



6G

FLAGSHIP
UNIVERSITY
OF OULU

6G Lippulaivan näkemyksiä Suomen tieto- ja viestintäteknologia-alan ilmasto- ja ympäristöstrategiatyöhön

24.4.2020

TkT, FT Marja Matinmikko-Blue

6G Lippulaivan tutkimuskoordinaattori
Oulun yliopisto



6G[»]

FLAGSHIP

UNIVERSITY
OF OULU

FROM 6G FLAGSHIP VISION WORK TO ICT SECTOR'S CLIMATE AND ENVIRONMENTAL IMPACT



6G Flagship Vision Video for 2030:

<https://www.youtube.com/watch?v=T6ubRoZCeVw>

Vision for 2030

Our society is data-driven,
enabled by near-instant,
unlimited wireless connectivity.

6G will emerge around 2030 to satisfy the expectations not met with 5G, as well as, the new ones fusing AI inspired applications in every field of society with ubiquitous wireless connectivity.

A silhouette of a person's head in profile, facing right. The background is a dark, grainy image of a city skyline at night, with lights reflecting on water. The year '2030' is overlaid in large, semi-transparent white digits on the right side of the image.

2030

6G Wireless Summit 2019 launched White Paper Process

- **First 6G White Paper starting to vision 6G was prepared in 2019 as collaborative effort with 70 experts globally.**
- **12 new thematic white papers will be published soon (drafts on 30th April, final versions in June 2020).**



www.6gflagship/6gwhitepaper

- 1. 6G technologies will bring to life the data-driven and hyper-connected future society.**
- 2. Major drivers for 6G include sustainability goals and societal challenges on top of productivity targets and technology enablers.**
- 3. Numerous business and societal players together create the new 6G infrastructure, products and services.**

