

Ympäristökestävyys ICT- alalla – mitä se tarkoittaa minulle

Laura Partanen, LUT yliopisto



**Euroopan unionin
osarahoittama**



Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus

Mitä kestävyys sinulle tarkoittaa?

Käy vastaamassa kysymykseen linkin kautta.

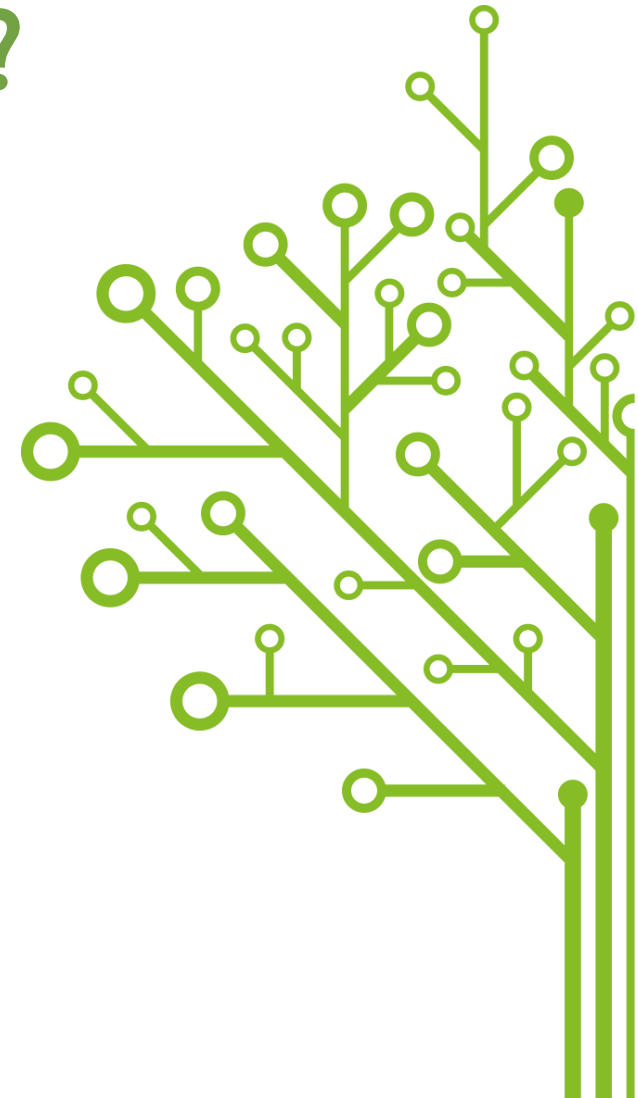


<https://forms.gle/aRac6nA9n93UiDq48>

VISIIRI.



Euroopan unionin
osarahoittama



Ympäristökestävyys ICT-alalla – mitä se tarkoittaa minulle

VISIIRI.



Euroopan unionin
osarahoittama



Lyhyesti minusta

- Nuorempi tutkija LUT yliopiston ohjelmistotekniikan laitoksella (3/2022-)
- Medianomi (YAMK) 2021, medianomi (2009)
- Ympäristötieteen perusopinnot (2020)
- Työhistoria printtimedian ja kustannustoiminnan parissa

Näkökulma

- Asioiden ymmärrykseen ja siihen mitä ne kullekin tarkoittavat vaikuttavat niin tausta, kokemukset kuin opitut asiat.
 - Se mitä ympäristökestävyys tai ICT-ala meille tarkoittaa, riippuu mistä näkökulmasta asiaa katsomme.

Ympäristökestävyys ICT- alalla – mitä se tarkoittaa minulle

VISIIRI.



Euroopan unionin
osarahoittama



ICT-sektori – Tilastokeskus

Euroopassa käytetyn NACE Rev.2. luokituksen pohjalta Suomessa käytetty toimialaluokitus (TOL 2008) on seuraava:

