

# Kestävyys matkaviestinnässä

Marja Matinmikko-Blue,  
TkT, FT, tutkimusjohtaja  
Oulun yliopisto



**Euroopan unionin  
osarahoittama**



**Elinvoimakeskus**



Kestävyyšnäkökulmat ja keskeiset indikaattorit  
matkaviestinnässä

Matkaviestinnän ekosysteemi ja  
kestävyystoimenpiteet - kuka vaatii ja mitä?

Tulevaisuuden suunta / arvopohjainen kestävä 6G  
kehitys - missä mennään?

**VISIIRI.**



Euroopan unionin  
osarahoittama



**Elinvoimakus**





# Kestävyyssnäkökulmat ja keskeiset indikaattorit matkaviestinnässä

Matkaviestinnän ekosysteemi ja  
kestävyystoimenpiteet - kuka vaatii ja mitä?

Tulevaisuuden suunta / arvopohjainen kestävä 6G  
kehitys - missä mennään?

**VISIIRI.**



Euroopan unionin  
osarahoittama



**Elinvoimakus**





# Matkaviestinnän kestävyysnäkökulmia

## Kädenjälkivaikutus:

- **Kestävyysmurroksen mahdollistaja**  
Kaksoissiirtymän tavoitteena on yhteiskunnan eri sektoreiden digitalisointi kestävyysparannusten saavuttamiseksi.

## Jalanjälkivaikutus:

- **Oma kestävyyskuormitus**  
Matkaviestinnän omat kestävyysvaikutukset ympäristöön ja ihmisiin ovat merkittäviä mm. energiankulutuksen, elektroniikkajätteen, ja sosiaalisen kuormituksen kautta.

**Matkaviestinjärjestelmät ja niiden käyttö voivat vaikuttaa ihmisiin, ympäristöön ja talouteen** positiivisesti tai negatiivisesti, lyhyellä tai pitkällä tähtäimellä, tarkoituksellisesti tai tarkoittamatta, palautuvasti tai palautumattomasti.

➤ Tavoite on yhtä aikaa minimoida negatiiviset ja maksimoida positiiviset ympäristö-, taloudellisen ja sosiaalisen kestävyysvaikutukset.

# Matkaviestinnän kestävyysnäkökulmia

## YMPÄRISTÖKESTÄVYYS

- Hiilidioksidipäästöt ja muut kasvihuonekaasupäästöt
- Energian kulutus, energiatehokkuus, ja energialähteet
- Luonnonvarojen käyttö, maan ja veden käyttö, resurssitehokkuus
- Elektroniikkajäte, kierrätys, laitteiden käyttöaika



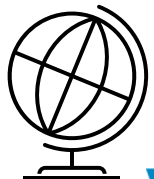
## SOSIAALINEN KESTÄVYYS

- Digitaalisten ratkaisujen ja palveluiden turvallinen käyttö hyvän elämän resursseina (ruoka, terveys, koulutus, tulotaso, työ, ihmisoikeudet, tasa-arvo)
- Pääsy digitaalisiin palveluihin – syrjäseudet, iäkkäät ihmiset, kohtuullinen hintataso
- Kattavat hyvälaatuiset matkaviestinverkot



## TALOUDELLINEN KESTÄVYYS

- Voiton ja kasvun tavoittelu yritystasolla, maan tasolla ja sektorin tasolla. Matkaviestinverkkoliiketoiminnan merkitys Suomen taloudelle.
- Kestävät liiketoimintamahdollisuudet ja -mallit (sis. kiertotalous).



