: Yhteenvedo ESRS-standardien ympäristökestävyyteen liittyvistä tiedonantovaatimuksista.

5

Standardointi- kehys



VISIIRI.



Co-funded by
the European Union

5 Standardointikehys

Seuraavaksi tarkastellaan matkaviestinnän ympäristökestävyyteen liittyvää standardointikehystä. Euroopan unionin kestävyysraportointiin liittyvä standardointikehys esiteltiin luvussa 4, kun taas tässä luvussa keskitytään matkaviestinnän ympäristökestävyyden parantamiseen tarkoitettuihin teknisiin standardeihin.

5.1 Tunnistetut standardointiorganisaatiot

Matkaviestinnän ympäristökestävyyteen vaikuttavat sekä sääntelyvaatimukset että tekniset standardit, jotka ohjaavat suunnittelua, käyttöönottoa, toimintaa ja arviointia. Tässä selvityksessä tarkastellaan neljää keskeistä standardointiorganisaatiota, jotka on esitetty kuvassa 5.1: [Kansainvälinen standardisoimisjärjestö ISO](#) (International Organization for Standardization, ISO), [Kansainvälisen televiestintäliitto ITU:n telestandardointisektori](#) (International Telecommunications Union - Telecommunications Standardization Sector, ITU-T), [Euroopan telealan standardintilaitos ETSI](#) (European Telecommunications Standards Institute, ETSI) ja [3rd Generation Partnership Project](#) (3GPP). Näiden organisaatioiden toiminta-alueet ja tehtävät eroavat toisistaan, mutta yhdessä ne edistävät ympäristökestävyyttä koskevien käytäntöjen kehittämistä ICT- ja matkaviestinalalla.



Kuva 5.1: Tunnistetut standardointijärjestöt.

ITU:n telestandardointisektori

ITU-T (ITU-T - Telecommunication Standardization Sector of the International Telecommunication Union) on Yhdistyneiden kansakuntien erityisjärjestö ITU:n standardointisektori, jonka tehtävänä on avustaa tieto- ja viestintäteknologioihin liittyvissä kysymyksissä maailmanlaajuisesti. Se julkaisee standardeja nimellä "suositukset" (*Recommendations*). ICT-alan ympäristökestävyyden aihealuetta käsittelevä ITU-T:n L-sarja sisältää matkaviestinnän ympäristökestävyyden kannalta merkitykselliset standardit. Näitä aihealueita ovat esimerkiksi ympäristö, ilmastonmuutos, e-jäte ja

energiatehokkuus. Tämän vuoksi tässä raportissa kyseisiä standardeja tarkastellaan yksityiskohtaisesti luvussa 5.2. L-sarjan standardit on kehittänyt ITU-T:n Study Group 5 (SG5), ja niiden tavoitteena on edistää turvallista, häiriönsietokykyistä, tehokasta ja vastuullista ICT-kehitystä maailmanlaajuisen standardoinnin avulla (ITU, n.d.-a).

Kansainvälinen standardisoimisjärjestö ISO:n standardit

Kansainvälinen standardisoimisjärjestö ISO (International Organization for Standardization, ISO) kehittää kansainvälisiä standardeja eri toimialoille monialaisena ja riippumattomana kansainvälisenä järjestönä (ISO, 2019). Ympäristökestävyys on yksi sen kolmestatoista toimialasta. Ympäristökestävyyden osa-alueella keskeisiä aiheita ovat muun muassa ympäristöjohtaminen, kiertotalous, ilmastonmuutos, ilmanlaatu, älykkäät kaupungit, maaperän laatu ja veden laatu. ISO:n mukaan ympäristökestävyyttä koskevat kansainväliset standardit tarjoavat käytännöllisen ja selkeän toimintamallin operatiivisen erinomaisuuden saavuttamiseksi, sidosryhmien odotusten täyttämiseksi ja lakisääteisten vaatimusten noudattamiseksi (ISO, n.d.). Taulukko 5.1 sisältää joitakin matkaviestinnän ympäristökestävyyden kannalta keskeisiä standardeja.

Taulukko 5.1: ISO-standardit ja niiden merkitys matkaviestinnän ympäristökestävyyteen

ISO-standardi / standardiperhe	Painopiste	Yhteys matkaviestinnän ympäristökestävyyteen
ISO 14001	Ympäristöjohtamisjärjestelmät	Tukee operaattoreita, laitevalmistajia, datakeskuksia ja ICT-organisaatioita ympäristövastuiden hallinnassa sekä jatkuvassa parantamisessa.
ISO 50001	Energianhallintajärjestelmät	Hyödyllinen energianhallinnassa matkaviestinverkoissa, tukiasemissa, runkoverkoissa, datakeskuksissa, toimistoissa ja muissa tiloissa.
ISO 14040 / ISO 14044	Elinkaariarviointi (LCA)	Tukee ympäristövaikutusten arviointia ICT-laitteiden, päätelaitteiden, verkkoinfrastruktuurin, akkujen ja datakeskuslaitteistojen koko elinkaaren aikana.
ISO 14064-1 / 14064-2 / 14064-3	Kasvihuonekaasupäästöjen laskenta, raportointi ja todentaminen	Soveltuu organisaatioiden kasvihuonekaasuinventarioihin, päästövähennyshankkeisiin sekä ilmastoon liittyvien väittämien todentamiseen.
ISO 14067	Tuotteen hiilijalanjälki	Hyödyllinen ICT-tuotteiden, kuten päätelaitteiden, palvelimien, reitittimien,

		akkujen ja televerkkolaitteiden hiilijalanjäljen arvioinnissa.
ISO 14020 / ISO 14024 / ISO 14025	Ympäristömerkit ja ympäristöselosteet	Hyödyllinen ICT-tuotteiden ja infrastruktuurikomponenttien ympäristöväittämien, ympäristömerkintöjen ja ympäristötuoteselosteiden (EPD) kannalta.
ISO 14031	Ympäristösuorituskyvyn arviointi	Tukee ympäristösuorituskykyä kuvaavien mittareiden kehittämistä ja käyttöä ICT-organisaatioissa ja matkaviestinverkkotoiminnoissa.
ISO 59004 / ISO 59010 / ISO 59020 / ISO 59040	Kiertotalous ja kiertotalouden mittaaminen	Hyödyllinen uudelleenkäytön, korjaamisen, kunnostamisen, kierrätyksen, kiertotalouden arvoketjujen, tuotteiden kiertotaloustietojen sekä kiertotalouden suorituskyvyn arvioinnin kannalta ICT-alalla.

Euroopan telealan standardointilaitos ETSI

Euroopan telealan standardointilaitos ETSI (European Telecommunications Standards Institute) on eurooppalainen standardointiorganisaatio, joka käsittelee televiestintää, yleisradiotoimintaa sekä muita sähköisiä viestintäverkkoja ja -palveluja Euroopassa. ETSI toimii teknisten komiteoiden (Technical Committees, TC) kautta, ja kestävytyteen liittyvistä asioista vastaa ympäristötekniikan (Environmental Engineering, EE) tekninen komitea. Tämän komitean keskeisiä työalueita ovat ympäristöolosuhteet, lämmönhallinta ja akustinen melu, sähkönsyöttö ja kestävät energiaratkaisut, ICT:n ympäristövaikutusten arviointi, ympäristö- ja energiatehokkuus sekä mekaaniset rakenteet ja fyysinen suunnittelu (ETSI, n.d.). Luvussa 5.2 esitetään yhteenveto valituille ITU-T-standardeille teknisesti vastaavista ETSI-standardeista.

3GPP

3GPP (3rd Generation Partnership Project) on maailmanlaajuinen yhteistyöfoorumi, joka yhdistää televiestinnän standardointiorganisaatioita matkaviestinjärjestelmien määrittämisen kehittämiseksi. 3GPP perustettiin kehittämään 3G-verkkojen liityntä- ja ydinverkkojen standardeja, minkä jälkeen sen työ laajeni matkaviestinstandardien kehittämiseen. 3GPP laatii teknisiä määrittämiä solukkoviestintäteknologioille, mukaan lukien radioverkot, ydinverkot ja palveluominaisuudet. 3GPP:n mukaan energiatehokkuuteen liittyvää työtä on tehty Release 10 -versiosta lähtien, ja se on laajentunut varhaisista radioverkojen energiansäästöä koskevista suosituksista järjestelmällisempiin 5G-verkkojen energiatehokkuuden hallinta-, mittaus- ja keskeisten suorituskykyindikaattoreiden (key performance indicator, KPI) viitekehyksiin. Tässä yhteydessä 3GPP:n tuotokset ovat keskeisiä radioliityntäverkon

energiansäästön, energianhallinnan, 5G-verkon suorituskyvyn mittaamisen sekä teho-, energia- ja ympäristöparametrien seurannan kannalta (3GPP, 2024). Tässä tutkimuksessa tarkasteltujen 3GPP-standardien yhteenveto on esitetty taulukossa 5.2.

Taulukko 5.2: 3GPP-standardit ja niiden yhteys matkaviestinnän ympäristökestävyyteen

3GPP-spesifikaatio / raportti	Yhteys matkaviestinnän ympäristökestävyyteen
3GPP TR 25.927	Käsittelee menetelmiä, kuten lepotilaa (dormant mode), toissijaisen antennin deaktivointia, yhteiskanavien tehonsäätöä sekä Cell DTX -toimintoja radiolähettimien energiankulutuksen vähentämiseksi.
3GPP TR 36.927	Käsittelee energiansäästöä tiheissä ja päällekkäisissä solukoverkkoratkaisuissa, mukaan lukien pienempien tai vähemmän käytettyjen solujen sammuttaminen alhaisen liikenteen aikana.
3GPP TR 32.826	Tarjoaa yleisiä näkökulmia energiansäästön hallintaan, mukaan lukien solujen päälle-/poiskytkentäskenaariot sekä liikennekuorman ja energiankulutuksen välinen yhteys.
3GPP TR 32.834	Tutkii energiansäästöä eri radioteknologioiden välillä siten, että yksi teknologia voi vähentää kapasiteettiaan toisen tarjotessa varapeiton.
3GPP TS 32.551	Määrittelee energiansäästön hallinnan käsitteet ja vaatimukset, mukaan lukien keskitetyt ja hajautetut energiansäästömenetelmät.
3GPP TS 32.522	Tukee energiatehokasta toimintaa itseorganisoituvien verkkojen ja kuormantasauksen avulla erityisesti tilanteissa, joissa soluja sammutetaan tai liikennettä siirretään toisiin soluihin.
3GPP TR 23.866	Tarkastelee järjestelmätason käyttöönottoja energiatehokkuuden näkökulmasta, kuten ohjaustason keskitettyä toteutusta ja verkkoelementtien optimaalista sijoittelua.
3GPP TR 45.926	Tutkii energiansäästöratkaisuja 2G-tukiasemille ja vanhemmille radioverkkoalustoille.
3GPP TR 32.856	Tutkii OAM-toimintojen tukea matkaviestinverkkojen energiatehokkuuden arviointiin ja yhdistää 3GPP:n työn energiatehokkuuden arviointimenetelmiin.
3GPP TR 32.972	Tutkii 5G-verkkojen energiatehokkuuden järjestelmä- ja toiminnallisia näkökohtia, mukaan lukien energiankulutuksen ja datamäärien keruun KPI-mittareiden laskentaa varten.
3GPP TS 28.310	Tarjoaa yleisen viitekehysten energiatehokkuudelle ja energiansäästöskenaarioille, mukaan lukien 5G ydinverkkoon liittyvät käyttötapaukset.
3GPP TS 28.552	Määrittelee 5G-verkon suorituskykymittaukset ja sisältää osion teho-, energia- ja ympäristömittauksista.

3GPP TS 28.554	Määrittelee 5G-verkon päästä päähän -KPI-mittarit, mukaan lukien energiatehokkuusmittarit, kuten matkaviestinverkon datan energiatehokkuus (bit/J).
3GPP TS 28.304 / TS 28.305 / TS 28.306	Määrittelee vaatimukset, tietopalvelut ja ratkaisusetelmat tehon, energian ja ympäristöparametrien ohjaamiseen ja seurantaan.

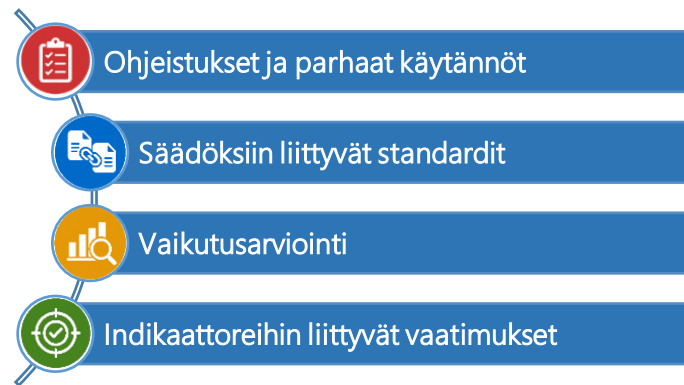
5.2 ITU-T-standardien analyysi

Tunnistettu standardointikehys osoittaa, että matkaviestinnän ympäristökestävyyttä tuetaan laajalla joukolla teknisiä standardeja, jotka kattavat tuotteet, verkkoinfrastruktuurin, organisaatiot ja toimialatason arvioinnin. ITU-T tarjoaa laajasti ICT-alalle suunnattuja suosituksia erityisesti L-sarjan kautta, kun taas ETSI tarjoaa eurooppalaisia teknisiä standardeja televiestinnän ympäristötekniikkaan, energiatehokkuuteen, elinkaariarviointiin (LCA), materiaalihokkuuteen, valvontarajapintoihin ja sähkönsyöttöjärjestelmiin liittyen. ICT-yritysten kannalta keskeisiä ovat standardit, jotka tukevat energiatehokkuuden mittaamista, matkaviestinverkkojen arviointia, tukiasemapaikkojen suorituskyvyn arviointia, kiertotaloutta, sähkö- ja elektroniikkajätteen hallintaa, akkujen hallintaa, kasvihuonekaasupäästöjen laskentaa, elinkaariarviointia, digitaalista tuotetietoa ja ilmastonmuutokseen sopeutumista. Analysoitujen standardien täydellinen luettelo on esitetty liitteessä yhdessä lyhyen sisältökuvauksen kanssa. Luku 5.2 kokoaa yhteen keskeiset teemat ja selittää niiden merkityksen matkaviestinnälle. ITU-T:n L-sarjan tarkastelussa sisällytettiin myös tarkastelun kohteena olevien standardien teknisesti vastaavat ETSI-standardit.