ICT-SEKTOR : ICT-sektori

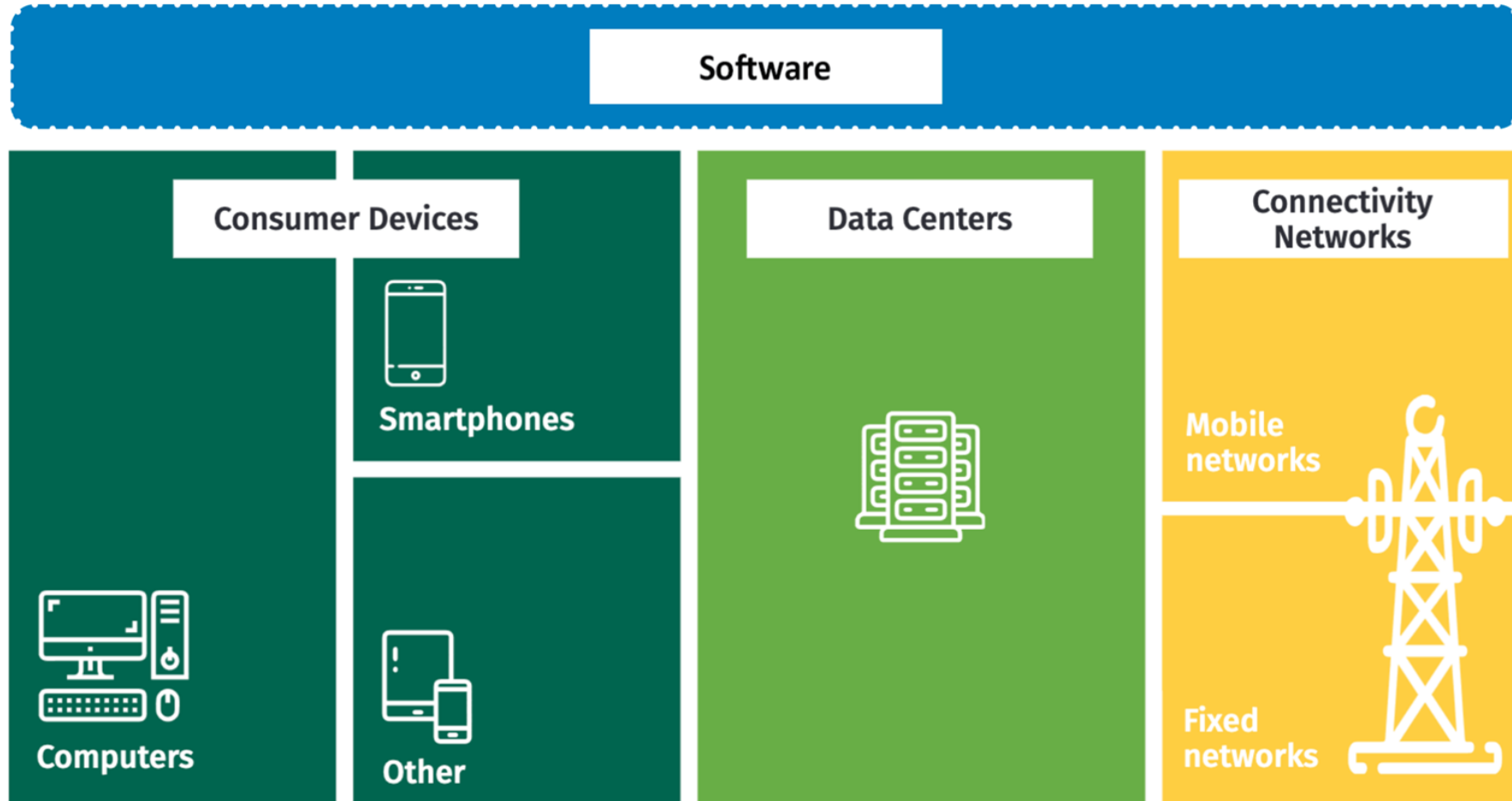
261	Elektronisten komponenttien ja piirilevyjen valmistus
262	Tietokoneiden ja niiden oheislaitteiden valmistus
263	Viestintälaitteiden valmistus
264	Viihde-elektroniikan valmistus
268	Tallennevälineiden valmistus
4651	Tietokoneiden, oheislaitteiden ja ohjelmistojen tukkukauppa
4652	Elektroniikka- ja viestintälaitteiden ja osien tukkukauppa
582	Ohjelmistojen kustantaminen
61	Televiestintä
62	Ohjelmistot, konsultointi ja siihen liittyvä toiminta
631	Tietojenkäsittely, palvelintilan vuokraus ja niihin liittyvät palvelut; verkkoportaalit
951	Tietokoneiden ja viestintälaitteiden korjaus

ICT – Eurostat

Information and communication technology, abbreviated as **ICT**, covers all technical means used to handle information and aid communication. This includes both computer and network hardware, as well as their software.

[https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Information_and_communication_technology_\(ICT\)](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Information_and_communication_technology_(ICT))

ICT-ala – mitä se tarkoittaa minulle



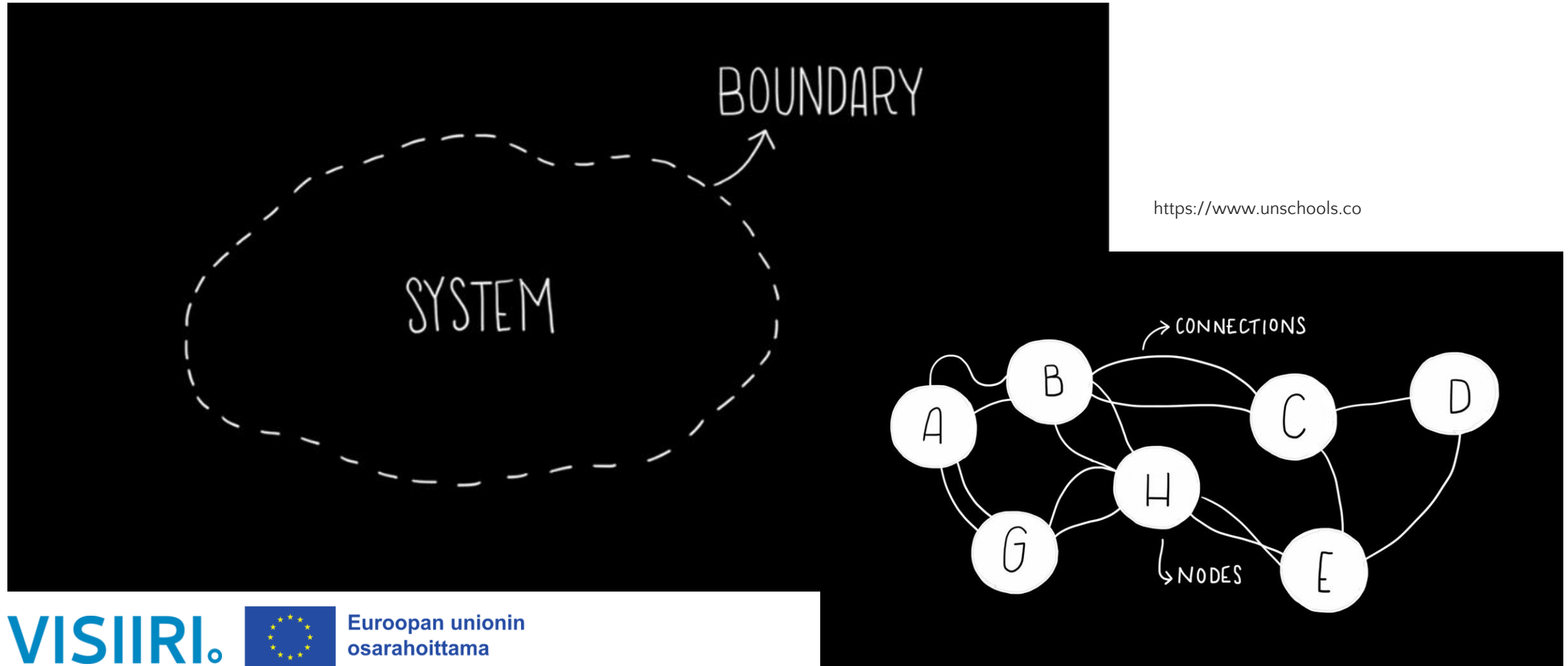
VISIIRI.