**VISIIRI.**



Euroopan unionin  
osarahoittama



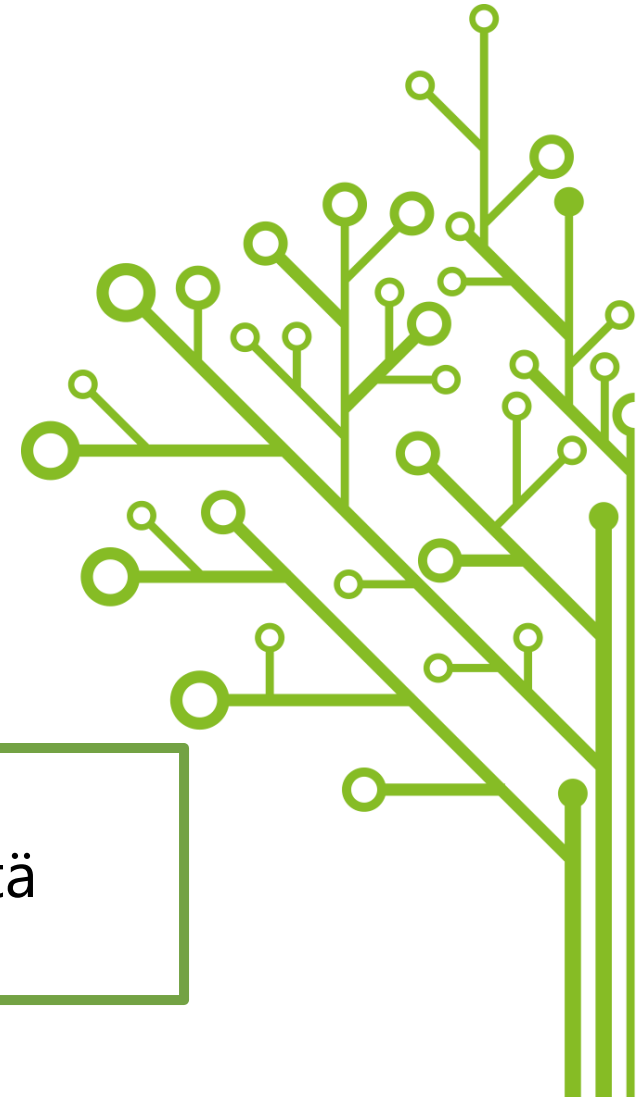
**Elinvoimakeskus**

Lisätietoja: Hexa-X-II project Deliverable D1.4  
[D1.4-final.pdf](#)

# Keskeisiä ympäristökestävyyden indikaattoreita

- Energia: energian kulutus, energiatehokkuus
- Kasvihuonekaasupäästöt: hiilidioksidipäästöt
- Sähkö- ja elektroniikkajäte: jätteiden paino, kierrätettyjen laitteiden määrä/paino, uudelleen käytettyjen laitteiden määrä/paino, käyttöikä

Haasteena on siirtyminen kasvavista datanopeuksista ja rajoittamattomista kokonaisdatamääristä aidosti kestävyyttä korostaviin mittareihin.



# ICT alan sähkönkulutus ja kasvihuonekaasupäästöt

Lähde: Jens Malmodin, Nina Lövehagen, Pernilla Bergmark, Dag Lundén, ICT sector electricity consumption and greenhouse gas emissions – 2020 outcome, Telecommunications Policy, Volume 48, Issue 3, 2024.

**Table 8**  
ICT sector use stage electricity consumption and GHG emissions in 2020.

| ICT sector part           | Use stage electricity (TWh) | Embodied GHG emissions (Mtonne CO <sub>2</sub> e) | Use stage GHG emissions (Mtonne CO <sub>2</sub> e) | Total GHG emissions (Mtonne CO <sub>2</sub> e) |
|---------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| User devices <sup>a</sup> | 421                         | 208                                               | 228                                                | 436                                            |
| Networks <sup>b</sup>     | 247                         | 31                                                | 155                                                | 186                                            |
| Data centers              | 223                         | 30                                                | 95                                                 | 126                                            |
| Enterprise networks       | 25                          | 3                                                 | 13                                                 | 16                                             |
| Total <sup>c,d</sup>      | 916                         | 272                                               | 492                                                | 764                                            |

**Table 10**  
ICT sector footprint development since 2007 and the present study.

|                                                                  | 2007 | 2010 | 2015 | 2020 |
|------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|
| ICT sector total carbon footprint (Mtonne CO <sub>2</sub> e)     | 620  | 720  | 730  | 763  |
| ICT sector use stage electricity consumption (TWh)               | 710  | 800  | 805  | 916  |
| Carbon footprint per ICT subscription (kg CO <sub>2</sub> e/sub) | 134  | 107  | 81   | 74   |
| Use stage electricity per ICT subscription (kWh/sub)             | 153  | 119  | 89   | 89   |

# Havaintoja

- Kestävyyskeskustelu matkaviestinalalla on vähitellen laajentunut energiakeskeisestä ympäristökestävyydestä sosiaaliseen ja taloudelliseen kestävyYTEEN.
- Matkaviestinsektori on avainroolissa kaksoissiirtymässä, mutta alan oma jalanjälki ei pienene. Tekoälyn lisääntyminen vain kiihdyttää tätä kehitystä.
- Matkaviestinalan liiketoimintalogiikka on myydä ja kuluttaa enemmän – uudet laitteet, palvelut, nopeammat yhteydet, enemmän dataa.
- Logiikan muutos on tarpeena. Kestävyysajattelun kautta voi löytyä täysin uusia kestäviä liiketoimintamahdollisuuksia.