ITU-T:n L-sarjalla on omat ympäristökestävyyteen liittyvät teemansa. Näitä ovat sähkö- ja elektroniikkajäte sekä kiertotalous (L.1000-L.1199), sähkönsyöttö ja energian varastointi (L.1200-L.1299), energiatehokkuus, älykäs energia ja vihreät datakeskukset (L.1300-L.1399), ICT:n arviointimenetelmät ja CO₂-kehityspolut (L.1400-L.1499), ilmastonmuutokseen sopeutuminen (L.1500-L.1599), kiertotalouteen perustuvat ja kestävät kaupungit ja yhteisöt (L.1600-L.1699) sekä kustannustehokas kestävä infrastruktuuri (L.1700-L.1799). Tässä selvityksessä standardeja analysoitiin niiden soveltamistasojen mukaan: tuotetaso, verkkoinfrastruktuuritaso, organisaatiotaso tai laajemmat toimiala-, kaupunki- tai maatasoiset järjestelmät. Tämä tieto ja luokittelu voivat auttaa yrityksiä muodostamaan yleiskuvan kustakin standardista ennen niiden teknisiin yksityiskohtiin perehtymistä.

Standardityyppien kirjo on varsin moninainen, eikä sitä ole helppo hahmottaa pelkästään standardin johdannon perusteella. Tässä raportissa standardit luokitellaan lisäksi neljään tyyppiin, jotka kuvaavat kunkin standardin keskeistä sisältöä: ohjeistukset ja parhaat käytännöt, suoraan säädöksiin liittyvät standardit, vaikutusarviointit sekä vaatimukset, kuten kuvassa 5.2 esitetään. Taulukoissa 5.3–5.9 esitetään yhteenveto standardien luokittelusta käyttäen kuvassa 5.2 käytettyjä kuvakkeita. Tämä antaa

yrittäjille yleiskuvan siitä, millaista tietoa ja mitä soveltamistasoa kukin teema kattaa. Huomautus: standardien nimet on yksinkertaistettu taulukoissa.



Kuva 5.2: Standardoinnin analyysissä käytetty luokittelu.

Teema: Sähkö- ja elektroniikkajäte sekä kiertotalous

Taulukossa 5.3 esitetään sähkö- ja elektroniikkajätteeseen sekä kiertotalouteen liittyvät ITU-T:n L-sarjan suositukset. Tämän teema-alueen standardit kattavat tuotetasoisia ratkaisuja, kuten universaalit laturit, elinkaaren ja kiertotalouden arviointimenetelmät, kestävän sähkö- ja elektroniikkajätteen hallinnan, akkujen hallinnan sekä kiertotaloutta tukevat ICT-tuotteet ja -verkot. Niiden merkitys matkaviestinnälle on keskeinen, koska päätelaitteet, akut, tukiasemat ja verkkolaitteet aiheuttavat materiaalien kulutusta ja sähkö- ja elektroniikkajätettä. Taulukko osoittaa, että kiertotalouteen liittyviä kysymyksiä käsitellään tuotteen, verkkoinfrastruktuurin, organisaation ja kansallisen tason näkökulmista, mikä tekee tästä teema-alueesta merkityksellisen sekä teleoperaattoreille että laajemmalle politiikan toimeenpanolle.

Älypuhelinien ympäristösuorituskykyä voidaan arvioida tarkastelemalla materiaalitehokkuutta sekä huomioimalla ympäristövaikutusten elinkaariarviointi (LCA). Älypuhelinien ympäristösuorituskykyä materiaalitehokkuuden näkökulmasta voidaan arvioida analysoimalla kolme vaikutusryhmää: kestävyys, korjattavuus, uudelleenkäytettävyys ja päivitettävyyden (RRU) sekä materiaalivaikutukset ITU-T L.1017 -suosituksen "Environmental performance scoring of smartphones" mukaisesti. ITU-T L.1021 "Extended Producer Responsibility (EPR) guidelines for sustainable e-waste management" käsittelee laajennetun tuottajavastuun (EPR) periaatetta, joka on tärkeä käsite ja jota käsitellään myös toimitusketjujen kautta kestävyysraportoinnissa. Standardissa luetellaan useita EPR-järjestelmien hyötyjä. Näistä yksi on panos kiertotalouteen, joka edistää kestävästä tuotantosta ja kulutuksesta sekä siten suoraan tukee YK:n kestävän kehityksen tavoitteiden saavuttamista, mikä osoittaa standardien yhteyden maailmanlaajuisiin sitoumuksiin. ITU-T L.1028 "Global warming impact evaluation of extending ICT equipment lifetime" esittelee uuden indikaattorin UER10, "käyttövaiheen päästöjen suhde valmistusvaiheen

päästöihin 10 vuoden aikana” (ratio of use-phase emissions during 10 years over embodied emissions). Kuten tässä suosituksessa määritellään, indikaattoria voidaan soveltaa kaikkiin ICT-laitteisiin.

Taulukko 5.3: Valitut ITU-T standardit sähkö- ja elektroniikkajäte ja kiertotalous -teemassa.

SÄHKÖ- JA ELEKTRONIKKAJÄTE JA KIERTOTALOUS			
Tuotetaso	Verkkotaso	Organisaatiotaso	Sektori/kaupunki/maa-taso
L.1000 Universal power adapter and charger solution for mobile terminals and hand-held devices  	L.1036 Base station waste and e-waste management plan 	L.1020 Circular ICT goods and network - migration guide for operators and suppliers 	L.1030 National e-waste management framework 
L.1004 Universal fast-charging solution for mobile terminals  	L.1041 Resource saving, e-waste reduction and energy saving system methodology using twisted single pair cable  	L.1022 Circular economy concepts for material efficiency for ICT 	L.1033 Higher education guidance for e-waste/e-equipment lifecycle management 
L.1011 Lithium-ion battery durability assessment guidelines  	L.1050 Key network equipment identification for impact and e-waste assessment methodology  	L.1024 Servitization impact on ICT waste and environment  	L.1061 Circular public procurement for ICT 
L.1015 Mobile Phone's Environmental Impact Evaluation Criteria   		L.1028 Global warming impact evaluation of extending ICT equipment lifetime 	
L.1017 Environmental performance scoring of smartphones 		L.1060 Green supply chain management principles for ICT manufacturing industry 	

L.1018 Mobile telecommunication terminal- durability assessment specification 
L.1021 Extended Producer Responsibility (EPR) guidelines for sustainable e-waste management  
L.1023 Circularity performance scoring assessment method 
L.1025 Secure data deletion functionality of server and data storage products  
L.1027 Server and data storage product disassembly requirements and Instructions  
L.1032 E-waste recyclers' guidelines and certification schemes 
L.1034 Counterfeit ICT products' environmental impact assessment 
L.1035 Sustainable battery management guidelines  
L.1037 WEEE collection, transportation, storage, dismantling, valorisation and final disposal requirements. 

L.1070 Digital Product Passport opportunities for circular economy
L.1071 Digital Product Passport sustainability data model
L.1080 Server and data storage product availability of firmware and of security updates to firmware

Teema: Sähkösyöttö ja energian varastointi

Taulukko 5.4 sisältää yhteenvedon ICT-laitteiden sähkösyöttöön ja energian varastointiin liittyvistä standardeista. Nämä suositukset keskittyvät pääasiassa verkkoinfrastruktuuriin, mukaan lukien tasavirtasähköjärjestelmät, siirtyminen 400 voltin tasajännitteeseen (400 VDC) sähkönjakelussa, kestävät sähkösyöttöratkaisut 5G-verkoille, aurinkosähköjärjestelmät tukiasemapaikoille sekä kiinteät energianvarastointiratkaisut akkujen ja superkondensaattorien avulla. Tämä teema on keskeinen matkaviestinnän kannalta, koska tukiasemat ja televiestintäkohteet edellyttävät jatkuvaa ja luotettavaa sähkönsaantia. Standardit tukevat energiatehokasta sähkösyöttöarkkitehtuuria, uusiutuvan energian integrointia sekä matkaviestinverkkoinfrastruktuurin häiriönsietokyvyn parantamista.

Taulukko 5.4: Valitut ITU-T standardit sähkösyöttö ja energian varastointi -teemassa.

SÄHKÖNSYÖTTÖ JA ENERGIAN VARASTOINTI			
Tuotetaso	Verkkotaso	Organisaatiotaso	Sektori/kaupunki/maa- -taso
L.1206 ICT equipment design impact of mixed AC, –48 VDC, and 400 VDC Inputs 			
L.1207 Migration roadmap to 400 VDC sources and distribution in telecommunication and ICT sites			
L.1210 Sustainable power-feeding solutions for 5G networks			
L.1211 Smart photovoltaic (PV) system control for base station sites			

L.1220 Overview of energy storage
L.1221 Stationary energy storage in batteries
L.1222 Stationary energy storage in supercapacitors

Teema: Energiatehokkuus, älykäs energia ja vihreät datakeskukset

Taulukko 5.5 sisältää yhden matkaviestinverkkojen kestävyys kannalta keskeisimmän standardiryhmän. Standardit kattavat energiatehokkuusmittarit televiestintälaitteille, matkaviestinverkoille, tukiasemapaikoille, sähkönsyöttö- ja jäähdytyslaitteille, verkon toimintojen virtualisoinnille, 5G-radioverkkojen laitteille, älykkäille energiaratkaisuille ja vihreille datakeskuksille (datakeskukset eivät kuulu tämän tutkimuksen soveltamisalaan, ja standardit on valittu sen mukaisesti). Tämä teema on raportin kannalta keskeinen, koska energiankulutus on yksi matkaviestinnän merkittävimmistä ympäristövaikutuksista. Taulukko 5.5 osoittaa, että energiatehokkuutta käsitellään useilla tasoilla yksittäisistä laitteista ja tukiasemapaikoista aina kokonaisuun verkkojärjestelmiin ja organisaatiotason energianhallintakehyksiin asti.

ITU-T L.1330 määrittelee energiatehokkuuden mittausmenetelmät ja mittarit televiestintäverkoille, erityisesti matkaviestinverkkojen radioverkko-osille. Menetelmä kattaa energiankulutuksen mittarit, suorituskykyymittarit, matkaviestinverkkojen energiatehokkuusmittarit sekä verkon energiatehokkuuden arviointiin tarvittavat lisäparametrit. L.1333 ottaa käyttöön verkon hiili-intensiteetin suorituskyvyn seurantaan tarkoitetuksi indikaattoriksi. Menetelmä suhteuttaa verkon eri toimipaikkojen sähkönkulutuksesta aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt verkon samalla ajanjaksolla käsittelemän kokonaisdataliikenteen määrään. L.1390-standardi puolestaan tarjoaa energiansäästöteknologioita ja parhaita käytäntöjä 5G-radioverkon laitteille. Sen menetelmä kattaa dynaamisen skaalaamisen, sammutusominaisuudet, suorituskyvyn ja energiankulutuksen väliset kompromissit, ajalliseen ulottuvuuteen, tilaulottuvuuteen, taajuusulottuvuuteen ja tehoulottuvuuteen perustuvat energiansäästömenetelmät sekä tekoälyyn perustuvan optimoinnin liikenne-ennustamisen ja käyttötilanteiden tunnistamisen avulla.

Taulukko 5.5: Valitut ITU-T standardit teemassa energiatehokkuus, älykäs energia ja vihreät datakeskukset.

ENERGIATEHOKKUUS, ÄLYKÄS ENERGIA JA VIHREÄT DATAKESKUKSET			
Tuotetaso	Verkkotaso	Organisaatiotaso	Sektori/kaupunki/maa-taso

L.1310 Telecommunication equipment energy efficiency metrics and measurement methodology  	L.1320 Energy efficiency metrics and measurement for power and cooling equipment for telecommunications and data centres  	L.1315 Energy efficiency standardization terms and trends  
L.1311 Heterogeneous server energy efficiency metrics and measurement methodology  	L.1325 Green ICT solutions for telecom network facilities  	L.1316 Energy efficiency framework 
L.1318 Q-factor metric for IC energy efficiency 	L.1326 Liquid cooling and high-efficiency solutions for 5G baseband units in C-RAN mode.  	
L.1340 Telecom equipment energy efficiency informative values 	L.1328 Telecommunication rooms and data centre specification for waste heat reuse. 	
L.1341 Energy efficiency functional requirements for IoT platforms  	L.1330 Telecommunication network energy efficiency measurements and metrics  	
	L.1331 Mobile network energy efficiency assessment  	
	L.1332 Total network infrastructure energy efficiency metrics  	
	L.1333 Carbon data intensity for network energy performance monitoring  	
	L.1350 Base station site energy efficiency metrics 	

L.1351 Base station site energy efficiency measurement method 
L.1361 Network function virtualization (NFV) energy efficiency measurement method  
L.1362 Enhanced interface for power management in network function virtualization environments 
L.1380 Smart energy solution for telecom sites 
L.1382 Smart energy solution for telecommunication rooms  
L.1384 Virtual micro power station implementation at base station sites  
L.1390 5G RAN energy saving technologies and best practices 
L.1391 IMT-2020 network sharing and co-construction for climate change mitigation 
L.1395 Generic monitoring and control interface for power, cooling, and environment systems in telecommunication networks 
L.1396 ICT equipment power, energy and environmental parameters monitoring information model  

L.1397 Battery system with
integrated control and
monitoring information
model  

Teema: ICT:n arviointimenetelmät ja CO₂-kehityspolut

Taulukossa 5.6 esitettyihin suosituksiin sisältyvät ICT-tuotteiden, -verkkojen ja -palvelujen elinkaariarviointi, organisaatiotason energian- ja kasvihuonekaasupäästövaikutusten arviointi, hanketason ympäristövaikutusten arviointi, kaupunki- ja toimialatason menetelmät, Pariisin ilmastopimuksen mukaiset ICT-sektorin päästökehityspolut sekä nettonollatavoitteiden asettamiseen liittyvä ohjeistus. Matkaviestinnän sidosryhmille nämä standardit tukevat sekä suoran ympäristöjalanjäljen että ICT:n avulla muilla toimialoilla saavutettavien päästövähennysten järjestelmällistä arviointia mittaamista.