**Euroopan unionin
osarahoittama**

Partanen, L., Sipilä, A., Haque, Md S. & Porras, J. Mapping of the system of software related emissions and shared responsibilities. Based on Ayers, Seth; Ballan, Sara; Gray, Vanessa; McDonald, Rosie. *Measuring the Emissions and Energy Footprint of the ICT Sector : Implications for Climate Action (English)*. Washington, D.C. : World Bank Group.

ICT-ala – mitä se tarkoittaa minulle



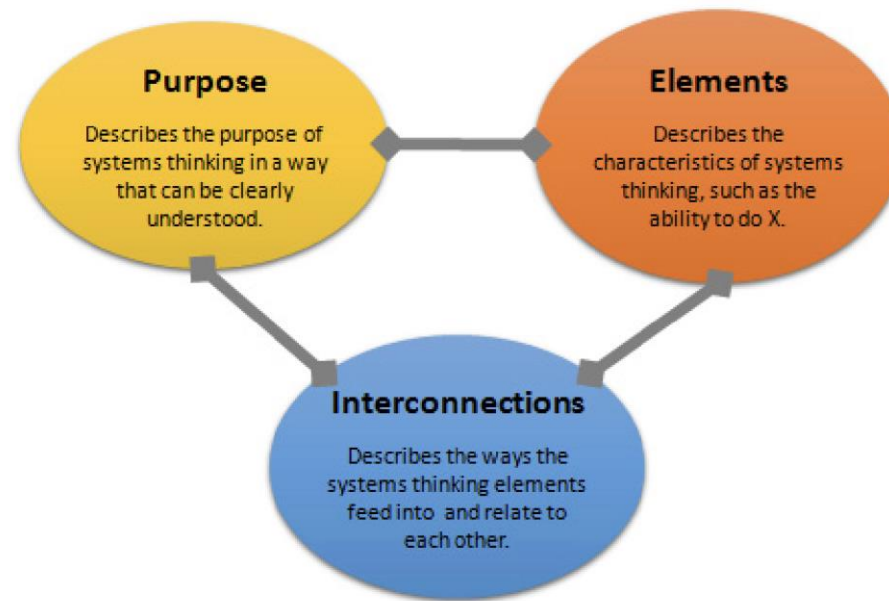
Systemeemi

Systemeemi on mikä tahansa ryhmä toisistaan riippuvaisia, toisiinsa kytkeytyneitä tai toisiinsa vuorovaikutuksessa olevia osia, jotka muodostavat kompleksisen ja yhtenäisen kokonaisuuden, jolla on tietty tarkoitus.

Kim, D. H.: Introduction to Systems Thinking (1999)

The System Test

A requirement for a systems thinking definition



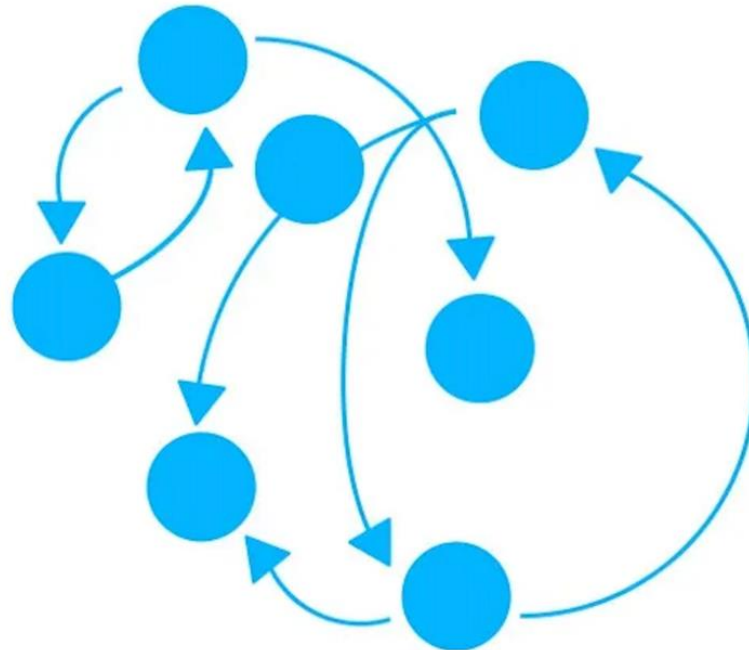
Arnold, R. D. & Wade, J. P.: A Definition of Systems Thinking: A Systems Approach (2015)