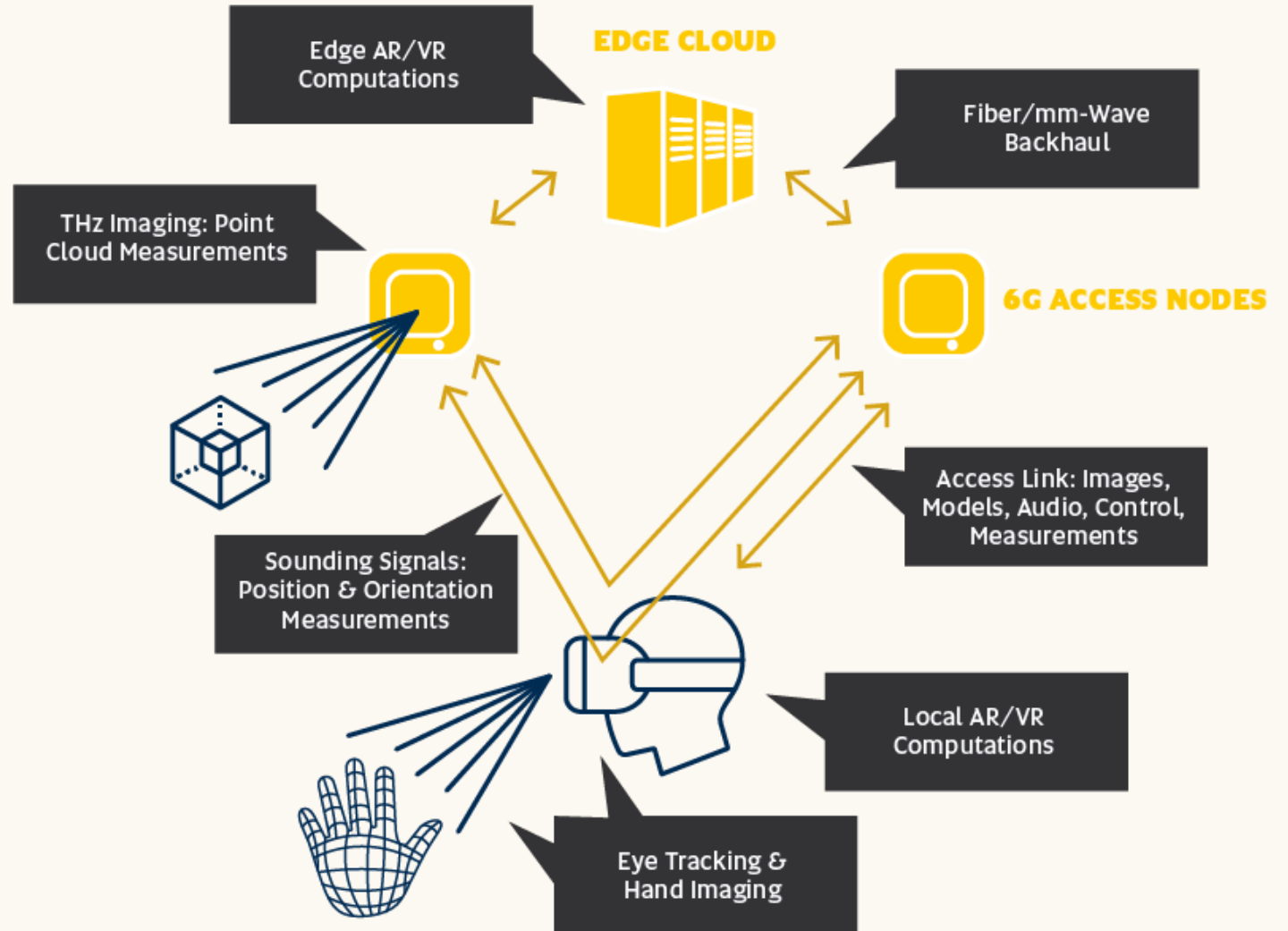


6G Merges Communications with New Applications

Integration of sensing, imaging and highly accurate positioning capabilities with mobility opens a myriad of new applications in 6G.

Network softwarisation changes architectures.

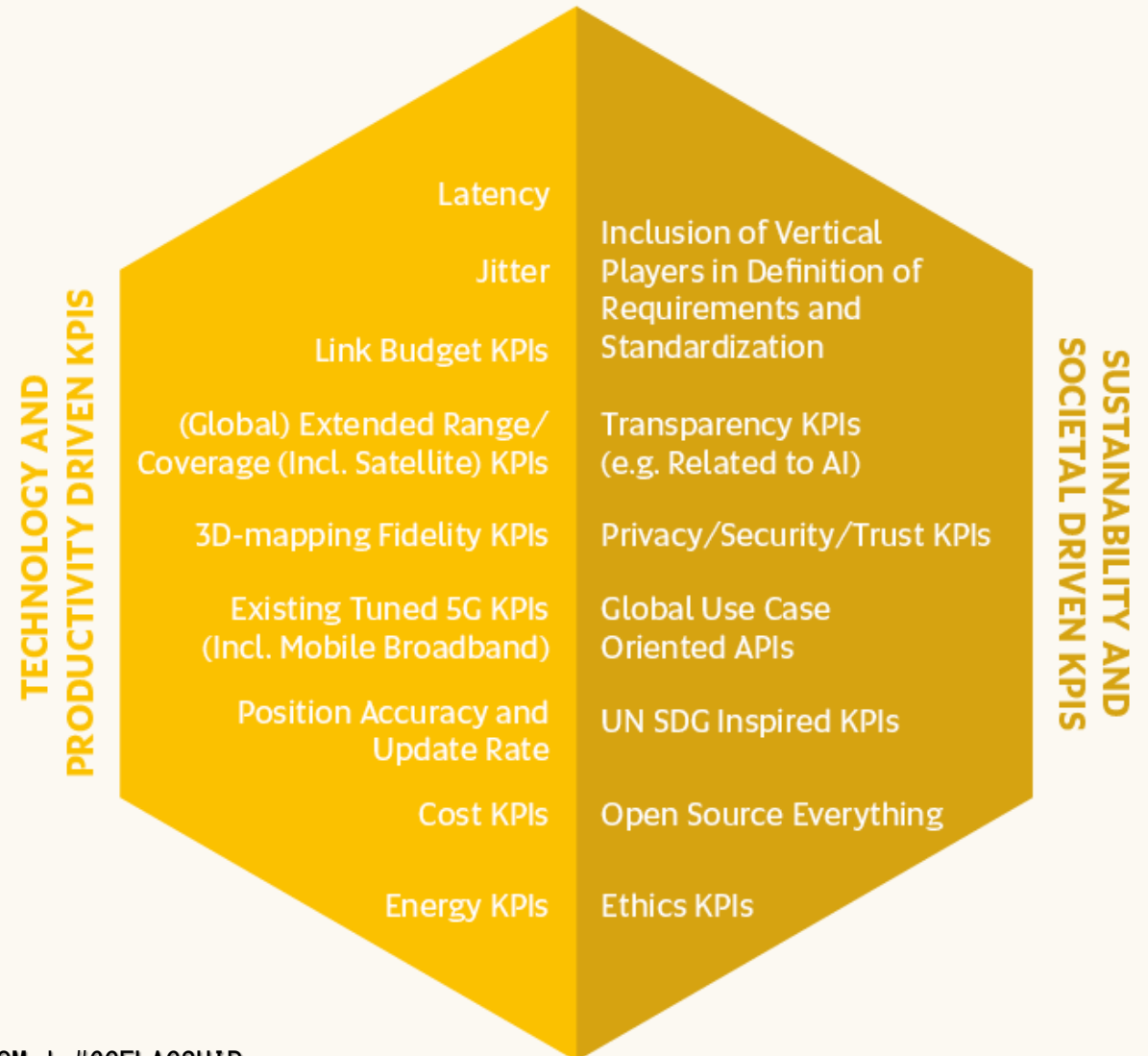
Applications in other fields beyond ICT to combat climate and environmental challenge.