ITU-T L.1420-suosituksessa arviointimenetelmä koostuu kahdesta osasta: ICT-toimintojen energiankulutuksen ja kasvihuonekaasuvaikutusten arviointi muissa kuin ICT-organisaatioissa sekä ICT-organisaatioiden energiankulutuksen ja kasvihuonekaasuvaikutusten arviointi. Menetelmällä arvioidaan sekä energiankulutusta että kasvihuonekaasupäästöjä tarkastelujakson aikana suorien kasvihuonekaasupäästöjen, energiankäyttöön liittyvien epäsuorien kasvihuonekaasupäästöjen sekä muiden epäsuorien kasvihuonekaasupäästöjen osalta. Tässä hyödynnetään samaa ITU-T L.1410-suosituksen mukaista menetelmää, joka kootaan organisaatiotasolle periaatteiden (olennaisuus, kattavuus, johdonmukaisuus, tarkkuus, läpinäkyvyys) mukaisesti. On huomattava, että toisen asteen vaikutusten arviointi on dokumentoitava ja raportoitava erillään ensimmäisen asteen kasvihuonekaasupäästövaikutuksista.

ITU-T L.1440-suosituksessa analysoidaan ICT:n käytön vaikutuksia kahdella tasolla. Ensimmäisellä tasolla arvioidaan energiankulutusta ja kasvihuonekaasupäästöjä ICT:n käyttövaiheessa. Toisella tasolla arvioidaan energiankulutusta ja kasvihuonekaasupäästöjä koko ICT-ratkaisun elinkaaren ajalta. Samoja mittayksiköitä, kg CO₂-ekvivalenttia ja vuosittaisia prosentuaalisia osuuksia, käytetään molemmilla tasoilla. Menetelmässä käytetään sekä arvioituja että suoraan mitattuja tietoja. Järjestelmä- ja palvelurajaukset säilytetään, ja tuloksille tehdään lopuksi herkkyysanalyysi. ITU-T L.1451-suosituksessa käytetään ylhäältä alaspäin suuntautuvaa taloudellista lähestymistapaa, joka perustuu talouden panos-tuotostauluihin. Malli laskee ICT-palvelujen käytön hinnoitteluvaikutuksia ja johtaa niistä kyseisen ICT-käytön positiiviset vaikutukset. Jos vaikutusta ei voida mitata kustannuksena, sitä ei arvioida tässä mallissa.

Taulukko 5.6: Valitut ITU-T standardit ICT:n arviointimenetelmät ja CO₂-kehityspolut-teemassa.

ICT:N ARVIOINTIMENETELMÄT JA CO₂-KEHITYSPOLUT

Tuotetaso	Verkkotaso	Organisaatiotaso	Sektori/kaupunki/maa -taso
		L.1400 Overview and general principles of methodologies for assessing the environmental impact of ICTs 📄	L.1440 City-level environmental impact assessment of ICTs 📄🏢
		L.1410 ICT goods, network and services life cycle assessment methodology 🏢	L.1490 Digital GHG emissions management system framework for public sector 📄🎯
		L.1420 Energy consumption and GHG impact assessment methodology for ICTs in organizations 🏢	L.1491 Industrial Park decarbonization measurement and best practices 📄🏢
		L.1430 Environmental impact assessment methodology for ICT GHG and energy projects 📄🏢🎯	
		L.1450 ICT sector environmental impact assessment methodologies 🏢	
		L.1451 Methodology to assess ICT sector's aggregated positive impacts in other sectors 📄🏢	
		L.1460 Connect 2020 GHG emissions guidelines 📄	
		L.1470 UNFCCC Paris agreement aligned ICT sector emissions trajectories 📄	
		L.1471 Net zero target-setting guidance and criteria for ICT organizations 📄🏢	
		L.1480 Assessment of ICT-enabled emissions reductions in other sectors 📄	
		L.1481 Guidance for meeting connect 2030 net GHG abatement targets 📄	

Teema: Ilmastomuutokseen sopeutuminen

Taulukko 5.7 esittää ilmastomuutokseen sopeutumiseen liittyviä standardeja. Sopeutumista tarkastellaan pääasiassa verkkoinfrastruktuurin tasolla. Nämä standardit käsittelevät sitä, miten ICT voi tukea ilmastomuutokseen sopeutumista, miten televiestintäinfrastruktuurista voidaan tehdä häiriönsietokykyisempää sekä miten ICT-toimipaikat voivat tukea ympäristön havainnointia. ITU-T L.1500-standardissa tunnistetaan kaksi ilmastomuutokseen sopeutumisen tyyppiä: spontaani tai omaehtoinen sopeutuminen sekä suunniteltu, politiikkaohjattu sopeutumisprosessi. ITU-T L.1510-standardissa keskeiset KPI-mittarit on esitetty seuraavasti:

- Energian kulutuksen keskeiset mittarit: Kokonaisenergiankulutus (kWh), virrankäytön tehokkuus (Power Usage Effectiveness, PUE), uusiutuvan energian kokonaiskulutus (kWh), uusiutuvan energian kerroin (Renewable Energy Factor, REF), energia kierrätyskerroin (Energy Reuse Factor, ERF)
- Kasvihuonekaasupäästöjen keskeiset mittarit: Scope 1 – suorat kasvihuonekaasupäästöt (mtCO₂e), Scope 2 – epäsuorat kasvihuonekaasupäästöt (mtCO₂e), Scope 3 – epäsuorat kasvihuonekaasupäästöt (mtCO₂e), CUE (kg CO₂e/kWh), hiilikompensaatioiden kokonaismäärä (mtCO₂e), uusiutuvan energian tuotannon ja kulutuksen tuntikohtainen vastaavuus (%)
- Vedenkäytön keskeiset mittarit: Toimipaikan kokonaisvedenkulutus (m³), energialähteisiin liittyvä kokonaisvedenkulutus (m³), WUE (m³/MWh), veden palautus ympäristöön (m³), toimitusketjun kokonaisvedenkulutus (m³)
- Jätteen syntymisen keskeiset mittarit: Syntynyt jäte – kokonaisjättemäärä, sähkö- ja elektroniikkajäte sekä käytöstä poistetut akut (tonnia), jätteen ohjausaste pois loppusijoituksesta – kokonaisjäte, sähkö- ja elektroniikkajäte sekä käytöstä poistetut akut
- Paikallisiin ekosysteemeihin kohdistuvien vaikutusten keskeiset mittarit: Maa-alueet – kokonaismaankäyttö (m²), maankäytön tehointensiteetti (kW/m²), ulkomelu – dB(A), lajiston keskimääräinen runsaus (Mean Species Abundance, MSA) -tiheys (MSA/km²)
- Mahdollistavien vaikutusten keskeiset mittarit: Mahdollistettujen kasvihuonekaasupäästövähennysten kokonaismäärä (mtCO₂e), mahdollistamiskerroin (suhdeluku)

Taulukko 5.7: Valitut ITU-T standardit ilmastomuutoksen sopeutumiseen liittyen.

ILMASTONMUUTOKSEN SOPEUTUMINEN			
Tuotetaso	Verkkotaso	Organisaatiotaso	Sektori/kaupunki/maa-taso
	L.1501 Country level best practices for ICT-enabled climate adaptation  	L.1500 Framework ICTs and climate change adaptation 	

L.1502 Climate-resilient ICT infrastructure guidance
L.1506 Climate risk assessment framework for telecom and electrical facilities
L.1507 ICT sites to support environmental sensing
L.1510 Environmental KPIs for climate-resilient digital infrastructure

Teema: Kiertotalouteen perustuvat ja kestävät kaupungit ja yhteisöt

ITU-T L.1600-, L.1601- ja L.1602-suosituksissa annetaan yleistä ohjeistusta kaupungeille sekä määritellään ICT:n kestävyteen liittyviä keskeisiä suorituskyyindikaattoreita älykkäiden kestävien kaupunkien (Smart Sustainable Cities, SSC) kontekstissa. Älykkäiden kestävien kaupunkien keskeiset suorituskyyindikaattorit kattavat tuottavuuden, yhdenvertaisuuden ja sosiaalisen osallisuuden, elämänlaadun, fyysisen infrastruktuurin, ICT:n sekä ympäristökestävyyden. Nämä standardit määrittelevät indikaattoreihin liittyviä vaatimuksia sekä tarjoavat ohjeita ja parhaita käytäntöjä, kuten taulukossa 5.8 esitetään.

Taulukko 5.8: Valitut ITU-T standardit kiertotalouteen perustuvat ja kestävät kaupungit ja yhteisöt - teemassa.

KIERTOTALOUTEEN PERUSTUVAT JA KESTÄVÄT KAUPUNGIT JA YHTEISÖT			
Tuotetaso	Verkkotaso	Organisaatiotaso	Sektori/kaupunki/maa -taso
			L.1600 Smart sustainable city – overview of KPIs
			L.1601 ICT use' KPIs for smart sustainable cities
			L.1602 ICT sustainability impact KPIs for smart sustainable cities

Teema: Kustannustehokas kestävä infrastruktuuri

ITU-T L.1700-suosituksessa määritellään seitsemän erillistä vaatimusta kehittyvien maiden maaseutualueiden viestintää varten suunnatulle kustannustehokkaalle ja kestäväälle televiestintäinfrastruktuurille. Yleisten suorituskyyvaatimusten joukkoon sisältyy kestävyteen liittyviä vaatimuksia, kuten energiatehokas sähkösyöttöarkkitehtuuri ja siihen liittyvät ratkaisut sekä ympäristön kannalta kestävä elinkaari.

Taulukko 5.9: Valitut ITU-T-standardit kustannustehokas kestävä infrastruktuuri -teemassa.

KUSTANNUSTEHOKAS KESTÄVÄ INFRASTRUKTUURI			
Tuotetaso	Verkkotaso	Organisaatiotaso	Sektori/kaupunki/maa - taso
L.1700 Low-cost sustainable rural telecom infrastructure framework in developing countries			

Taulukossa 5.10 on esitetty ICT:n ympäristökestävyyteen liittyviä ITU-T:n L-sarjan standardeja, joissa on esitetty parhaita käytäntöjä. Yhteenveto on tarkoitettu auttamaan kiinnostuneita osapuolia saamaan yleiskuvan matkaviestinnän ympäristökestävyyteen liittyvistä standardeista, jotka sisältävät selkeästi määritellyjä parhaita käytäntöjä.

Taulukko 5.10: Valitut ITU-T standardit parhaista käytännöistä.

STANDARDIT	PARHAAT KÄYTÄNNÖT
Rec. ITU-T L.1450 - Methodology to identify key equipment for environmental impact and e-waste generation assessment of network architectures	Verkoarkkitehtuurien ympäristövaikutusten arvioinnissa on tunnistettava tarvittavat keskeiset laitteet. Tämä suositus esittää taulukot televiestintäverkon kunkin osan laitteista sekä ryhmittelyn, jonka avulla määritetään, mitkä laitteet on otettava huomioon ympäristövaikutuksia laskettaessa.
Rec. ITU-T L.1491 - Measurement methodology and best practices for decarbonization of industrial parks in support of net zero.	Suosituksessa kuvataan parhaat käytännöt nettonollatavoitteen saavuttamiseksi teollisuuspuistoissa tieto- ja viestintäteknologian avulla. Se kattaa älykkään infrastruktuurin, teollisuuspuistojen integroidut hallintajärjestelmät, digitaaliset energianhallinta-alustat ja älykkäät rakennukset. Parhaita käytäntöjä ovat puhtaan energian hyödyntäminen, suuripäästöisten laitteiden päivittäminen, kunnostaminen ja käytöstä poistaminen.
Rec. ITU-T L.1035 - Sustainable management of batteries	Suositus kuvaa parhaita käytäntöjä akkujen ja paristojen kierrätykseen ja loppusijoitukseen: ○ Litiumioniakut puretaan ensin sähköisesti. Purkamisen päätarkoituksena on vähentää akkujen reaktiivisuutta. Tämän jälkeen puretut akut loppusijoitetaan kaatopaikalle ja kuljetetaan vaarallisen jätteen kaatopaikalle. ○ Alkaliparistot poistetaan tavallisesti ja kuljetetaan vaarallisen jätteen kaatopaikalle. Mangaanidioksidin, sinkin ja emäksisen kaliumhydroksidielektrolyytin vuoksi ne kiinteytetään

	betonimuotteihin kiinteytysyksikössä. Lopputuote sijoitetaan tämän jälkeen kaatopaikan erityissoluihin. o Hopeaoksidiparistot poistetaan tavallisesti käytöstä ja kuljetetaan ensin vaarallisen jätteen kaatopaikalle, minkä jälkeen ne kiinteytetään betonimuotteihin kiinteytysyksikössä.
Rec. ITU-T L.1390 - Energy saving technologies and best practices for 5G radio access network (RAN) equipment	Suositus esittelee neljä energiansäästökäytäntöä sekä 5G-verkoille: - o Tekoälyn avulla palvelutietoisuuteen perustuva energiansäästö 4G- ja 5G-verkkojen koordinoinnissa. - o Suuren vahvistuksen linssiantennin käyttö. - o Keilan optimoinnilla tuettu energiansäästö.
Rec. ITU-T L.1391 - Specification of IMT-2020 network sharing and co-construction adapting to climate change mitigation	Suositus esittelee 5G-verkon yhteiskäyttöä ja yhteisrakentamista koskevassa tapauksessa tunnistetut parhaat käytännöt: - o Valtakunnallinen yhteinen liityntäverkko ja erilliset ydinverkot - o Koko elinkaaren kattava yhteistyömalli - o Resurssitehokkuus yhteiskäytössä olevien taajuuksien, laitteiden ja infrastruktuurin avulla

Lopuksi tämän raportin ITU-T:n L-sarjan standardeja koskevassa tarkastelussa valittujen standardien teknisesti vastaavat ETSI-standardit on kerätty taulukkoon 5.11.

Taulukko 5.11: Teknisesti toisiaan vastaavat ICT:n ympäristökestävyyteen liittyvät ETSI ja ITU-T standardit.