Systemiajattelu

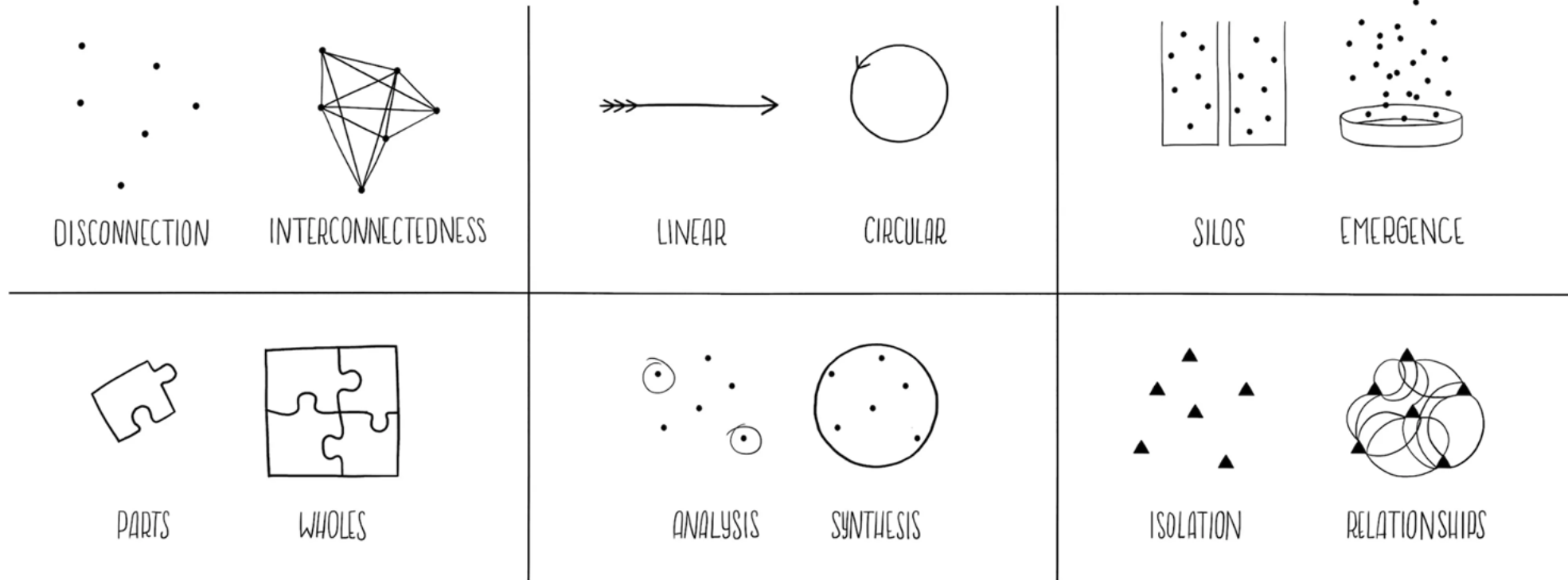
Traditional thinking



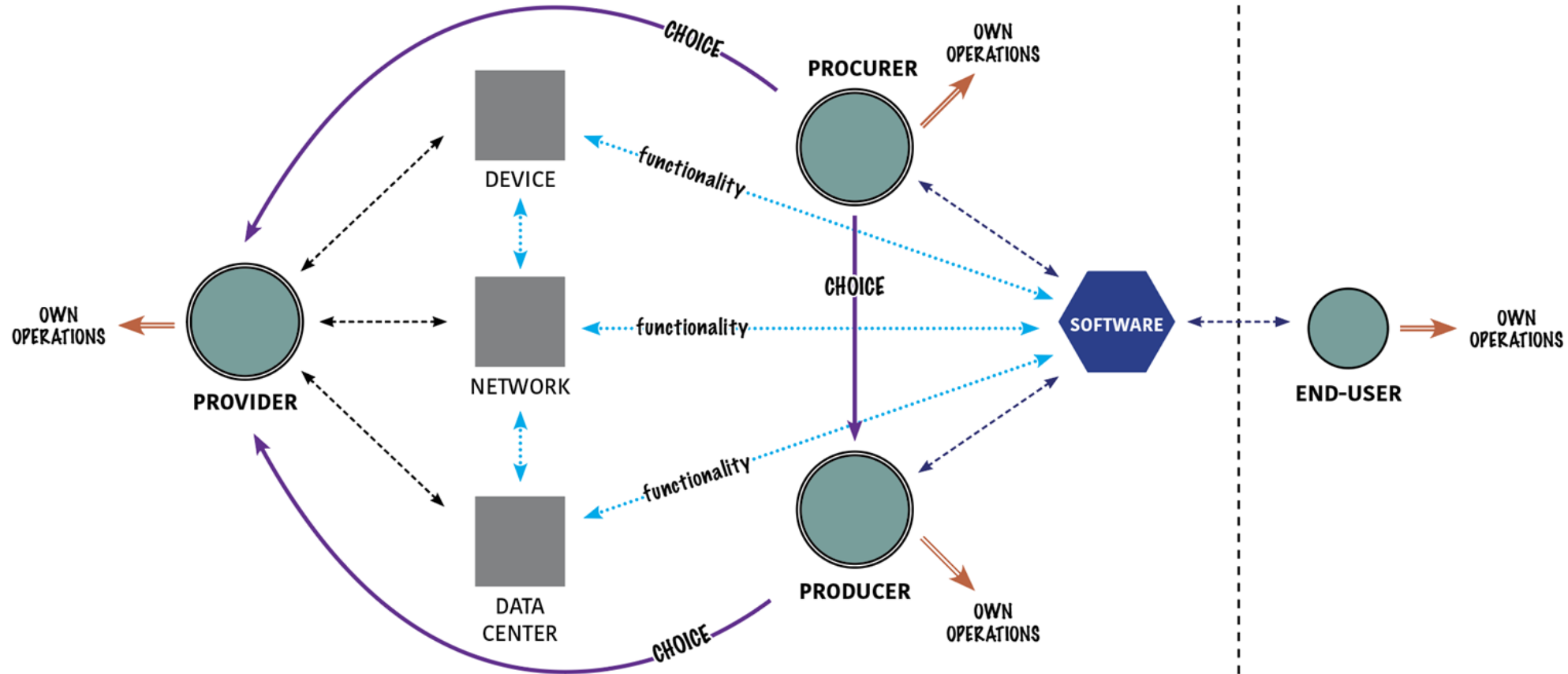
Systems thinking



Systemiajattelu



ICT-ala systeeminä



Ympäristökestävyys ICT-alalla – mitä se tarkoittaa minulle

VISIIRI.



Euroopan unionin
osarahoittama



Kestävä kehitys

Sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs.

Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future

- Kestävä kehitys tarkoittaa kehitystä, joka turvaa nykyisille ja tuleville sukupolville hyvät elämisen mahdollisuudet.
- YK:n kestävän kehityksen tavoiteohjelma Agenda 2030 tähtää äärimmäisen köyhyyden poistamiseen sekä kestäväan kehitykseen, jossa otetaan ympäristö, talous ja ihminen tasavertaisesti huomioon. Ohjelman kantava periaate on, että ketään ei jätetä kehityksessä jälkeen.