Initial 6G Key Performance Indicators (KPIs)

Many of the KPIs used for 5G are valid also for 6G. However, the KPIs must be critically reviewed and new KPIs must be seriously considered.





6G

FLAGSHIP

UNIVERSITY
OF OULU

TULEVAISUUDEN 6G VERKKOARKKITEHTUUREISTA



Verkkoarkkitehtuurin muutos tulevaisuudessa

- **Arkkitehtuurin muutos 6G:ssä johtaa yhä monimutkaisempaan verkkorakenteeseen, jossa datan keräämisen, säilytyksen ja prosessoinnin sijainnit tulisi optimoidaan päätelaitteiden, paikallisen reunapilven, ja keskitettyjen pilviratkaisujen välillä. Rajat häilyvät.**
- **Energiankulutus verkon eri osissa ja päästä päähän eri konfiguraatioilla nousee keskeiseksi vastata kasvavan kuormittavuuden haasteeseen.**



ICT:n ilmasto- ja ympäristövaikutusten selvittäminen

- **ICT-alan oman kuormittavuuden arvioinnissa kysyminen operaattoreilta ja laitevalmistajilta on vasta alkusysäys eikä johda todellisen kokonaiskuvan hahmottamiseen – vastaa oman toiminnan itsearviointia. Myös ICT-alan vaikutukset muilla aloilla vaativat näiden alojen tiiviin mukana olon.**
- **Todellisen energiankulutuksen mittaaminen verkon eri osissa ja päästä päähän ovat tärkeitä ICT-alan ilmasto- ja ympäristövaikutusten hallinnassa. Tämän tiedon tuominen myös tutkijoiden käyttöön on keskeistä.**



Eri verkkoratkaisut eri tilanteissa

- **Verkkojen yhteiskäytön laajamittainen hyödyntäminen haja-asutusalueilla sekä sisätiloissa on oleellista myös ympäristövaikutusten kannalta – haasteena on kilpailun varmistaminen nykytoimijakentässä.**
- **Suomen erityispiirre on kuituinfran ja langattoman infran vastakkainasettelu – molemmat ovat tärkeitä datamäärien jatkuvassa kasvussa. Kuidun hyödyntäminen aina kun mahdollista on ympäristöteko.**