ETSI STANDARDI	ITU-T STANDARDI
ETSI EN 303 800-2 - Assessment of material efficiency of ICT network infrastructure goods (circular economy); Part 2: Server and data storage product secure data deletion functionality	Rec. ITU-T L.1025 - Assessment of material efficiency of information and communication technology network infrastructure goods – Server and data storage product secure data deletion functionality
ETSI EN 303 800-5 - Assessment of material efficiency of ICT network infrastructure goods (circular economy); Part 5: Server and data storage product disassembly and disassembly instruction	Rec. ITU-T L.1027 - Assessment of material efficiency of ICT network infrastructure goods (circular economy) – Server and data storage product disassembly and disassembly instruction
ETSI TS 103 881 - Global digital sustainable product passport opportunities to achieve a circular economy	Rec. ITU-T L.1070 - Global digital sustainable product passport opportunities to achieve a circular economy

ETSI ES 204 082 - An information model for digital product information on sustainability and circularity	Rec. ITU-T L.1071 - A model for digital product passport information on sustainability and circularity
ETSI TS 103 531 - Impact on ICT equipment architecture of multiple AC, –48 VDC or up to 400 VDC power inputs	Rec. ITU-T L.1206 - Impact on information and communication technology equipment architecture of multiple AC, –48 VDC or up to 400 VDC power inputs
ETSI EN 303 800 - Assessment of material efficiency of ICT network infrastructure goods (circular economy)	Rec. ITU-T L.1080 - Assessment of material efficiency of information and communication technology network infrastructure goods – Server and data storage product availability of firmware and of security updates to firmware
ETSI TS 103 553-1 - Innovative energy storage technology for stationary use; Part 1: Overview	Rec. ITU-T L.1220 - Innovative energy storage technology for stationary use – Part 1: Overview of energy storage
ETSI TS 103 553-2 - Innovative energy storage technology for stationary use; Part 2: Battery	Rec. ITU-T L.1221 - Innovative energy storage technology for stationary use – Part 2: Battery
ETSI TS 103 533-3 - Innovative energy storage technology for stationary use; Part 3: Supercapacitor technology	Rec. ITU-T L.1222 - Innovative energy storage technology for stationary use – Part 3: Supercapacitor technology
ETSI ES 204 083 (V1.1.1) - Energy efficiency measurement methodology and metrics for heterogeneous servers	Rec. ITU-T L.1311 - Energy efficiency measurement methodology and metrics for heterogeneous servers
ETSI ES 203 475 - Standardization terms and trends in energy efficiency	Rec. ITU-T L.1315 - Standardization terms and trends in energy efficiency
ETSI ES 203 997 - Requirements and use cases of liquid cooling and high energy efficiency solutions for 5G BBU in C-RAN mode	Rec. ITU-T L.1326 - Requirements and use cases of liquid cooling solutions and high energy efficiency solutions for 5G baseband units in centralized-RAN mode
ETSI ES 203 228 first version - Assessment of mobile network energy efficiency	Rec. ITU-T L.1330 - Energy efficiency measurement and metrics for telecommunication networks
ETSI ES 203 228 second version - Assessment of mobile network energy efficiency	Rec. ITU-T L.1331 - Assessment of mobile network energy efficiency
ETSI ES 203 539 - Measurement method for energy efficiency of Network Functions Virtualisation (NFV) in laboratory environment	Rec. ITU-T L.1361 - Measurement method for energy efficiency of network functions virtualization

ETSI ES 203 682 - Green Abstraction Layer (GAL); Power management capabilities of future energy telecommunication fixed network nodes; Enhanced interface for power management in Network Functions Virtualisation environments	Rec. ITU-T L.1362 - Power management capabilities of the future energy telecommunication network nodes – Enhanced interface for power management in network function virtualization environments
ETSI ES 202 336-1 - Monitoring and Control Interface for Infrastructure Equipment; Part 1: Generic Interface	Rec. ITU-T L.1395 - Monitoring and control interface for power, cooling and building environment systems in telecommunication networks – Generic interface
ETSI ES 202 336-11 - Monitoring and control interface for infrastructure equipment; Part 11: Battery system with integrated control and monitoring information model	Rec. ITU-T L.1397 - Monitoring and control interface for power, cooling and building environment systems in telecommunication networks – Battery system with integrated control and monitoring information model
ETSI ES 203 199 - Methodology for environmental Life Cycle Assessment (LCA) of Information and Communication Technology (ICT) goods, networks and services	Rec. ITU-T L.1410 - Methodology for environmental life cycle assessments of information and communication technology goods, networks and services

6

Energiatehokkuuteen liittyvät näkökohdat



VISIIRI.



Co-funded by
the European Union

6 Energiatehokkuuteen liittyvät näkökohdat

Säädökset määrittävät energiansäästöä, uusiutuvan energian käyttöä, tuotteiden energiatehokkuutta sekä kestävästä infrastruktuurista koskevat vaatimukset, jotka vastaavat politiikkatavoitteisiin. Kestävyysraportointikehykset edellyttävät yrityksiltä energiankulutuksen, energialähteiden, ilmastotavoitteiden ja kasvihuonekaasupäästöjen raportointia silloin, kun ne ovat olennaisia. Standardit puolestaan tarjoavat tekniset menetelmät, indikaattorit ja parhaat käytännöt energiatehokkuuden mittaamiseen ja parantamiseen laitteiden, toimipaikkojen, verkkojen ja organisaatioiden tasolla.

Energiatehokkuutta käsitellään EU:n sääntelyssä sekä suoraan että epäsuorasti. Merkittävin energiatehokkuuteen liittyvä säädös on EU:n energiatehokkuusdirektiivi (Energy Efficiency Directive, Directive (EU) 2023/1791), joka edistää energiatehokkuutta eri sektoreilla ja ottaa käyttöön energiatehokkuus etusijalle (energy efficiency first) -periaatteen. Säädös on keskeinen matkaviestinnän kannalta, koska verkkojen toiminta perustuu jatkuvaan sähkönkulutukseen erityisesti radioverkkojen, tukiasemien, jäähdytysjärjestelmien ja muun ICT-infrastruktuurin osalta. Myös uusiutuvaa energiaa koskeva lainsäädäntö on tärkeässä asemassa. Directive (EU) 2018/2001 ja Directive (EU) 2023/2413 tukevat uusiutuvan energian käytön lisäämistä koko Euroopan unionissa. Matkaviestinverkko-operaattoreille uusiutuvan sähkön hankinta, sähkönhankintasopimukset, alkuperätakuut ja paikallinen energiantuotanto voivat auttaa vähentämään verkkopalvelujen käytönaikaisia hiilidioksidipäästöjä. Tuotteisiin liittyvät säädökset tukevat myös energiatehokkuutta. EU:n Ekosuunnittelun sääntely (Ecodesign Framework Directive, Ecodesign for Sustainable Products Regulation) sekä älypuhelimia, tabletteja, palvelimia, tietovarastotuotteita ja ulkoisia virtalähteitä koskevat ekosuunnittelu- ja energiamerkintävaatimukset vaikuttavat matkaviestinnässä käytettävien ICT-tuotteiden energiatehokkuuteen, kestävyys- ja korjattavuuteen ja elinkaari-vaikutuksiin.

Energiatehokkuutta käsitellään eurooppalaisessa [ESRS-standardin](#) mukaisessa kestävyysraportoinnissa pääasiassa ESRS E1 Ilmaston muutos -standardin kautta. Matkaviestintäalan yritysten näkökulmasta ESRS E1 on keskeinen, koska se kattaa ilmastoon liittyvät politiikat, toimenpiteet, tavoitteet, energiankulutuksen, energialähteet ja kasvihuonekaasupäästöt. Keskeinen raportointivaatimus on E1-5 Energiankulutus ja -jakauma (Energy consumption and mix), joka velvoittaa raportoimaan energiankulutuksen sekä energialähteiden jakauman. Matkaviestinverkko-operaattoreiden osalta tämä voi edellyttää tietojen keräämistä tukiasemilta, televiestintätiloista, ydinverkkokeskuksista, toimistoista, energianhallintajärjestelmistä sekä sähkönhankintajärjestelmistä. Energiatehokkuus liittyy myös

raportointivaatimukseen E1-6 bruttopäästöt (Gross Scope 1, Scope 2, Scope 3) ja kokonaispäästöt (total GHG emissions). Scope 1 -päästöjä voivat aiheuttaa esimerkiksi dieselgeneraattorit, yrityksen ajoneuvot tai muu suora polttoaineen käyttö. Scope 2 -päästöt syntyvät verkkojen ja tilojen käyttämästä ostosähköstä. Scope 3 -päästöihin voivat sisältyä hankitut verkkolaitteet, päätelaitteet, akut, logistiikka, ulkoistetut palvelut, tuotteiden käyttö sekä niiden elinkaaren loppuvaiheen käsittely.

Taulukko 6.1: Energiatehokkuuden kannalta keskeiset ESRS E1 -raportointivaatimukset

ESRS E1 -raportointialue	Merkitys matkaviestinnän sidosryhmille
E1-1 Ilmastomuutoksen hillintää koskeva siirtymäsuunnitelma	Voi sisältää suunnitelmia verkkojen energiankulutuksen vähentämiseksi, uusiutuvan energian käytön lisäämiseksi ja toimintojen vähähiilistämiseksi.
E1-2 Ilmastomuutoksen hillintään ja siihen sopeutumiseen liittyvät toimintaperiaatteet	Voi sisältää energiatehokkuuteen, uusiutuvaan energiaan ja verkkojen energianoptimointiin liittyviä politiikkoja.
E1-3 Ilmastomuutosta koskeviin toimintaperiaatteisiin liittyvät toimet ja resurssit	Voi sisältää laitepäivityksiä, RAN-verkon energiansäästötoimia, jäähdytysjärjestelmien kehittämistä, toimipaikkojen modernisointia sekä uusiutuvan energian hankintaa.
E1-4 Ilmastomuutoksen hillintään ja siihen sopeutumiseen liittyvät tavoitteet	Voi sisältää energiatehokkuus-, uusiutuvan energian käyttö- ja päästövähennystavoitteita.
E1-5 Energiankulutus ja energialähteiden yhdistelmä	Edellyttää tietoja kokonaisenergiankulutuksesta ja energialähteiden jakaumasta.
E1-6 Kasvihuonekaasujen scope 1-, scope 2- ja scope 3-bruttopäästöt ja kokonaispäästöt	Yhdistää energiankäytön suoriin polttoainepäästöihin, ostosähköstä aiheutuviin päästöihin ja arvoketjun päästöihin.

Standardit muodostavat teknisen perustan energiatehokkuuden mittaamiselle ja parantamiselle. Matkaviestinnässä keskeiset standardit löytyvät ITU-T:n L-sarjasta sekä ETSI:n EE-standardikokonaisuudesta. Nämä standardit tukevat energiatehokkuuden yhdenmukaista mittaamista, vertailua, hankintaa, seuranta ja raportointia.

Energiatehokkuusindikaattorit tulisi valita tarkastelutason mukaan. Korkean tason indikaattorit soveltuvat raportointiin ja vertailuun, kun taas teknisiä indikaattoreita tarvitaan operatiiviseen optimointiin. Verkkotasolla esimerkkejä ovat ITU-T L.1330, ITU-T L.1331, ITU-T L.1332 ja ETSI ES 203 228, jotka käsittelevät viestintäverkkojen energiatehokkuusmittareita ja arviointimenetelmiä. ITU-T L.1333 täydentää tätä kokonaisuutta määrittelemällä verkkojen hiili-intensiteettiä kuvaavan indikaattorin verkkojen energiatehokkuuden seurantaan.

Laitteiden ja toimipaikkojen tasolla ITU-T L.1310 määrittelee energiatehokkuusmittareita televiestintälaitteille. ITU-T L.1350 ja ITU-T L.1351 keskittyvät tukiasemapaikkojen energiatehokkuusmittareihin ja mittausmenetelmiin. 5G-verkkojen osalta ITU-T L.1390 käsittelee energiansäästötekniikoita ja parhaita käytäntöjä 5G-radioverkon laitteille. Myös ETSI-standardit, kuten ETSI ES 202 706-1, ETSI TS 102 706-2 ja ETSI TS 103 786, ovat merkityksellisiä langattomien verkkojen ja 5G-tukiasemien energiatehokkuuden mittaamisessa.

Energiatehokkuuteen vaikuttavat lisäksi sähkönsyöttö, uusiutuva energia, energiavarastointi ja jäähdytysratkaisut. ITU-T L.1210 ja ETSI ES 203 700 käsittelevät kestäväää sähkönsyöttöä 5G-verkoille. ITU-T L.1211 koskee tukiasemien yhteydessä käytettäviä aurinkosähköjärjestelmiä. ITU-T L.1220, L.1221 ja L.1222 käsittelevät kiinteitä energiavarastoja, akkuja ja superkondensaattoreita. Jäähdytykseen ja älykkääseen energianhallintaan liittyvät standardit, kuten ITU-T L.1326, L.1328, L.1380, L.1382 ja L.1384, ovat merkityksellisiä televiestintätiloissa, keskitettyihin radioverkkoratkaisuihin perustuvissa ympäristöissä sekä tukiasemapaikoissa.

7

Johtopäätökset



VISIIRI.



Co-funded by
the European Union

7 Johtopäätökset

Tässä raportissa on tarkasteltu, ympäristökestävyyttä matkaviestinnässä säädösten, kestävyysraportointivaatimusten ja standardien kautta. Analyysi osoitti, että matkaviestinverkoilla on kaksijakoinen rooli vihreässä siirtymässä. Ne aiheuttavat ympäristövaikutuksia energiankulutuksen, laitteiden valmistuksen, infrastruktuurin käyttöönoton, resurssien käytön ja käytöstä poistamisesta syntyvän jätteen kautta. Samalla ne mahdollistavat ympäristökestävyyden parantamisen muilla toimialoilla digitaalisten palvelujen, yhteyksien, automaation ja resurssien tehokkaamman käytön avulla.

Raportin tulokset osoittavat, että matkaviestintää koskeva eurooppalainen kestävyttä tukeva viitekehys on kehittymässä sekä kattavammaksi että monimutkaisemmaksi. Sääntely, raportointivaatimukset ja standardit kehittyvät rinnakkain, mikä luo mahdollisuuksia vahvempaan ympäristöohjaukseen mutta samalla myös haasteita toimeenpanolle yrityksissä. Yritysten näkökulmasta tämä korostaa tarvetta ymmärtää, mitkä vaatimukset ovat oikeudellisesti sitovia, mitkä standardit ovat vapaaehtoisia mutta toimialan kannalta merkityksellisiä ja mitkä indikaattorit ovat hyödyllisiä ympäristösuorituskyvyn seurannassa.

Johtopäätöksenä todetaan, että ympäristökestävyys matkaviestinnässä edellyttää kokonaisvaltaista lähestymistapaa, jossa yhdistyvät sääntely, raportointi ja standardointi. Tulevassa työssä tulisi keskittyä yhteisten indikaattorien kehittämiseen, sääntelyvaatimusten ja teknisten standardien välisten yhteyksien vahvistamiseen, yhdenmukaisen tiedonkeruun tukemiseen sekä käytännön menetelmien tunnistamiseen matkaviestinverkkojen ympäristöjalanjäljen vähentämiseksi ja niiden ympäristökädenjäljen vahvistamiseksi yhteiskunnassa. Tällä tavoin matkaviestinnän sidosryhmät voivat paremmin tukea Euroopan vihreää ja digitaalista siirtymää sekä varmistaa, että matkaviestinnän tuleva kehitys on energiatehokasta, resurssitietoista ja ympäristön kannalta kestävä.