Kestävyyšnäkökulmat ja keskeiset indikaattorit  
matkaviestinnässä

## **Matkaviestinnän ekosysteemi ja kestävyystoimenpiteet - kuka vaatii ja mitä?**

Tulevaisuuden suunta / arvopohjainen kestävä 6G  
kehitys - missä mennään?

**VISIIRI.**



Euroopan unionin  
osarahoittama

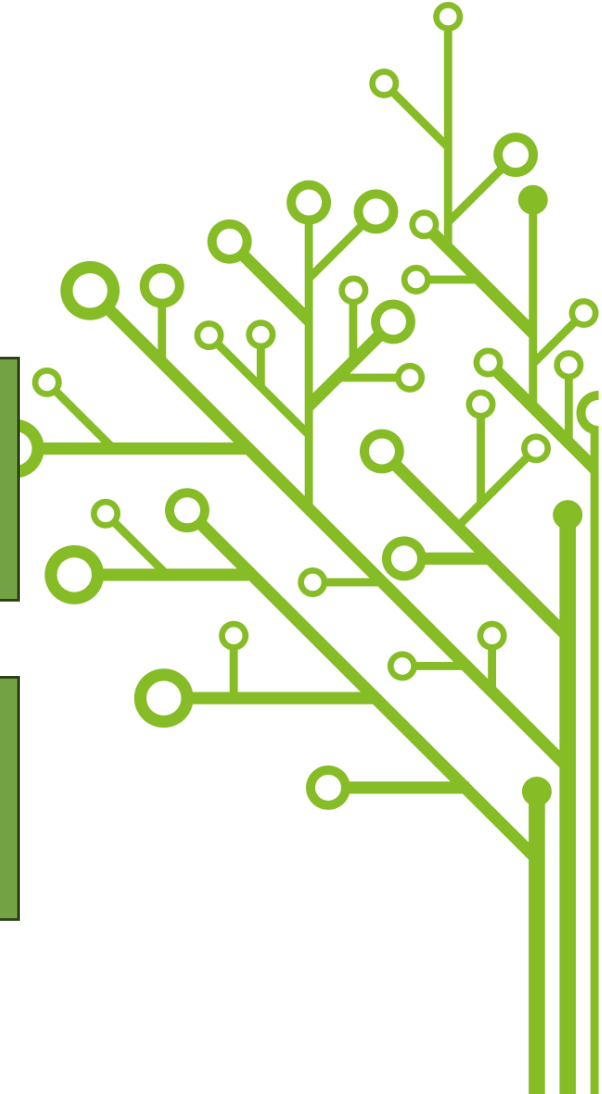
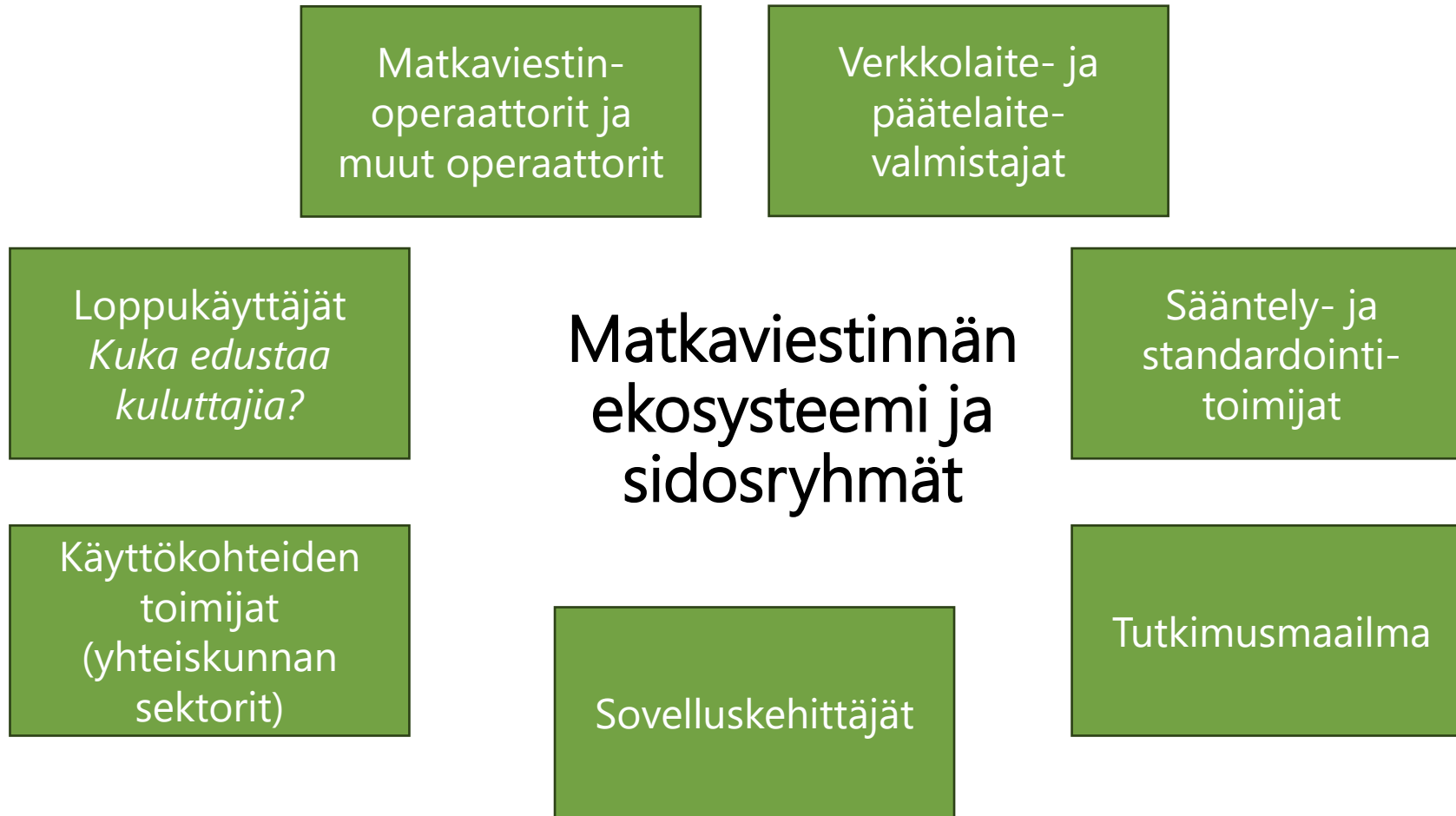