- Kestäväan kehitykseen liittyy olennaisesti ajatus planeetan rajoista. Ihmisen toiminta on sopeutettava maapallon luonnonvaroihin ja luonnon kestokykyyyn.

<http://www.ykliitto.fi/kestava-kehitys>

VISIIRI.



Euroopan unionin
osarahoittama

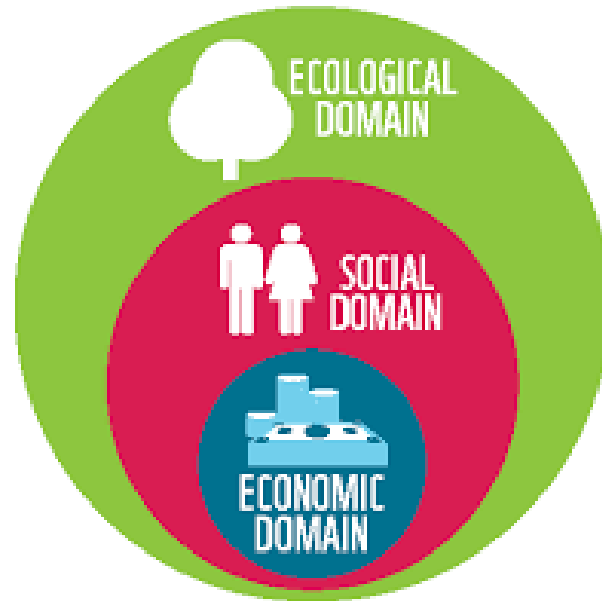
Kestävä kehitys – Agenda 2030

- YK:n kestävän kehityksen tavoiteohjelma
 - 17 kestävän kehityksen tavoitetta (goals)
 - 169 alataavoitetta (targets)
 - 231 indikaattoria (indicators)

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS



Kestävyyden dimensioita



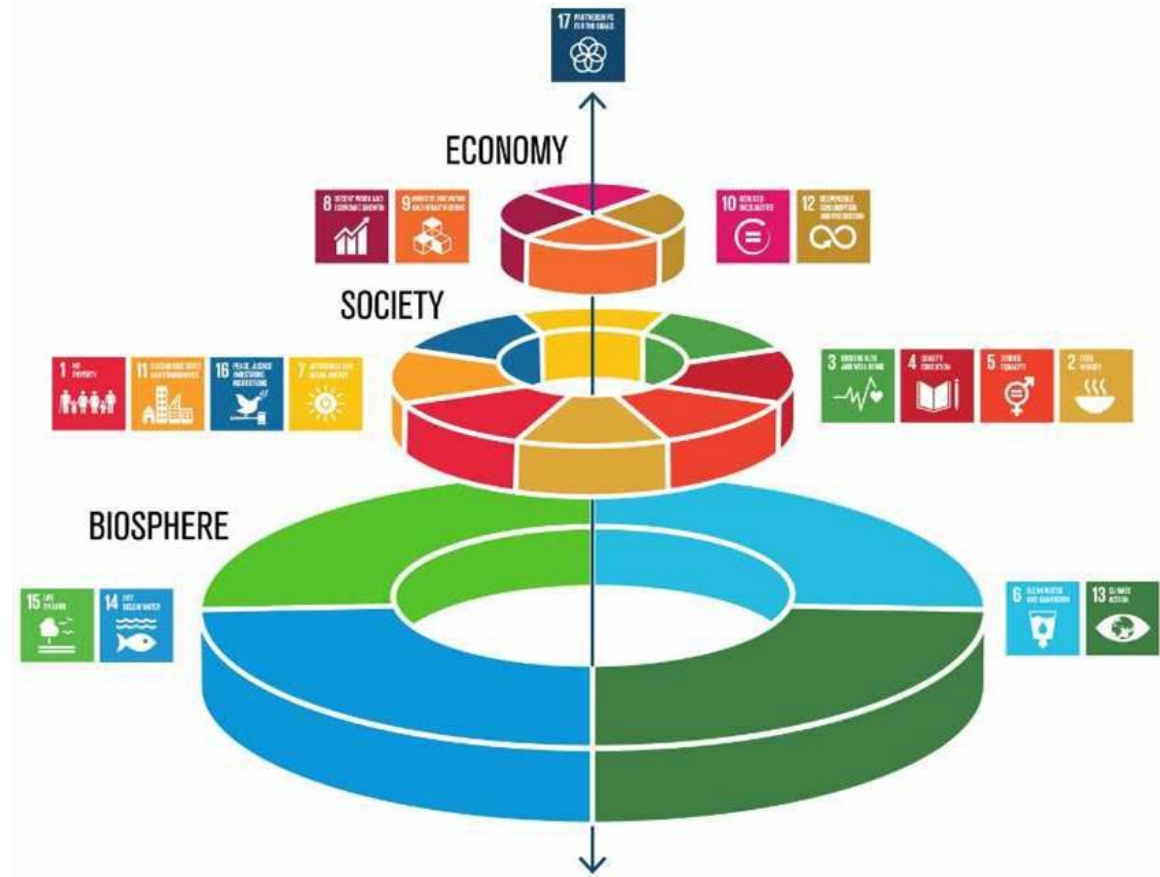
VISIIRI.