Vastuuvapauslauseke – Esitetty sääntelyanalyysi keskittyy ensisijaisesti Euroopan unioniin eikä sisällä kattavaa maailmanlaajuista vertailua. Raporttia ei ole tarkoitettu oikeudelliseksi neuvonnaksi. Standardointianalyysi painottuu valittuihin ITU-T L-sarjan standardeihin, jotka ovat ympäristökestävyyden näkökulmasta keskeisiä matkaviestinnälle, eikä se kata kaikkia standardointiorganisaatioiden julkaisemia standardeja. Koska kestävyteen liittyvä sääntely ja raportointivaatimukset kehittyvät jatkuvasti, osa asiakirjoista voi edellyttää päivittämistä tulevaisuudessa.

Liite – analysoidut ITU-T-standardit

VISIIRI.



Co-funded by
the European Union

Liite – analysoidut ITU-T-standardit

Luettelo tässä raportissa analysoiduista ITU-T-standardeista ja niiden lyhyt kuvaus sekä julkinen linkki standardidokumenttiin.

ITU-standardit	Kuvaus
Rec. ITU-T L.1000 (07/2019) Universal power adapter and charger solution for mobile terminals and other hand-held ICT devices	Sisältää yleiset vaatimukset universaalille virtasovitin- ja laturiratkaisulle päätelaitteille ja muille käsi käyttöisille ICT-laitteille. Määrittelee virtasovitin- ja laturiliitännän peruskokoonpanot ja yleiset vaatimukset sekä energiatehokkuutta, turvallisuutta, sähkömagneettista yhteensopivuutta, häiriönsietokykyä ja ympäristömäärittelyksiä koskevat vaatimukset.
Rec. ITU-T L.1004 (07/2025) Universal fast-charging solution for mobile terminals	Määrittelee ratkaisun yleisen viitekehyksen ja kunkin osan roolin sekä määrittää järjestelmää, turvallisuutta, sähkömagneettista yhteensopivuutta (EMC), materiaaleja, ympäristöä ja energiatehokkuutta koskevat vaatimukset.
Rec. ITU-T L.1011 (09/2025) Guidelines for the durability assessment of lithium-ion batteries	Tarjoaa ohjeet litiumioniakkujen kestävyys arviointiin tuotteen elinkaaren eri vaiheissa. Sisältää kestävyys arviointimenetelmiä sekä ehdotuksia kestävyys parantamiseksi eri arviointitulottuvuuksissa ja esittää ehdotuksia arviointi-indikaattoreiksi.
Rec. ITU-T L.1015 (05/2019) Criteria for evaluation of the environmental impact of mobile phones	Ehdottaa ja määrittelee kriteerin, jota käytetään matkapuhelinten ympäristövaikutusten arvioinnissa. Se tarjoaa valmistajille viitekehyksen ympäristösuorituskyvyn parantamiseksi maailmanlaajuisella tasolla. Se ei sisällä ekoluokitusta, pisteytystä, ympäristömerkintöjä eikä elinkaariarviointimenetelmää (LCA).
Rec. ITU-T L.1017 (08/2024) Environmental performance scoring of smartphones	Esittää standardoidun menetelmän älypuhelinten ympäristösuorituskyvyn arvioimiseksi huomioiden materiaalihokkuuden ja elinkaariarvioinnin näkökohdat. Tämä menetelmä tuottaa yhdistetyn pistemäärän, joka kuvaa tuotteen kokonaisympäristösuorituskykyä.
Rec. ITU-T L.1018 (07/2025) Specification for the durability assessment of mobile telecommunication terminals	Tarjoaa matkaviestinpäätelaitteiden kestävyys arviointistandardin. Päätelaitteiden arviointi-indikaattoreihin kuuluvat ympäristöön soveltuvuus, koko laitteen ja sen lisävarusteiden huollettavuus ja

	korjattavuus, kierrätettävyys ja uudelleenkäyttö, järjestelmähallinta, tietoturva sekä valmistajan toiminta.
Rec. ITU-T L.1020 (01/2018) Circular economy: Guide for operators and suppliers on approaches to migrate towards circular ICT goods and networks	Ehdottaa kiertotalouden toimintamalleja tieto- ja viestintäteknologian tuotteille. Erityisesti se tarjoaa aiheeseen liittyvää ohjeistusta operaattorien toimitusketjuille niin kutsutun "manifestin" muodossa, jonka tavoitteena on parantaa tuotteiden kiertotaloutta toimitusketjuun kohdistuvien toimenpiteiden avulla.
Rec. ITU-T L.1021 (04/2018) Extended producer responsibility – Guidelines for sustainable e-waste management	Tarjoaa ohjeita ja suosituksia laajennetun tuottajavastuun (EPR) politiikkojen kehittämiseksi sähkö- ja elektroniikkajätteen kestävää hallintaa varten.
Rec. ITU-T L.1022 (10/2019) Circular economy: Definitions and concepts for material efficiency for information and communication technology	Selittää kiertotalouden keskeiset käsitteet ja mittarit sekä esittää ICT-sektorin kiertotalouteen liittyviä parametreja, mittareita ja indikaattoreita.
Rec. ITU-T L.1023 (08/2023) Assessment method for circularity performance scoring	Antaa arviointimenetelmän tieto- ja viestintäteknologian (ICT) tuotteiden kiertotalousasteen pisteyttämiseen. Pisteytys perustuu kolmeen kiertotalouden osa-alueeseen. Ensimmäinen on ICT-tuotteiden kestävyys. Toinen on ICT-tuotteiden kierrätettävyys, korjattavuus, uudelleenkäytettävyys ja päivitettävyys. Kolmas on valmistajan kyky kierrättää, korjata, käyttää uudelleen ja päivittää markkinoille saatettu ICT-tuote.
Rec. ITU-T L.1024 (01/2021) The potential impact of selling services instead of equipment on waste creation and the environment – Effects on global information and communication technology	Sisältää analyysin ja ennusteita siitä, mitä todellisia tai mahdollisia ympäristövaikutuksia aiheutuu, kun maailmanlaajuisessa ICT-teollisuudessa myydään laitteiden sijaan palveluita.
Rec. ITU-T L.1025 (07/2025) Assessment of material efficiency of information and communication technology network infrastructure goods - Server and data storage product secure data deletion functionality	Määrittelee menetelmän palvelimien ja tiedontallennuslaitteiden turvallista tietojen poistotoiminnallisuutta koskevien vaatimustenmukaisuuden todentamiseksi.
Rec. ITU-T L.1027 (08/2023)	Sisältää menetelmiä palvelimien ja tiedontallennuslaitteiden purettavuuden arvioimiseksi.

Assessment of material efficiency of ICT network infrastructure goods (circular economy) – Server and data storage product disassembly and disassembly instruction	
Rec. ITU-T L.1028 (11/2024) Evaluating the global-warming-potential impact of extending the operating lifetime of information and communication technology equipment	Tarjoaa indikaattorin UER10, "käyttövaiheen päästöjen suhde valmistusvaiheen päästöihin 10 vuoden aikana", joka ilmaisee käyttövaiheen kasvihuonekaasupäästöjen ja valmistusvaiheen päästöjen välisen suhteen tuotteen käyttöiän pidentämispotentiaalin osoittamiseksi. Elinkaariarvioinnin (LCA) tuloksia voidaan käyttää lähtötietoina tämän indikaattorin laskennassa.
Rec. ITU-T L.1030 (06/2018) E-waste management framework for countries	Tarjoaa ohjeistusta kansallisen tason sähkö- ja elektroniikkajätteen hallintajärjestelmien suunnitteluun ja mukauttamiseen liittyvistä politiikka- ja oikeudellisista kehyksistä, resurssien mobilisoinnista, keräys- ja rahoitusmekanismeista sekä sidosryhmien osallistamisesta.
Rec. ITU-T L.1032 (08/2019) Guidelines and certification schemes for e-waste recyclers	Käsittelee tieto- ja viestintätekniologiaramun kierrättäjille asetettavia vaatimuksia kiinnittäen erityistä huomiota sähkö- ja elektroniikkajätteen (WEEE) keräykseen ja purkamiseen osallistuvaan epäviralliseen sektoriin. Se tarjoaa ohjeita ja sertifiointikriteerejä epävirallisten käytäntöjen virallistamisen tukemiseksi, ympäristösuorituskyvyn parantamiseksi, työntekijöiden suojelemiseksi sekä niiden vaiheiden, resurssien ja menetelmien tunnistamiseksi, joita tarvitaan alan siirtämiseksi viralliseksi ja säännellyksi toimialaksi.
Rec. ITU-T L.1033 (10/2021) Guidance for institutions of higher learning to contribute in the effective life cycle management of e-equipment and e-waste	Tarjoaa ohjeistusta korkeakouluille niiden osallistumisesta sähköisten resurssien ja sähkö- ja elektroniikkajätteen hallintaan tehokkaan yhteistyön avulla.
Rec. ITU-T L.1034 (08/2022) Adequate assessment and sensitization on counterfeit information and communication technology products and their environmental impact	Tarjoaa kuluttajille ja vähittäiskauppiaille ohjeistusta väärennetyistä tieto- ja viestintätekniologian tuotteista keskittyen niiden ympäristöön ja terveyteen liittyviin riskeihin.

Rec. ITU-T L.1035 (02/2022) Sustainable management of batteries	Keskittyy tieto- ja viestintäteknologiassa käytettyjen ja käytöstä poistettujen akkujen hallintaan sekä menetelmiin akkujen tehokkaaksi kierrättämiseksi samalla varmistaen työntekijöiden turvallisuuden jätteakkujen käsittelyssä. Sisältää myös ehdotuksia akkuihin liittyviksi politiikoiksi, lainsäädännöksi ja hallintasuunnitelmiksi.
Rec. ITU-T L.1036 (02/2022) Scheduled waste management for a base station (inclusive of e-waste)	Kuvaa vaatimuksia tukiaseman jätehuollosta aiheutuvan ympäristön pilaantumisen minimoimiseksi ja televiestintäalan kestävyiden parantamiseksi.
Rec. ITU-T L.1037 (09/2025) Requirements for the collection, transportation, storage, dismantling, valorization and final disposal of waste electrical and electronic equipment	Esittää viitekehyksen sähkö- ja elektroniikkajätteen (WEEE) keräykselle, kuljetukselle, varastoinnille, purkamiselle, hyödyntämiselle ja loppukäsittelylle turvallisella ja ympäristön kannalta kestäväällä tavalla (ESM) sekä sähkö- ja elektroniikkajätteen hyödyntämisen ja kierrätysasteen parantamiseksi kehityksmaissa.
Rec. ITU-T L.1041 (12/2025) Resource saving, e-waste reduction and energy saving system methodology using twisted single pair cable	Ehdottaa resurssitehokasta menetelmää uudelle kaapelijärjestelmälle, joka tarjoaa sekä sähkönsyöttö- että tiedonsiirtotoiminnot käyttäen ainoastaan yhtä kierrettyä johdinparia.
Rec. ITU-T L.1050 (01/2022) Methodology to identify key equipment for environmental impact and e-waste generation assessment of network architectures	Esittää tarvittavat vaatimukset verkkojen elinkaariarvioinneissa (LCA) käytettävien laitteistotyyppien tunnistamiseksi.
Rec. ITU-T L.1060 (07/2021) General principles for the green supply chain management of information and communication technology manufacturing industry	Tarjoaa tieto- ja viestintäteknologian valmistusteollisuuden vihreän toimitusketjun (GSC) hallinnan yleiset periaatteet sekä vaatimukset tuotteiden elinkaaren suunnittelulle, toteutukselle ja hallinnalle, suorituskyvyn arvioinnille, johdon katselmuksille ja jatkuvalle parantamiselle.
Rec. ITU-T L.1061 (03/2023) Circular public procurement of information and communication technologies	Tarjoaa joukon periaatteita, jotka muodostavat perustan ICT-laitteiden kiertotaloutta edistävälle julkisille hankinnoille tavoitteena maksimoida laitteiden käyttöikä, lisätä energiatehokkaiden laitteiden käyttöä, minimoida syntyvän sähkö- ja elektroniikkajätteen määrä sekä sen haitalliset vaikutukset ja parantaa kierrätettävyyttä, mikä osaltaan edistää kiertotalouden toteutumista.
Rec. ITU-T L.1070 (11/2023)	Tarjoaa yleiskatsauksen kestävyteen liittyvistä mahdollisuuksista, erityisesti ympäristöön liittyvistä

Global digital sustainable product passport opportunities to achieve a circular economy	näkökohdista, joita liittyy kaikille ICT-tuotteille yhteiseen tuotekohtaiseen digitaaliseen tietoon maailmanlaajuisen yhdenmukaistamisen näkökulmasta – Digital Product Passport.
Rec. ITU-T L.1071 (11/2024) A model for digital product passport information on sustainability and circularity	Tarjoaa rakenteen tietojen keräämiseksi siten, että tiedot on jäsennelty kuvaamaan tieto- ja viestintäteknologian (ICT) tuotteisiin sekä tuotteisiin liittyviin standardeihin liittyvää kiertotaloutta ja ympäristökestävyyttä koskevaa tietoa.
Rec. ITU-T L.1080 (07/2025) Assessment of material efficiency of information and communication technology network infrastructure goods – Server and data storage product availability of firmware and of security updates to firmware	Määrittelee, miten palvelintuotteiden ja verkkopohjaisten tiedontallennustuotteiden valmistajat saattavat uusimman saatavilla olevan laiteohjelmistoversion ja siihen liittyvät tietoturvapäivitykset saataville, kenelle nämä päivitykset tarjotaan sekä millaista osaamistasoa niiden asentaminen edellyttää.
Rec. ITU-T L.1206 (07/2025) Impact on information and communication technology equipment architecture of multiple AC, –48 VDC or up to 400 VDC power inputs	Määrittelee vaatimukset kolmen eri teholiitännän yhdistelmälle: A1-vaihtovirta (AC), A2 (-48 voltin tasavirta (VDC)) sekä P tai A3 (enintään 400 VDC), joita voidaan käyttää joko yksittäin tai yhdistelmänä kussakin tehonsyötön tuloliitännässä.
Rec. ITU-T L.1207 (05/2018) Progressive migration of a telecommunication/ information and communication technology site to 400 VDC sources and distribution	Määrittelee ratkaisuja tieto- ja viestintäteknologian (ICT) toimipaikkojen, kuten televiestintä- ja datakeskusten, asteittaiseen siirtymiseen enintään 400 voltin tasajännitejakeluun (400 VDC) sekä enintään 400 VDC:n tasajännitteeseen perustuvaan ICT-laitteiden suoraan sähkönsyöttöön 400 VDC -virtalähteistä.
Rec. ITU-T L.1210 (12/2025) Sustainable power-feeding solutions for 5G networks	Määrittelee sähkönsyöttöratkaisuja 5G-verkoille sekä yhdistetyille langattomille ja kiinteille liityntäverkkolaitteille ja -verkoille ottaen huomioon niiden korostuneet palvelujen saatavuuteen ja luotettavuuteen liittyvät vaatimukset, uudet käyttöönottoskenaariot sekä ehdotettujen ratkaisujen ympäristövaikutukset.
Rec. ITU-T L.1211 (12/2025) Smart controlling methods for photovoltaic system installed in base station site	Määrittelee tukiasema-alueelle asennetun aurinkosähköjärjestelmän älykkäät ohjausmenetelmät sekä ottaa huomioon tyypilliset käytännöt.
Rec. ITU-T L.1220 (08/2017)	Tunnistaa kiinteiden sähköenergian varastointijärjestelmien keskeiset tarpeet ja käyttökohteet