Tarvitaan uudet indikaattorit 6G-järjestelmille

- **ITU-R:n aiemmat suorituskykymittarit IMT-järjestelmille on mietittävä uusiksi.**
- **Erityisesti energiatehokkuus/energiankulutus otettava tosissaan. Mittausmenetelmät kehittyvät ja tietoa on saatava tutkimuskäyttöön.**
- **Maiden vertailu kulutetun kokonaisdatamäärän pohjalta ei muodosta kestäväää pohjaa ICT-alan toiminnalle.**

IMT-2020:

- **Data rate**
- **Spectral efficiency**
- **Area traffic capacity**
- **Latency**
- **Connection density**
- **Energy efficiency**
- **Reliability**
- **Mobility**

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS



6G

FLAGSHIP

UNIVERSITY
OF OULU

6G JA YK:N KESTÄVÄN KEHITYKSEN TAVOITTEET (UN SDG)



- Suomen ICT-alan strategiatyön rajoittaminen ilmasto- ja ympäristövaikutuksiin ei ole linjassa maailmalla alkaneen kehityksen kanssa, jossa YK:n kestävän kehityksen tavoitteet vuodelle 2030 ovat keskiössä myös ICT-alan kannalta. 17 tavoitetta käsittävät yhteiskunnan haasteita laaja-alaisesti.
- ICT-alan yritykset ovat aloittaneet kestävän kehityksen raportoinnin mutta työ on vasta alkupisteessä.



- 6G ja kestävä kehityksen tavoitteet tähtäävät vuoteen 2030 ja niiden käsittely yhdessä on tärkeää.
- 6G Lippulaivan White Paper –työ on aloittanut 6G:n ja kestävä kehityksen tavoitteiden yhdistämisen (julkaistaan 30.4. ja kesäkuussa).

6G:n rooli:	6G uusien palveluiden mahdollistajana	6G paikallisena mittaustyökaluna	6G ekosysteemi tukemaan kestävä kehitystä
	New services in verticals to help in meeting SDGs.	Datan kerääminen (vanhat ja uudet indikaattorit)	6G:n kehittäminen kestävä kehityksen tavoitteita tukien



6G³

FLAGSHIP

UNIVERSITY
OF OULU

**TÄRKEIMMÄT
HAVAINNOT**

- Vuoteen 2035 tähtäävän Suomen ICT-strategiatyön rajoittaminen ilmasto- ja ympäristövaikutuksiin ei vastaa maailmalla käynnissä olevaa kehitystä, jossa YK:n kestävä kehityksen tavoitteet vuodelle 2030 ovat keskiössä. Ne käsittävät ilmasto- ja ympäristövaikutusten lisäksi laajemmin yhteiskunnallisia haasteita. Rajauksia on kuitenkin tehtävä.
- Yhteys kestävä kehityksen tavoitteisiin on tulossa vaatimukseksi kaikille ICT-toimijoille. Tämä työ on haastavaa ja vasta alussa. Miten tuemme alan toimijoita?
- 6G Lippulaivan white paper julkaistaan ensi viikolla ja kesäkuussa.



- **ICT-alan oman kuormittavuuden arvioinnissa operaattoreilta ja laitevalmistajilta on vasta alkusysäys eikä johda todellisen kokonaiskuvan hahmottamiseen – vastaa oman toiminnan itsearviointia.**
- **ICT-alan hyödyntäminen muilla aloilla vaatii näiden alojen tiiviin mukaan oton.**
- **Tutkimussektorin rooli riippumattoman tiedon tuottajana – miten saadaan todellista dataa tutkimuskäyttöön?**