Euroopan unionin
osarahoittama

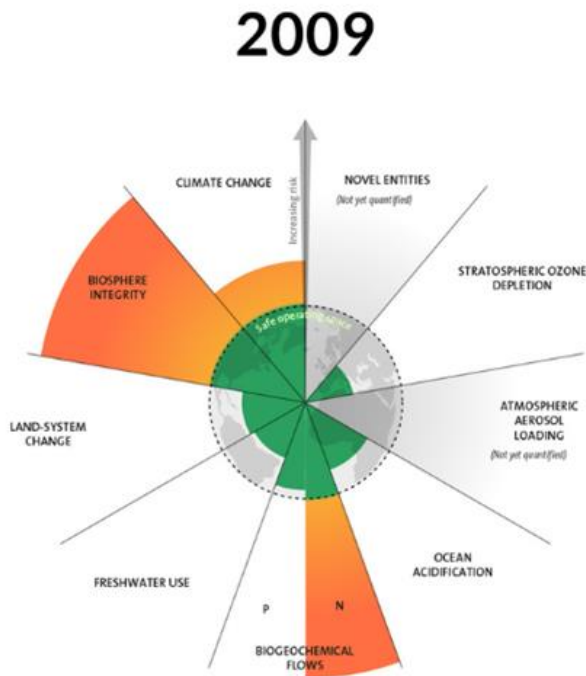
Kestävä kehitys – Agenda 2030

- 2016 Rockström & Sukhdev esittivät uuden tavan katsoa kestävyysulottuvuuksia.
- He esittivät, että kaikki kestävän kehityksen tavoitteet ovat joko suoraan tai epäsuoraan yhteydessä kestävään ja terveelliseen ruokaan.
- Visualisointi kuvaa, kuinka talous ja yhteiskunta tulisi nähdä osana biosfääriä.

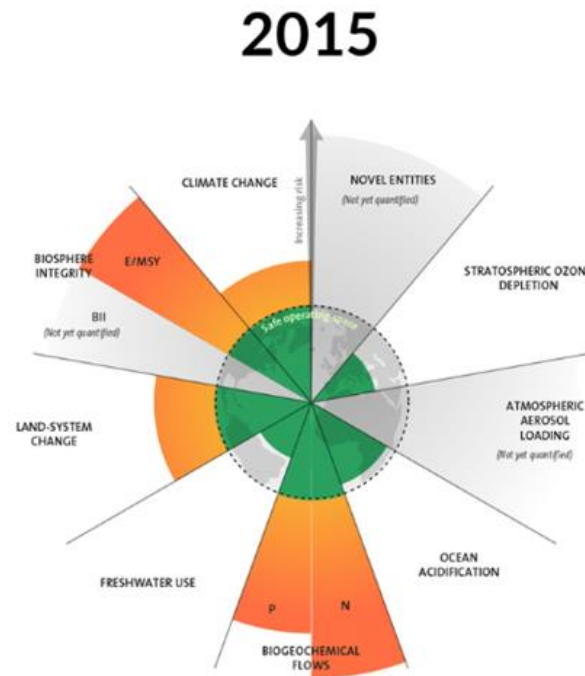


Azote for Stockholm Resilience Centre, Stockholm University CC BY-ND 3.0.