Innovative energy storage technology for stationary use – Part 1: Overview of energy storage	tieto- ja viestintäteknologian (ICT) toimipaikoissa, kuten varavoimaratkaisut erilaisissa sähköverkon laatutilanteissa sekä uusiutuvaan energiaan perustuvien järjestelmien syklinen käyttö.
Rec. ITU-T L.1221 (11/2018) Innovative energy storage technology for stationary use – Part 2: Battery	Sisältää keskeiset vaatimukset sellaisten innovatiivisten akkujen arvioimiseksi, jotka soveltuvat kiinteään käyttöön ICT-laitteiden sähkönsyöttöön televiestintätoimipaikoissa, aktiivisissa verkkoyksiköissä, datakeskuksissa tai asiakastiloissa, joissa käytetään standardoituja tehonsyöttörajoja: –48 V, enintään 400 VDC tai 12 V.
Rec. ITU-T L.1222 (05/2018) Innovative energy storage technology for stationary use – Part 3: Supercapacitor technology	Tarjoaa yleiskatsauksen saatavilla olevasta superkondensaattoriteknologiasta (SC) sekä yksityiskohtaiset tiedot superkondensaattorien ominaisuuksista (sähköiset, mekaaniset ja lämpöominaisuudet) ja niiden soveltuvuudesta televiestinnän ja tieto- ja viestintäteknologian (TLC/ICT) alueella.
Rec. ITU-T L.1310 (09/2024) Energy efficiency metrics and measurement methods for telecommunication equipment	Esittää televiestintäverkkoalaitteiden energiatehokkuusmittareiden ja mittausten menetelmien periaatteet ja käsitteet.
Rec. ITU-T L.1311 (07/2025) Energy efficiency measurement methodology and metrics for heterogeneous servers	Tarjoaa testausolosuhteet, mittarit sekä mittausprosessia koskevat vaatimukset yleiskäyttöisten ja heterogeenisten palvelimien energiatehokkuuden mittaamiseksi.
Rec. ITU-T L.1315 (05/2017) Standardization terms and trends in energy efficiency	Sisältää energiatehokkuuteen ja energianhallintaan liittyvän terminologian, periaatteet ja käsitteet.
Rec. ITU-T L.1316 (11/2019) Energy efficiency framework	Esittää olemassa oleviin ITU-T:n, ETSI:n ja ATIS:n standardeihin perustuvan viitekehyksen, joka kattaa energiatehokkuuden (EE) ja energianhallinnan eri osa-alueet.
Rec. ITU-T L.1318 (08/2022) Q factor: A fundamental metric expressing integrated circuit energy efficiency	Määrittelee integroitujen piirien energiatehokkuutta kuvaavan mittarin, Q-kertoimen (tunnetaan myös nimillä "quality factor" tai "Q"). Q-kerroin tarjoaa keskeisen keinon ilmaista energiatehokkuus tarkasti integroidun piirin (IC) tasolla.
Rec. ITU-T L.1320 (03/2014)	Tarjoaa televiestintätiloissa ja datakeskuksissa käytettävien sähkönsyöttölaitteiden ja jäähdytyslaitteiden

Energy efficiency metrics and measurement for power and cooling equipment for telecommunications and data centres	energiatehokkuusmittareiden ja mittausmenetelmien periaatteet ja käsitteet.
Rec. ITU-T L.1325 (12/2016) Green ICT solutions for telecom network facilities	Kuvaa televiestintäverkkojen laittiloihin tarkoitettuja Green ICT -ratkaisuja, joiden tavoitteena on parantaa koko televiestintäverkon energiatehokkuutta ja vähentää hiilidioksidipäästöjä.
Rec. ITU-T L.1326 (08/2023) Requirements and use cases of liquid cooling solutions and high energy efficiency solutions for 5G baseband units in centralized-RAN mode	Nestemäistä jäähdytystä ja erittäin energiatehokkaita ratkaisuja koskevat vaatimukset 5G:n Baseband Unit (BBU) -laitteille keskitetyn RAN-arkkitehtuurin (Centralized-RAN) toimintatilassa.
Rec. ITU-T L.1328 (09/2025) Specification for waste heat reuse in telecommunication rooms and data centres	Esittelee televiestintätiloissa ja datakeskuksissa syntyvän hukkalämmön uudelleenkäyttöön tarkoitettuja teknologioita.
Rec. ITU-T L.1330 (03/2015) Energy efficiency measurement and metrics for telecommunication networks	Määrittelee matkaviestinverkkojen energiatehokkuuden (EE) arvioinnissa tarvittavan topologian ja analyysitasen.
Rec. ITU-T L.1331 (01/2022) Assessment of mobile network energy efficiency	Tarjoaa ymmärryksen matkaviestinverkkojen energiatehokkuudesta ottaen huomioon verkkojen kehityksen eri ajanjaksoina.
Rec. ITU-T L.1332 (01/2018) Total network infrastructure energy efficiency metrics	Sisältää energiatehokkuusmittareiden perusmääritelmät ja mittausmenetelmät, joita tarvitaan koko verkon energiatehokkuuden arvioimiseksi.
Rec. ITU-T L.1333 (09/2022) Carbon data intensity for network energy performance monitoring	Määrittelee verkon hiilipäästöintensiteettiä kuvaavan KPI:n, joka keskittyy verkon energiankulutuksen suhteeseen dataliikenteeseen. Se sisältää KPI:n määritelmän sekä kuvaa KPI:n laskennan ja niiden suureiden mittausmenetelmät, joita tarvitaan KPI:n laskemiseksi.
Rec. ITU-T L.1340 (02/2014) Informative values on the energy efficiency of telecommunication equipment	Määrittelee joukon ohjearvoja televiestintäverkkolaitteille sekä kodeissa ja pienyritysten toimipaikoissa käytettäville pienille verkkolaitteille.
Rec. ITU-T L.1341 (12/2025)	Kuvaa älykkäisiin IoT-alustoihin liittyviä energiatehokkuushaasteita ja esittää toiminnallisia vaatimuksia niiden parantamiseksi.

Functional Requirements for Energy Efficiency in Intelligent Internet of Things Platforms	
Rec. ITU-T L.1350 (10/2016) Energy efficiency metrics of a base station site	Antaa energiatehokkuusmittareiden periaatteet ja käsitteet, joita käytetään tukiasemapaikan energiatehokkuuden arvioinnissa.
Rec. ITU-T L.1351 (08/2018) Energy efficiency measurement methodology for base station sites	Tarjoaa tukiasemapaikan energiatehokkuusparametrin mittauksen, SEE (Site Energy Efficiency).
Rec. ITU-T L.1361 (11/2018) Measurement method for energy efficiency of network functions virtualization	Määrittelee verkkojen virtualisointiin perustuvan toimintoympäristön (Network Functions Virtualization, NFV) toiminnallisten komponenttien energiatehokkuuden arvioinnissa käytettävät mittarit ja mittausten menetelmät.
Rec. ITU-T L.1362 (01/2024) Power management capabilities of the future energy telecommunication network nodes – Enhanced interface for power management in network function virtualization environments	Tarjoaa ETSI NFV -ympäristöissä toimimaan kykenevän green abstraction layer (GAL) -kerroksen kehittyneen version.
Rec. ITU-T L.1380 (11/2019) Smart energy solution for telecom sites	Tarjoaa yksityiskohtaiset tiedot aurinkoenergialla toimivista aurinkosähköjärjestelmistä (photovoltaic, PV).
Rec. ITU-T L.1382 (06/2020) Smart energy solution for telecommunication rooms	Sisältää älykkään energiaratkaisun televiestintätiloille sekä määrittelee suunnitteluvaatimukset televiestintätilojen sähkönsyöttö- ja varavoimajärjestelmille.
Rec. ITU-T L.1384 (08/2024) Implementation of a virtual micro power station at base station sites	Tarjoaa tekniset vaatimukset virtuaalisen mikrovoimalaitoksen integroidun järjestelmän suunnittelulle, joka perustuu toimipaikoilla sijaitsevien energianvarastointijärjestelmiä hyödyntävien tukiasemien käyttöön.
Rec. ITU-T L.1390 (08/2022) Energy saving technologies and best practices for 5G radio access network (RAN) equipment	Antaa parhaat käytännöt energiansäästöpotentiaaliin ja energiansäästöperiaatteisiin liittyvien 5G RAN -teknologioiden hyödyntämiseen 5G RAN -verkon energiankulutuksen vähentämiseksi.
Rec. ITU-T L.1391 (01/2024) Specification of IMT-2020 network sharing and co-construction adapting to climate change mitigation	Kuvaa IMT-2020 (viidennen sukupolven 5G) -verkkojen verkkojen yhteiskäytön ja yhteisrakentamisen (Network Sharing and Co-Construction, NSCC) konseptin sekä sen vaikutuksen ilmastomuutoksen hillintään. Sisältää kustannus-hyötyanalyysin IMT-2020 NSCC -ratkaisulle.

Rec. ITU-T L.1395 (07/2025) Monitoring and control interface for power, cooling and building environment systems in telecommunication networks – Generic interface	Kuvaa televiestintäkeskusten ja liityntäverkkokohteiden infrastruktuuriympäristöjen, kuten sähkönsyöttö-, jäähdytys- ja rakennusympäristöjärjestelmien, valvontaa ja hallintaa. Lisäksi tarkastellaan televiestintäkohteissa, datakeskuksissa tai asiakastiloissa sijaitsevien ICT-laitteiden energian ja ympäristön parametrien eli sähkö-, energia- ja ympäristöparametrien (Power Energy Environmental, PEE) seurantaa.
Rec. ITU-T L.1396 (10/2025) Monitoring and control interface for power, cooling and building environment systems in telecommunication networks - Information and communication technology equipment power, energy and environmental parameters monitoring information model	Määrittelee tieto- ja viestintäteknologian (ICT) laitteiden tehon, energian ja ympäristöparametrien mittauksen ja seurannan televiestintäympäristöissä, datakeskuksissa tai asiakkaan tiloissa.
Rec. ITU-T L.1397 (10/2025) Monitoring and control interface for power, cooling and building environment systems in telecommunication networks – Battery system with integrated control and monitoring information model	Tarjoaa akunhallintajärjestelmän valvonnan ja ohjauksen, jossa määritellään erillinen valvonta- ja ohjausjärjestelmä (CU).
Rec. ITU-T L.1400 (03/2023) Overview and general principles of methodologies for assessing the environmental impact of information and communication technologies	Tarjoaa yleiskatsauksen tieto- ja viestintäteknologian (ICT) ympäristövaikutusten arvioinnissa käytettävistä menetelmistä sekä niiden yleisistä periaatteista.
Rec. ITU-T L.1410 (11/2024) Methodology for environmental life cycle assessments of information and communication technology goods, networks and services	Tarjoaa menetelmän ICT-tuotteille, -verkoille ja -palveluille. Lisäksi elinkaariarviointia (LCA) käytetään vertailuanalyysinä suhteessa viitetuotejärjestelmään ja/tai toiseen ICT-tuotteeseen, -verkkoon tai -palveluun.
Rec. ITU-T L.1420 (02/2012) Methodology for energy consumption and greenhouse gas emissions impact assessment of information and	Tarjoaa menetelmän tieto- ja viestintäteknologioiden (ICT) energiankulutuksen ja kasvihuonekaasuvaikutusten arviointiin organisaatioissa. Menetelmää voidaan käyttää kahdella tavalla. Sitä voidaan käyttää arvioimaan ICT:n käytöstä muissa kuin ICT-organisaatioissa aiheutuvia

communication technologies in organizations	elinkaaren aikaisia kasvihuonekaasupäästöjä (ensimmäisen ja toisen asteen vaikutukset). Toiseksi sitä voidaan käyttää täydentämään GHG Protocol -menetelmää ICT-organisaatioissa, jotka haluavat arvioida oman organisaationsa energiankulutukseen liittyviä kasvihuonekaasuvaikutuksia.
Rec. ITU-T L.1430 (12/2013) Methodology for assessment of the environmental impact of information and communication technology greenhouse gas and energy projects	Tarjoaa hanketason menetelmän (ei tuotteen elinkaariarviointia, LCA) tieto- ja viestintäteknologian (ICT) kasvihuonekaasupäästöjä koskevien hankkeiden ja ICT-energiaprojektien ympäristövaikutusten kvantifiointiin, seurantaan ja raportointiin; mukaan lukien kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen / poistumien lisääminen sekä energiankulutuksen vähentäminen ja energiantuotannon sekä energian varastoinnin tehostaminen.
Rec. ITU-T L.1440 (10/2015) Methodology for environmental impact assessment of information and communication technologies at city level	Tarjoaa ohjeistusta ICT:hen liittyvien kasvihuonekaasupäästöjen ja energiankulutuksen arviointiin kaupunkitasolla. Osa I käsittelee ICT-tuotteiden ja -verkkojen käytöstä aiheutuvia ensimmäisen asteen vaikutuksia kaupungin organisaatioissa ja kotitalouksissa. Osa II käsittelee kaupungeissa toteutettaviin ICT-hankkeisiin ja -palveluihin liittyviä ensimmäisen ja toisen asteen vaikutuksia.
Rec. ITU-T L.1450 (12/2025) Methodologies for the assessment of the environmental impact of the information and communication technology sector	Tarjoaa menetelmät ICT-alan ympäristövaikutusten arviointiin toimialatasolla, mukaan lukien alan tuleva kehitys. Kaksi pääasiallista menetelmää ovat: menetelmä tieto- ja viestintäteknologia-alan (ICT) ympäristöjalanjäljen laskemiseksi elinkaaren aikaisten ympäristövaikutusten, mukaan lukien kasvihuonekaasupäästöt (GHG), osalta sekä menetelmä ICT-alan kasvihuonekaasupäästöbudjetin määrittämiseksi ottaen huomioon 2 °C:n tai sitä alhaisemman kehityspolun.
Rec. ITU-T L.1451 (11/2019) Methodology for assessing the aggregated positive sector-level impacts of ICT in other sectors	Arvioi tieto- ja viestintäteknologioiden (ICT) ympäristö- ja talousvaikutuksia toimialatasolla. Tässä laskennallista yleisen tasapainon mallia (Computable General Equilibrium, CGE) käytetään mahdollisena menetelmänä.
Rec. ITU-T L.1460 (08/2018) Connect 2020 greenhouse gases emissions – Guidelines	Tarjoaa ohjeita Connect 2020 -aloitteessa asetetun kasvihuonekaasupäästöjen (GHG) koskevan tavoitteen saavuttamiseksi.