Tärkeimmät havainnot – 6G on palvelualusta

- **5G on dataverkko. 6G on alusta, johon yhdistetään lukuisia muita palveluja (paikannus, reunalaskenta, jne).**
- **Arkkitehtuurin muutos 6G:ssä johtaa yhä monimutkaisempaan verkkorakenteeseen, jossa datan keräämisen, säilytyksen ja prosessoinnin optimoidaan päätelaitteiden, paikallisen reunapilven, ja keskitettyjen pilviratkaisujen välillä.**
- **Älykkäät verkkoratkaisut kykenevät proaktiiviseen päätöksentekoon, mikä voidaan valjastaa tukemaan kestäväää kehitystä.**
- **Kasvava prosessointi ja datan siirto lisäävät energian kulutusta. Lyhyen kantaman verkot sekä paikallinen prosessointi ja säilytys voivat myös säästää resursseja. Monimutkainen hajautettu kokonaisuus, jonka vaikutusta on vielä vaikea arvioida.**

Tärkeimmät havainnot – Energian kulutuksen kasvun hillitseminen

- **Energiankulutus verkon eri osissa ja päästä päähän eri konfiguraatioilla nousee keskeiseksi vastata kasvavan kuormittavuuden haasteeseen. Ilman mittaamista on tunnistaa vaikutusta. Energian kulutuksen todellisten tietojen tuominen tutkijoiden käyttöön on tärkeää**
- **Sisätilaverkkojen merkitys tulee kasvamaan. Kuormitus tulee paikalliseksi.**
- **Optimointi ICT:n kuormittavuuden minimoinnin kannalta nousee entistä tärkeämmäksi.**
- **ICT:n energian kulutus kasvaa mutta säästöjä voi tulla muilla yhteiskunnan aloilla ICT:n kautta.**

- **Verkkojen yhteiskäytön laajamittainen hyödyntäminen haja-asutusalueilla ja sisätiloissa on oleellista myös ympäristövaikutusten kannalta – haasteena on kilpailun varmistaminen nykytoimijakentässä.**
- **Kuituinfran ja langattoman infran vastakkainasettelu Suomessa on turhaa – molemmat ovat tärkeitä datamäärien jatkuvassa kasvussa. Kuidun hyödyntäminen aina kun mahdollista.**
- **Paikalliset verkot ovat Suomessa vielä vähäisiä. Muualla paikallisten 5G-verkkojen käyttöönotto on vauhdissa (vrt. taajuuspäätökset). Toimijakentän muutoksen vaikutuksen ennustaminen.**

- **6G-tutkimuksen lähtökohta on kestävä kehitys:**
 1. 6G:n rooli uusien palveluiden mahdollistajana
 2. 6G:n hyödyntäminen mittaus- ja muun datan keräämisessä vaikutusten arvioinnin tueksi, sekä
 3. 6G:n suunnittelu ja kehittäminen kestävä kehityksen mukaisesti.
- **Tarvitaan uudet indikaattorit 6G-järjestelmille verrattuna ITU-R:n aiempiin IMT suorituskymittareihin. Erityisesti energiatehokkuus/energiankulutus otettava tosissaan.**
- **Toimivat ratkaisut eri tilanteisiin: huippunopeat lyhyen kantaman verkot ja laajan peittoalueen ratkaisut. Taajuudet ovat jatkossakin pullonkaulana ellei taajuuksien yhteiskäyttö etene.**



Tärkeimmät havainnot – Suomen rooli

- **Suomen ICT-kotimarkkina on pieni. Suomi on ICT:n vientimaa. Kestävää kehitystä tukevat ICT-ratkaisut ovat mahdollisuus Suomen ICT-sektorille.**
- **Edellä kävijyys vaatii rohkeita ratkaisuja, jotka mahdollistavat kokeilut ja käyttöönoton Suomessa. 5G:n osalta tässä ei ole onnistuttu (erityisesti 3.5 GHz taajuuspäätökset). Nopeus ei aina ole etu – kestävät ratkaisut vaativat nopeaa reagointia muuttuvien sidosryhmien muuttuviin tarpeisiin.**

Kysymyksiä?
marja.matinmikko@oulu.fi