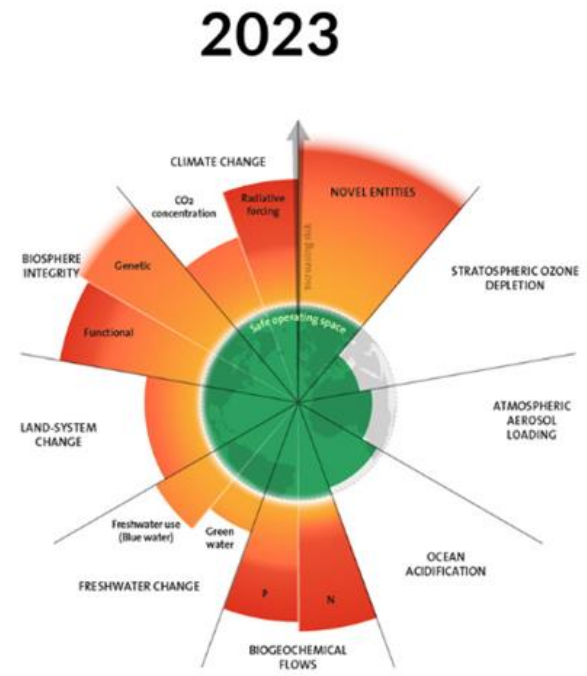
Planeetan rajat



7 boundaries assessed,
3 crossed



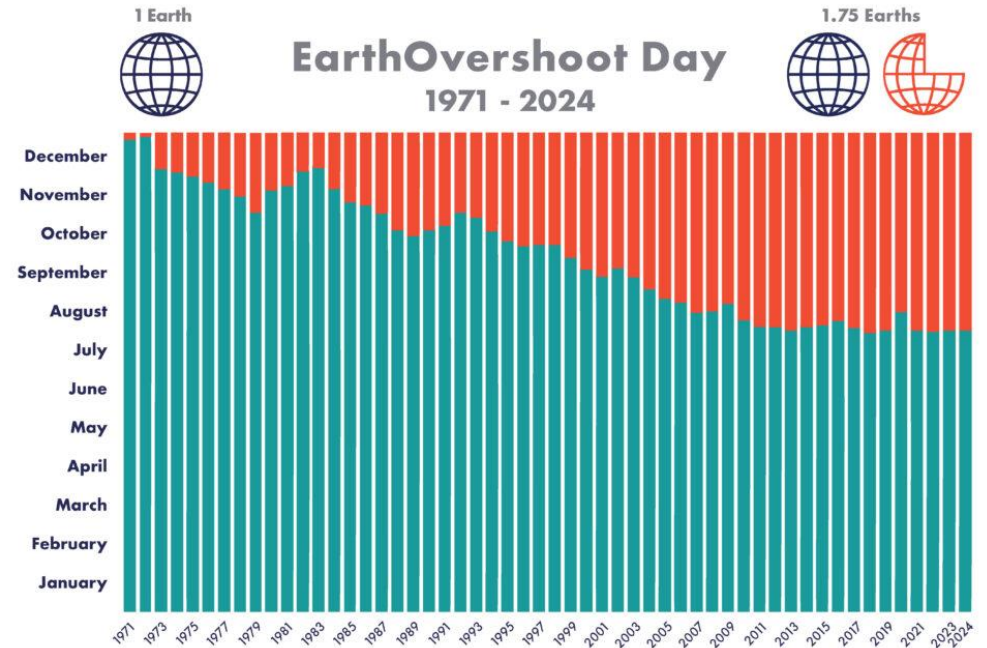
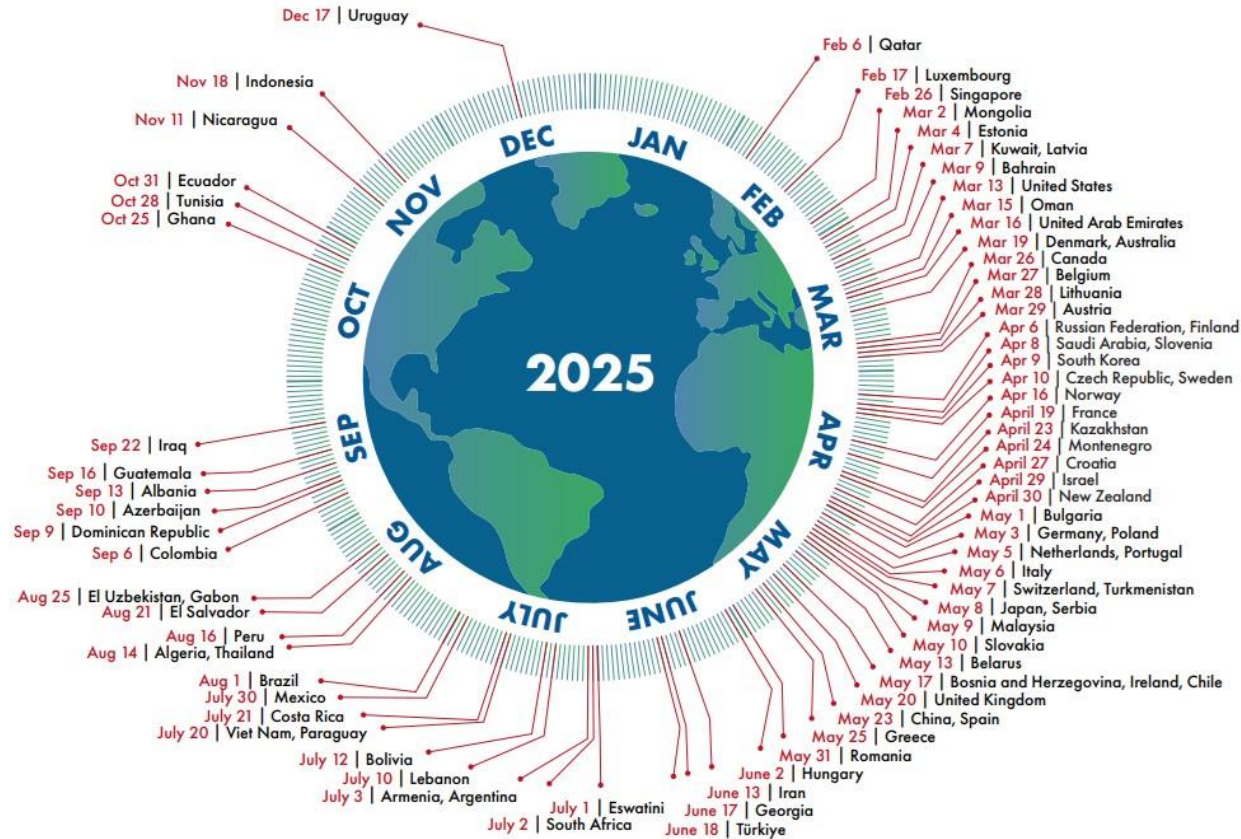
7 boundaries assessed,
4 crossed



9 boundaries assessed,
6 crossed

Country Overshoot Days 2025

When Earth Overshoot Day would land if all the people around the world lived like...