Rec. ITU-T L.1470 (01/2020) Greenhouse gas emissions trajectories for the information and communication technology sector compatible with the UNFCCC Paris Agreement	Tarjoaa yksityiskohtaiset kasvihuonekaasupäästöjen (GHG) kehityspolut maailmanlaajuiselle tieto- ja viestintäteknologia-alalle (ICT) ja sen osa-alueille.
Rec. ITU-T L.1471 (08/2023) Guidance and criteria for information and communication technology organizations on setting Net Zero targets and strategies	Tarjoaa ICT-organisaatioille ohjeita ja kriteerejä Net Zero -tavoitteiden ja -strategioiden asettamiseen keskeisten Net Zero -aloitteiden esittämien lähestymistapojen pohjalta.
Rec. ITU-T L.1480 (07/2025) Enabling the Net Zero transition: Assessing how the use of information and communication technology solutions impacts greenhouse gas emissions of other sectors	Tarjoaa menetelmän sen arvioimiseksi, miten ICT-ratkaisun käyttö vaikuttaa muiden toimialojen kasvihuonekaasupäästöihin. Tämä menetelmä antaa ohjeistusta ICT-ratkaisujen käytön arviointiin kattaen nettomääräisen toisen asteen vaikutuksen.
Rec. ITU-T L.1481 (12/2022) Guidance on how to address the Connect 2030 targets on net greenhouse gas abatement	Tarjoaa ohjeita Connect 2030 -kestävyyttä koskevan tavoitteen 3.4 saavuttamiseksi, jonka mukaan: "Vuoteen 2023 mennessä televiestinnän/ICT:n mahdollistamien kasvihuonekaasupäästövähennysten nettomäärän tulisi olla kasvanut 30 % vuoden 2015 lähtötasoon verrattuna."
Rec. ITU-T L.1490 (08/2024) Framework and functional requirements of a greenhouse gas emissions management system using digital technology for the public sector	Kuvaa kasvihuonekaasupäästöjen hallintajärjestelmän (GHGEMS) suunnitteluperiaatteet, viitekehyksen ja toiminnalliset vaatimukset. Järjestelmä soveltuu kasvihuonekaasupäästöjen hallintajärjestelmän suunnitteluun julkisella sektorilla.
Rec. ITU-T L.1491 (09/2025) Measurement methodology and best practices for decarbonization of industrial parks in support of net zero	Selittää, kuinka edistynyttä tieto- ja viestintäteknologiaa (ICT) voidaan hyödyntää teollisuuspuistojen tukemisessa nettonollatason arvioinnissa ja nettonollatavoitteen saavuttamisessa.
Rec. ITU-T L.1500 (06/2014) Framework for information and communication technologies and adaptation to the effects of climate change	Kuvaa viitekehyksen tieto- ja viestintäteknologioiden (ICT) hyödyntämiseksi ilmastonmuutoksen vaikutuksiin sopeutumisessa.
Rec. ITU-T L.1501 (12/2014) Best practices on how countries can utilize ICTs to adapt to the effects of climate change	Tarjoaa parhaita käytäntöjä ja niitä koskevan viitekehyksen, joiden avulla maat voivat integroida tieto- ja viestintäteknologiat (ICT) osaksi kansallisia ilmastonmuutokseen sopeutumisen strategioitaan.

Rec. ITU-T L.1502 (11/2015) Adapting information and communication technology infrastructure to the effects of climate change	Tarjoaa joukon vaatimuksia, jotka ovat hyödyllisiä suunniteltaessa tai päivitettäessä ICT-infrastruktuuria ilmastomuutoksen vaikutuksiin sopeutumiseksi.
Rec. ITU-T L.1506 (01/2018) Framework of climate change risk assessment for telecommunication and electrical facilities	Kuvaa viitekehyksen televiestintä- ja sähköjärjestelmiin kohdistuvien ilmastomuutosriskien arvioimiseksi.
Rec. ITU-T L.1507 (07/2019) Use of ICT sites to support environmental sensing	Keskittyy ympäristötiedon keräämiseen hyödyntämällä ICT-kohteita ja -infrastruktuuria. Kuvaa nykyiset haasteet yksityiskohtaisessa tiedonkeruussa, tiedonkeruujärjestelmän arkkitehtuurin sekä vaatimukset niiden asentamiselle ICT-kohteisiin.
Rec. ITU-T L.1510 (10/2025) Environmental key performance indicators for digital infrastructure adapting to climate change	Määrittelee keskeiset suorituskykyindikaattorit (KPI:t) digitaalisten infrastruktuurien ympäristövaikutusten arviointiin sekä kuusi digitaalisen infrastruktuurin mittariluokkaa KPI-laskentaa ja raportointia varten, mahdollistaen yhdenmukaistetun, läpinäkyvän ja vertailukelpoisen kestävyden arvioinnin koko toimialalla.
Rec. ITU-T Y.4900/L.1600 (06/2016) Overview of key performance indicators in smart sustainable cities	Tarjoaa yleiskatsauksen älykkäiden kestävien kaupunkien (Smart Sustainable Cities, SSC) yhteydessä käytettäviin tieto- ja viestintäteknologian (ICT) käyttöönottoon ja käyttöön liittyviin keskeisiin suorituskykyindikaattoreihin (KPI).
Rec. ITU-T Y.4901/L.1601 (06/2016) Key performance indicators related to the use of information and communication technology in smart sustainable cities	Tarjoaa älykkäiden kestävien kaupunkien (Smart Sustainable Cities, SSC) yhteydessä tieto- ja viestintäteknologioiden (ICT) käyttöönottoon ja käyttöön liittyvät keskeiset suorituskykyindikaattorit (KPI:t).
Rec. ITU-T Y.4902/L.1602 (06/2016) Key performance indicators related to the sustainability impacts of information and communication technology in smart sustainable cities	Antaa yleistä ohjeistusta kaupungeille sekä määrittelee tieto- ja viestintäteknologian (ICT) kestävyteen kohdistuviin vaikutuksiin liittyvät keskeiset suorituskykyindikaattorit (KPI) älykkäiden kestävien kaupunkien (Smart Sustainable Cities, SSC) kontekstissa.
Rec. ITU-T L.1700 (06/2016) Requirements and framework for low-cost sustainable telecommunications	Tunnistaa teknologiariippumattomat yleiset vaatimukset kohtuuhintaiselle kaupunki-maaseutu-laajakaistan runkoverkkoinfrastruktuurille, jonka tarkoituksena on yhdistää maaseutualueet, syrjäiset alueet ja harvaan asutut

infrastructure for rural communications in developing countries alueet kehitysmaissa, ottaen huomioon ratkaisujen kohtuuhintaisuuden, luotettavuuden, joustavuuden ja skaalautuvuuden.

Lähteet

VISIIRI.



Co-funded by
the European Union

Lähteet

(3GPP, 2024)	3rd Generation Partnership Project, "Energy Efficiency in 3GPP technologies", Sophia Antipolis, July 2024, updated April 2025, https://www.3gpp.org/technologies/ee-article
(BEREC, 2022)	BEREC, "BEREC Report on Sustainability: Assessing BEREC's contribution to limiting the impact of the digital sector on the environment", 9 June 2022, BoR (22) 93, https://www.berec.europa.eu/system/files/2022-07/10282-berec-report-on-sustainability-assessing_0_3.pdf
(BEREC, 2023a)	BEREC, "BEREC Report on the impact of Artificial Intelligence (AI) solutions in the telecommunications sector on regulation", 8 June 2023, BoR (23) 93, https://www.berec.europa.eu/en/document-categories/berec/reports/berec-report-on-the-impact-of-artificial-intelligence-ai-solutions-in-the-telecommunications-sector-on-regulation
(BEREC, 2023b)	BEREC, "BEREC Report on the outcome of the public consultation on the Draft BEREC Report on Sustainability Indicators for Electronic Communications Networks and Services", 5 October 2023, BoR (23) 165, https://www.berec.europa.eu/en/all-documents/berec/reports
(BEREC, 2023c)	BEREC, "BEREC Report on Sustainability Indicators for Electronic Communications Networks and Services", 5 October 2023, BoR (23) 166, https://www.berec.europa.eu/en/document-categories/berec/reports/berec-report-on-sustainability-indicators-for-electronic-communications-networks-and-services
(BEREC, 2024a)	BEREC, "BEREC Report on the outcome of the public consultation on the draft BEREC Report on ICT sustainability for end-users", 6 June 2024, BoR (24) 81, https://www.berec.europa.eu/en/document-categories/berec/reports/berec-report-on-the-outcome-of-the-public-consultation-on-the-draft-berec-report-on-ict-sustainability-for-end-users?language_content_entity=en
(BEREC, 2024b)	BEREC, "BEREC Report on ICT sustainability for end-users: Empowering end-users through environmental transparency on digital products", 6 June 2024, BoR (24) 82, https://www.berec.europa.eu/system/files/2024-06/BoR%20%2824%29%2082%20BEREC%20Report%20on%20ICT%20sustainability%20for%20end-users.pdf
(BEREC, 2024c)	BEREC, "Summary Report on BEREC internal workshop 'Telecom regulators' role in the development and implementation of sustainability indicators in the ICT sector", 5 December 2024, BoR (24) 167, https://www.berec.europa.eu/en/all-documents/berec/reports

(BEREC, 2024d)	BEREC, "Draft Report on Infrastructure Sharing as a lever for ECN/ECS Environmental Sustainability", 5 December 2024, BoR (24) 186, https://www.berec.europa.eu/en/all-documents/berec/reports/draft-report-on-infrastructure-sharing-as-a-lever-for-ecnecs-environmental-sustainability
(BEREC, 2024e)	BEREC, "BEREC Report on Connectivity Indicators for the Digital Decade Policy Programme", 5 December 2024, BoR (24) 187, https://www.berec.europa.eu/en/all-documents/berec/reports
(Brundtland, 1987)	G. Brundtland, Our Common Future. Oxford, U.K.: Oxford University Press, 1987. http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf
(Council of the European Union, n.d.)	Council of the European Union, "The ordinary legislative procedure", Brussels, https://www.consilium.europa.eu/en/council-eu/decision-making/ordinary-legislative-procedure/
(EC, 2002)	European Commission. (2002). Communication from the Commission: The operating framework for the European Regulatory Agencies (COM(2002) 718 final). https://ec.europa.eu/governance/docs/comm_agence_en.pdf
(EC, 2011)	European Commission. (2011, October 25). Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: A renewed EU strategy 2011–14 for corporate social responsibility (COM(2011) 681 final). https://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009_2014/documents/com/com_com(2011)0681/com_com(2011)0681_en.pdf
(EC, 2019a)	European Commission, "The European Green Deal", Brussels, 11 December 2019, COM(2019) 640 final, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2019:640:FIN
(EC, 2019b)	European Commission. (2019). Commission Regulation (EU) 2019/424 of 15 March 2019 laying down eco-design requirements for servers and data storage products pursuant to Directive 2009/125/EC and amending Commission Regulation (EU) No 617/2013. Official Journal of the European Union, L 74, 46–66. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:32019R0424
(EC, 2019c)	European Commission, "Commission Delegated Regulation (EU) 2019/815 of 17 December 2018 supplementing Directive 2004/109/EC of the European Parliament and of the Council with regard to regulatory technical standards on the specification of a single electronic reporting format", Brussels, Official Journal of the European Union, L 143 https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:32019R0815
(EC, 2022)	European Commission. (2022). Commission Delegated Regulation (EU) 2022/1288 of 6 April 2022 supplementing Regulation (EU) 2019/2088 with regard to regulatory technical standards specifying the details of the content and presentation of sustainability-related information. Official Journal of the European

	Union, L 196, 1–72. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:32022R1288
(EC, 2023a)	European Commission. (2023). Commission Delegated Regulation (EU) 2023/1669 of 16 June 2023 supplementing Regulation (EU) 2017/1369 with regard to the energy labelling of smartphones and slate tablets. Official Journal of the European Union, L 214, 9–46. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:32023R1669
(EC, 2023b)	European Commission. (2023). Commission Regulation (EU) 2023/1670 of 16 June 2023 laying down eco-design requirements for smartphones, mobile phones other than smartphones, cordless phones and slate tablets pursuant to Directive 2009/125/EC and amending Commission Regulation (EU) 2023/826. Official Journal of the European Union, L 214, 47–93. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:32023R1670
(EC, 2023c)	European Commission. (2023). Commission Delegated Regulation (EU) 2023/2772 of 31 July 2023 supplementing Directive 2013/34/EU as regards sustainability reporting standards. Official Journal of the European Union, L, 2023/2772. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=OJ:L_202302772
(EC, 2025)	European Commission. (2025, February 26). Proposal for a directive of the European Parliament and of the Council amending Directives 2006/43/EC, 2013/34/EU, (EU) 2022/2464 and (EU) 2024/1760 as regards certain corporate sustainability reporting and due diligence requirements (COM(2025) 81 final; 2025/0045(COD)). https://commission.europa.eu/document/download/892fa84e-d027-439b-8527-72669cc42844_en?filename=COM_2025_81_EN.pdf
(EC, 2026)	European Commission. (2026). Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on digital networks, amending Regulation (EU) 2015/2120, Directive 2002/58/EC and Decision No 676/2002/EC (COM(2026) 16 final). https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/proposal-regulation-digital-networks-act-dna
(EC, n.d.-a)	European Commission, "Adopting EU law", Brussels, https://commission.europa.eu/law/law-making-process/adopting-eu-law_en
(EC, n.d.-b)	European Commission, "Implementing and delegated acts", Brussels, https://commission.europa.eu/law/law-making-process/adopting-eu-law/implementing-and-delegated-acts_en
(Elkington, 1997)	J. Elkington, Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business, 1997. https://johnelkington.com/archive/TBL-elkington-chapter.pdf
(ETSI, n.d.)	European Telecommunications Standards Institute, "TC EE", Sophia Antipolis, https://www.etsi.org/technical-groups/ee/