**Elinvoimakeskus**





# Kestävän matkaviestinnän ekosysteemi





# Käyttäjänäkökulma - vaatimuksia

## Kuluttajat loppukäyttäjinä

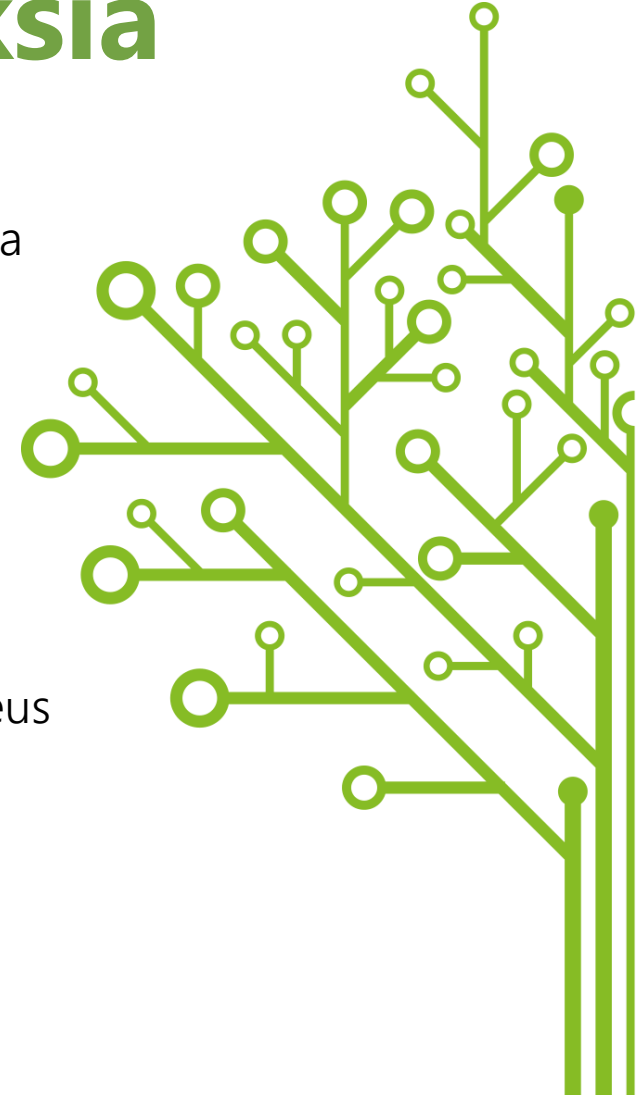
- Erilaiset "Sovellus – Päätelaite – Nettiyhteys" -yhdistelmät aiheuttavat erilaisia ympäristövaikutuksia. Niiden näkyväksi tekeminen vastuullisten valintojen mahdollistamiseksi puuttuu yhä.
- Laitteiden ja palveluiden käyttöiän pidentäminen – ennen aikainen vanhentaminen vs. liiketoiminta (esim. korjauttamisoikeus).

## Vertikaalisektorit loppukäyttäjinä

- Yritysten raportointivaatimukset.
- Kestävyyshaasteiden ratkaisumahdollisuudet. Digitalisaation tuomien hyötyjen ja haittojen tasapainotus.
- Tiedonsaanti ratkaisujen ympäristövaikutuksista on vielä vajaata.
- Talousasiat ratkaisevassa roolissa.

# Sääntelynäkökulma - vaatimuksia

- Organisaatioiden nykytilan dokumentointi kestävyys- ja vastuullisuusraportoinnin kautta – ESG (environmental, social, governance), jossa käytetään usein GRI (Global Reporting Initiative) raportointistandardeja.
- EU:n uusi kestävyysraportointidirektiivi CSRD – Corporate Sustainability Reporting Directive muiden kuin taloudellisten tietojen raportointiin suurissa yrityksissä – arvoketjun kautta vaikutukset myös muihin yrityksiin.
- Oulun maakuntakiertueen yrityspuhe - Karoliina Malmi Bittiumilta: [Bittiumin vastuullisuustyö -yrityscase, Green ICT -kiertue 2025](#)
- Maiden kansalliset hiilineutraalisuustavoitteet ja toimenpiteet niiden saavuttamiseksi.
- Standardoidut menetelmät kestävyysvaikutusten arviointiin (esim. Life Cycle Assessment (LCA)).
- Kuluttajien oikeudet – tuotteiden korjauttamisoikeus vähentämään korjattavissa olevien tuotteiden ennenaikaista hävittämistä.





# Toimijanäkökulma - vaatimuksia

## Matkaviestinoperaattorit

- Vaatimuksena energiankulutuksen ja kasvihuonekaasupäästöjen pienentäminen
- Talousasiat ratkaisevassa roolissa
- Raportointivaatimukset
- Skenaariot hyötyjen mahdollistamiseksi

## Verkkolaite- ja päätelaitevalmistajat

- Kilpailuetuna energiatehokkuus – asiakkaan energiankulutuksen vähentäminen ratkaisee kauppoja.
- Liiketoiminta perustuu usein laitteiden/palveluiden lukumääräisen myynnin kasvattamiseen, mikä on ristiriidassa ympäristökestävyyden kanssa.



Kestävyyšnäkökulmat ja keskeiset indikaattorit  
matkaviestinnässä

Matkaviestinnän ekosysteemi ja  
kestävyystoimenpiteet - kuka vaatii ja mitä?

**Tulevaisuuden suunta / arvopohjainen kestävä  
6G kehitys - missä mennään?**

**VISIIRI.**



Euroopan unionin  
osarahoittama



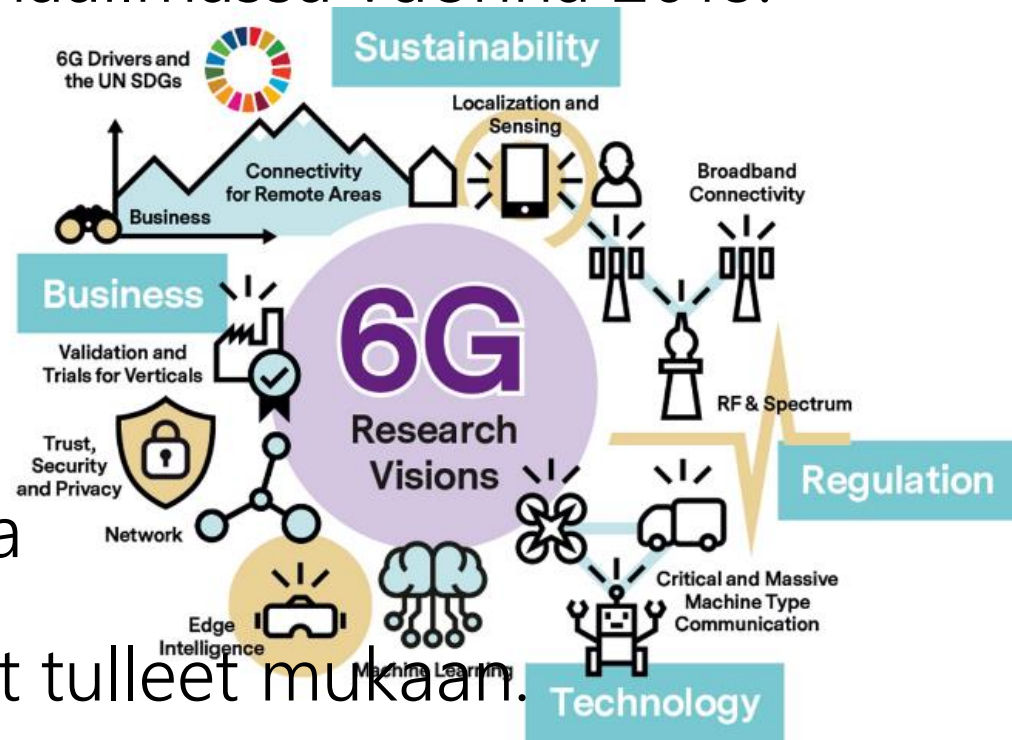
**Elinvoimakus**





# Tulevaisuuden 6G-järjestelmien kehitys

- Oulun yliopiston 6G lippulaiva aloitti 6G-järjestelmien tutkimuksen ensimmäisenä maailmassa vuonna 2018.
- 6G-järjestelmät tulevat markkinoille 2030 luvulla.
- Kestävyys on ollut alusta lähtien mukana. Pääpaino on yhä energiatehokkuudessa, mutta taloudellisen ja sosiaalisen kestävyys näkökulmat ovat tulleet mukaan.



# Kestävä 6G kehitys

**Vuonna 2023 sovittiin kansainvälinen 6G-viitekehys, jossa kestävyys on mukana Suomen, Saksan ja Iso-Britannian ansiosta. Monet muut toimijat yrittivät estää työn.**

“Sustainability, or more specifically **environmental sustainability**, refers to the ability of both the network and devices to minimize greenhouse gas emissions and other environmental impacts throughout their life cycle. Important factors include improving energy efficiency, minimizing energy consumption and the use of resources, for example by optimizing for equipment longevity, repair, reuse and recycling.”

VISIIRI.