(EU, 2003)	European Parliament and Council of the European Union. (2003). Directive 2003/87/EC of 13 October 2003 establishing a scheme for greenhouse gas emission allowance trading within the Community and amending Council Directive 96/61/EC. Official Journal of the European Union, L 275, 32–46. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:02003L0087-20240301
(EU, 2006)	European Parliament and Council of the European Union. (2006). Regulation (EC) No 1907/2006 of 18 December 2006 concerning the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH), establishing a European Chemicals Agency. Official Journal of the European Union, L 396, 1–849. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:02006R1907-20251023
(EU, 2009)	European Parliament and Council of the European Union. (2009). Directive 2009/125/EC of 21 October 2009 establishing a framework for the setting of eco-design requirements for energy-related products (recast). Official Journal of the European Union, L 285, 10–35. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:32009L0125
(EU, 2011)	European Parliament and Council of the European Union. (2011). Directive 2011/65/EU of 8 June 2011 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment (recast). Official Journal of the European Union, L 174, 88–110. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:32011L0065
(EU, 2012)	European Parliament and Council of the European Union. (2012). Directive 2012/19/EU of 4 July 2012 on waste electrical and electronic equipment (WEEE). Official Journal of the European Union, L 197, 38–71. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:32012L0019
(EU, 2014)	European Parliament and Council of the European Union. (2014). Directive 2014/95/EU of 22 October 2014 amending Directive 2013/34/EU as regards disclosure of non-financial and diversity information by certain large undertakings and groups. Official Journal of the European Union, L 330, 1–9. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:32014L0095
(EU, 2017)	European Parliament and Council of the European Union. (2017). Regulation (EU) 2017/1369 of 4 July 2017 setting a framework for energy labelling and repealing Directive 2010/30/EU. Official Journal of the European Union, L 198, 1–23. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:32017R1369
(EU, 2018a)	European Parliament and Council of the European Union. (2018). Directive (EU) 2018/2001 of 11 December 2018 on the promotion of the use of energy from

	renewable sources (recast). Official Journal of the European Union, L 328, 82–209. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:32018L2001
(EU, 2018b)	European Parliament and Council of the European Union. (2018). Directive (EU) 2018/1972 of 11 December 2018 establishing the European Electronic Communications Code (recast). Official Journal of the European Union, L 321, 36–214. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:32018L1972
(EU, 2019a)	European Parliament and Council of the European Union. (2019). Regulation (EU) 2019/2088 of 27 November 2019 on sustainability-related disclosures in the financial services sector. Official Journal of the European Union, L 317, 1–16. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:32019R2088
(EU, 2019b)	European Parliament and Council of the European Union. (2019). Regulation (EU) 2019/1020 of 20 June 2019 on market surveillance and compliance of products and amending Directive 2004/42/EC and Regulations (EC) No 765/2008 and (EU) No 305/2011. Official Journal of the European Union, L 169, 1–44. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:32019R1020
(EU, 2020)	European Parliament and Council of the European Union. (2020). Regulation (EU) 2020/852 of 18 June 2020 on the establishment of a framework to facilitate sustainable investment and amending Regulation (EU) 2019/2088. Official Journal of the European Union, L 198, 13–43. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:32020R0852
(EU, 2021)	European Parliament and Council of the European Union. (2021). Regulation (EU) 2021/1119 of 30 June 2021 establishing the framework for achieving climate neutrality and amending Regulations (EC) No 401/2009 and (EU) 2018/1999 ("European Climate Law"). Official Journal of the European Union, L 243, 1–17. https://climate.ec.europa.eu/areas-action/european-climate-law_en
(EU, 2022)	European Parliament and Council of the European Union. (2022). Directive (EU) 2022/2464 of 14 December 2022 amending Regulation (EU) No 537/2014, Directive 2004/109/EC, Directive 2006/43/EC and Directive 2013/34/EU as regards corporate sustainability reporting. Official Journal of the European Union, L 322, 15–80. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:32022L2464
(EU, 2023a)	European Parliament and Council of the European Union. (2023). Directive (EU) 2023/1791 of 13 September 2023 on energy efficiency and amending Regulation (EU) 2023/955 (recast). Official Journal of the European Union, L 231, 1–111. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:32023L1791
(EU, 2023b)	European Parliament and Council of the European Union. (2023). Directive (EU) 2023/2413 of 18 October 2023 amending Directive (EU) 2018/2001, Regulation

	(EU) 2018/1999 and Directive 98/70/EC as regards the promotion of energy from renewable sources, and repealing Council Directive (EU) 2015/652. Official Journal of the European Union, L, 2023/2413. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=OJ:L_202302413
(EU, 2023c)	European Parliament and Council of the European Union. (2023). Regulation (EU) 2023/1542 of 12 July 2023 concerning batteries and waste batteries, amending Directive 2008/98/EC and Regulation (EU) 2019/1020 and repealing Directive 2006/66/EC. Official Journal of the European Union, L 191, 1–117. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:02023R1542-20250731
(EU, 2024a)	European Parliament and Council of the European Union. (2024). Directive (EU) 2024/1760 of 13 June 2024 on corporate sustainability due diligence and amending Directive (EU) 2019/1937 and Regulation (EU) 2023/2859. Official Journal of the European Union, L, 2024/1760. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=OJ:L_202401760
(EU, 2024b)	European Parliament and Council of the European Union. (2024). Directive (EU) 2024/825 of 28 February 2024 amending Directives 2005/29/EC and 2011/83/EU as regards empowering consumers for the green transition through better protection against unfair practices and through better information. Official Journal of the European Union, L, 2024/825. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=OJ:L_202400825
(EU, 2024c)	European Parliament and Council of the European Union. (2024). Regulation (EU) 2024/1252 of 11 April 2024 establishing a framework for ensuring a secure and sustainable supply of critical raw materials and amending Regulations (EU) No 168/2013, (EU) 2018/858, (EU) 2018/1724 and (EU) 2019/1020. Official Journal of the European Union, L, 2024/1252. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=OJ:L_202401252
(EU, 2024d)	European Parliament and Council of the European Union. (2024). Regulation (EU) 2024/1735 of 13 June 2024 on establishing a framework of measures for strengthening Europe's net-zero technology manufacturing ecosystem and amending Regulation (EU) 2018/1724. Official Journal of the European Union, L, 2024/1735. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=OJ:L_202401735
(EU, 2024e)	European Parliament and Council of the European Union. (2024). Directive (EU) 2024/1799 of 13 June 2024 on common rules promoting the repair of goods and amending Regulation (EU) 2017/2394 and Directives (EU) 2019/771 and (EU) 2020/1828. Official Journal of the European Union, L, 2024/1799. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=OJ:L_202401799

(European Parliament, n.d.)	European Parliament, "Overview: Ordinary legislative procedure", Brussels, https://www.europarl.europa.eu/olp/en/ordinary-legislative-procedure/overview
(Fagbemi et al., 2025)	The evolution of ESG and sustainability reporting: A review of standards, challenges, and impacts on corporate transparency. Journal of Economics, Business, and Commerce, 2(2), 297–305. https://doi.org/10.69739/jebc.v2i2.1239
(GSMA, 2023)	GSMA, "Mobile Net Zero: State of the Industry on Climate Action 2023," 2023. https://www.gsma.com/solutions-and-impact/connectivity-for-good/external-affairs/wp-content/uploads/2023/02/Mobile-Net-Zero-%E2%80%93-State-of-the-Industry-on-Climate-Action-2023.pdf
(Hexa-X-II, 2023)	Hexa-X-II, Environmental, Social and Economic Drivers and Goals for 6G, 2022. https://hexa-x-ii.eu/wp-content/uploads/2023/07/Hexa-X-II_D1.1_final-website.pdf
(IEA, 2025)	IEA, Data Centre Energy Use: Critical Review of Models and Results, 2025. https://www.iea-4e.org/wp-content/uploads/2025/05/Data-Centre-Energy-Use-Critical-Review-of-Models-and-Results.pdf
(ISO, 2019)	International Organization for Standardization. (2019). Guidelines for addressing sustainability in standards (ISO Guide 82:2019). https://www.iso.org/standard/76561.html
(ISO, n.d.)	International Organization for Standardization, "Environmental sustainability", Geneva, https://www.iso.org/sectors/environment
(ITU and WBA, 2025)	ITU and WBA, "Greening Digital Companies 2025: Monitoring Emissions and Climate Commitments", Geneva, Switzerland, and Amsterdam, Netherlands: International Telecommunication Union (ITU) and World Benchmarking Alliance (WBA), 2025 https://www.itu.int/en/ITU-D/Environment/Documents/Publications/2025/ITU-WBA-Greening-Digital-Companies-2025.pdf
(ITU, n.d.-a)	International Telecommunication Union, "About Study Group 5: Environment, climate action, circular economy and electromagnetic fields", Geneva, https://www.itu.int/en/ITU-T/about/groups/2025-2028/Pages/sq05.aspx
(ITU, n.d.-b)	International Telecommunication Union, "The ITU ICT SDG indicators", Geneva, https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/SDGs-ITU-ICT-indicators.aspx
(JRC, 2024)	European Commission: Joint Research Centre, Baldini, G., Cerutti, I. and Chountala, C., "Identifying common indicators for measuring the environmental footprint of electronic communications networks (ECNs) for the provision of electronic communications services (ECSs)", Luxembourg, Publications Office of the European Union, 2024, JRC136475, EUR 31871 EN, https://data.europa.eu/doi/10.2760/093662

(JRC, 2025)	European Commission: Joint Research Centre, Bjørn, A., Paulillo, A., Sanyé-Mengual, E., De Laurentiis, V., Vea, E., Hauschild, M. Z. and Sala, S., "Guidance for applying absolute environmental sustainability assessment on activities at different scales (BETA version)", Luxembourg, Publications Office of the European Union, 2025, JRC142099, EUR 40307, https://data.europa.eu/doi/10.2760/7677803
(JRC, 2026)	European Commission: Joint Research Centre, Baldini, G. and Cerutti, I., "EU Code of Conduct for the sustainability of telecommunications networks", Luxembourg, Publications Office of the European Union, 2026, JRC144975, EUR 40616, https://data.europa.eu/doi/10.2760/5501193
(Khan et al., 2024)	Khan, K. I., Mahmood, S., & Khalid, A. (2024). Transforming the manufacturing sector: Bibliometric insight on ESG performance for the green revolution. Discover Sustainability, 5(1), 1–20. https://doi.org/10.1007/s43621-024-00547-1
(LVM, 2021)	Liikenne- ja viestintäministeriö. ICT-alan ilmasto- ja ympäristöstrategia. 2021. https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-587-3
(NGA, 2023)	ATIS Next G Alliance, Sustainable 6G Connectivity: A Powerful Means of Doing Good, Washington, DC, 2023. https://nextgalliance.org/white_papers/sustainable-6gconnectivity-a-powerful-means-ofdoing-good/
(RSPG, 2023a)	Radio Spectrum Policy Group, "Mobile technology evolution – experiences and strategies", Brussels, 15 February 2023, RSPG23-010 FINAL, https://radio-spectrum-policy-group.ec.europa.eu/system/files/2023-03/RSPG23-010final-RSPG_Report_on_Mobile_technology_evolution_%28with%20annexes%29.pdf
(RSPG, 2023b)	Radio Spectrum Policy Group, "Report on the role of radio spectrum policy to help combat climate change", Brussels, 25 October 2023, RSPG23-038 FINAL, https://radio-spectrum-policy-group.ec.europa.eu/document/download/6ca7b0dc-e9c6-4757-9949-14f94689aa71_en?filename=RSPG23-038final-RSPG_Report_on_Climate_Change.pdf
(RSPG, 2025)	Radio Spectrum Policy Group, "6G Strategic vision", Brussels, 12 February 2025, RSPG25-006 FINAL, https://radio-spectrum-policy-group.ec.europa.eu/document/download/89457260-ab6b-495a-9a10-437711cbe831_en?filename=RSPG25-006final-RSPG_Report_on_6G_strategic_vision.pdf
(RSPG, 2026)	Radio Spectrum Policy Group, "Draft RSPG Opinion on a 6G spectrum roadmap", Brussels, 11 February 2026, RSPG26-004 FINAL, https://radio-spectrum-policy-group.ec.europa.eu/document/download/75f0d0e2-9c82-469c-859d-0f48eedf082c_en?filename=RSPG26-004final-DRAFT-RSPG_Opinion_6G_Spectrum_Roadmap_PC.pdf
(UN, 2015)	United Nations, Department of Economic and Social Affairs, "Sustainable Development Goals", New York, September 2015, https://sdgs.un.org/goals

(UNFCCC, 2019)	UNFCCC, "The Paris Agreement," https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement
(World Bank Group, 2024)	World Bank Group, <i>Measuring the Emissions and Energy Footprint of the ICT Sector: Implications for Climate Action</i> , in Other Environmental Study. Washington, D.C.: The World Bank, 2024. https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/a8feecdd-5f79-412a-834f-6f45903e18a5
(Zervoudi et al., 2025)	From the Corporate Social Responsibility (CSR) and the Environmental, Social and Governance (ESG) Criteria to the Greenwashing Phenomenon: A Comprehensive Literature Review About the Causes, Consequences and Solutions of the Phenomenon with Specific Case Studies. Sustainability, 17(5). https://doi.org/10.3390/su17052222

VISIIRI – Vihreän siirtymän ICT-ekosysteemi

Green ICT -hanke VISIIRI luo kokonaiskuvan Suomen ICT-alan vaikutuksista ilmastoon ja ympäristöön. Hanke tukee ICT-alan vihreää siirtymää yhdistämällä alan toimijat valtakunnalliseen ekosysteemiin, joka mahdollistaa parhaiden käytäntöjen jakamisen ja suomalaisen teollisuuden ja akateemisten toimijoiden kohtaamisen.

Hanke kehittää menetelmiä ICT-alan ympäristövaikutusten mittaamiseen ja tuottaa ympäristötietoisuutta lisääviä koulutusmateriaaleja yritysten käyttöön. Ympäristötietoisuuden lisääminen pienentää ICT-alan hiilijalanjälkeä, ja samaan aikaan kädenjälki suurenee. Samalla vihreä bisnes luo Suomeen edelläkävijyyttä, joka avaa mahdollisuuksia kansainvälisillä markkinoilla.

Hankeaika

01.04.2024–31.05.2026

Lisätietoja

tieke.fi/green-ict-visiiri