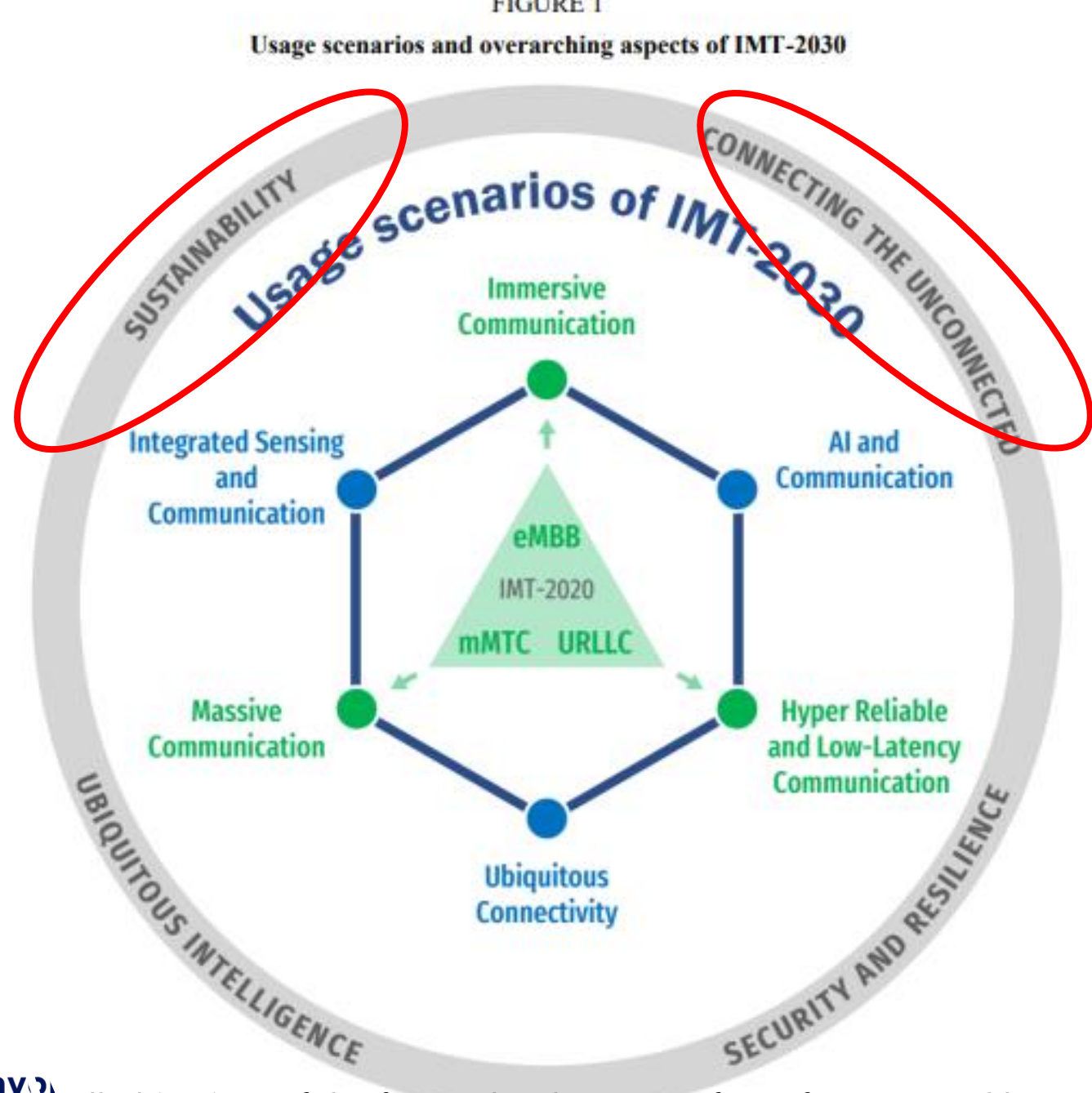


Euroopan unionin  
osarahoittama



Elinvoima

Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2030 and beyond.  
Recommendation ITU-R M.2160.





# Tulevaisuuden 6G-järjestelmäkehityksen ajureita

- Arvopohjainen 6G-kehitystyö Euroopassa: kestävyys, turvallisuus, resilienssi. Myös edistävät niitä, mutta eivät puhu arvoista.
- 6G yhdistää sensorointi-, paikannus-, ja laskentakyvykkyudet tiedonsiirtoon uusien palveluiden mahdollistamiseksi.
- Paikalliset 6G-verkot yleistyvät eri vertikaalisektoreilla kestävyyshaasteiden ratkaisemiseksi.
- Matkaviestinverkkojen peiton laajentaminen satelliittien avulla.
- Tietoisuus kestävyysvaikutuksista päätösten tueksi.



marja.matinmikko-  
blue@oulu.fi



Euroopan unionin  
osarahoittama



Elinvoimakeskus