For more information, visit:
<https://overshootday.org/newsroom/country-overshoot-days/>

Source: National Footprint and Biocapacity Accounts, preliminary 2025 Edition
York University, FoDaFo, Global Footprint Network, data.footprintnetwork.org



Based on National Footprint and Biocapacity Accounts 2023 Edition

VISIIRI.



Euroopan unionin osarahoittama

Ympäristökestävyyden mittareita

- Hiilijalanjälki hiilidioksidiekvivalentteina (CO₂e), yhteenlaskettu eri kasvihuonekaasupäästöjen ilmastoaa lämmittävä vaikutus
- Uusiutuvat energiavalinnat (osuus %)
- Biodiversiteetin tila (luonnon monimuotoisuus) jossakin ekosysteemissä esiintyvien lajien lukumäärä

Luontojalanjälki

- maan- ja vedenkäyttö
 - luonnonvarojen suora hyödyntäminen
 - ilmastonmuutos
 - saasteet
 - vieraslajien leviäminen
-
- laskentayksikkönä PDF

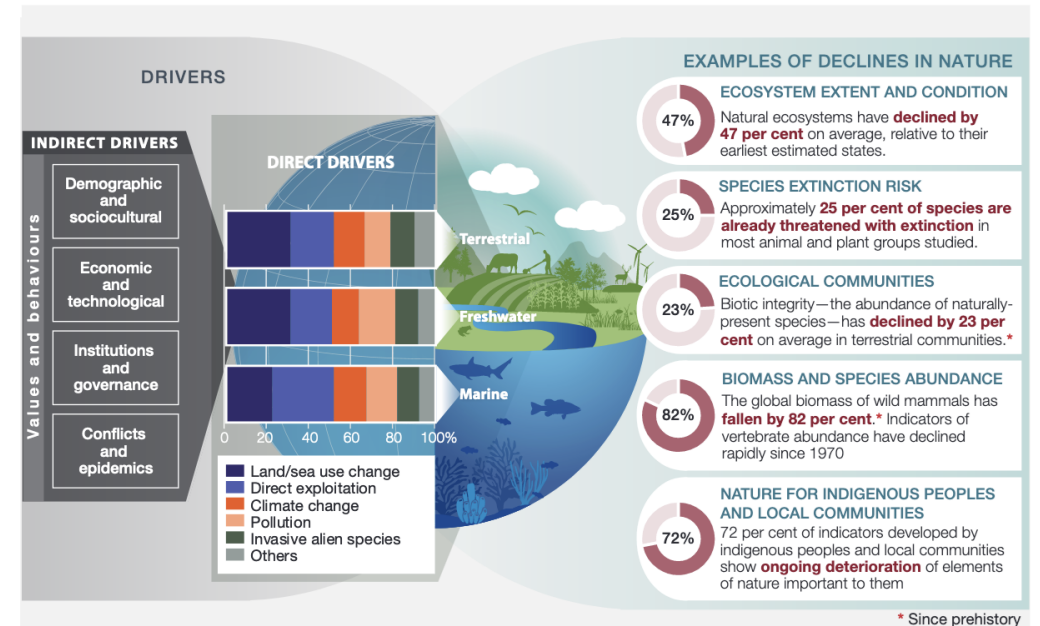


Figure SPM 2 Examples of global declines in nature, emphasizing declines in biodiversity, that have been and are being caused by direct and indirect drivers of change.

The direct drivers (land-/sea-use change; direct exploitation of organisms; climate change; pollution; and invasive alien species)⁶ result from an array of underlying societal causes⁷. These causes can be demographic (e.g., human population dynamics), sociocultural (e.g., consumption patterns), economic (e.g., trade), technological, or relating to institutions, governance, conflicts and epidemics. They are called indirect drivers⁸ and are underpinned by societal values and behaviours. The colour bands represent the relative global impact of direct drivers, from top to bottom, on terrestrial, freshwater and marine nature, as estimated from a global systematic review of studies published since 2005. Land- and sea-use change and direct exploitation account for more than 50 per cent of the global impact on land, in fresh water and in the sea, but each driver is dominant in certain contexts (2.2.6). The circles illustrate the magnitude of the negative human impacts on a diverse selection of aspects of nature over a range of different time scales based on a global synthesis of indicators (2.2.5, 2.2.7).

IPBES (2019)

Kädenjälki

- Kädenjäljellä tarkoitetaan hyödyllisiä ympäristövaikutuksia, joita organisaatiot voivat saavuttaa ja viestiä tarjoamalla tuotteita ja palveluita, jotka vähentävät muiden jalanjälkeä.
- Hiilikädenjälki on muiden hiilijalanjäljen pienentämistä.

Carbon handprint guide

V. 2.0
Applicable for environmental handprint



MINIMIZE ONE'S OWN CARBON FOOTPRINT

Absolute GHG emissions

Direct and indirect
GHG emissions
(Scope 1 & 2 & 3)

MAXIMIZE CARBON HANDPRINT

Difference in GHG emissions
compared to the baseline

Decreasing others'
carbon footprint by
providing low-carbon
solutions

Kädenjälki

Less GHG intensive material use



Reduced waste and losses



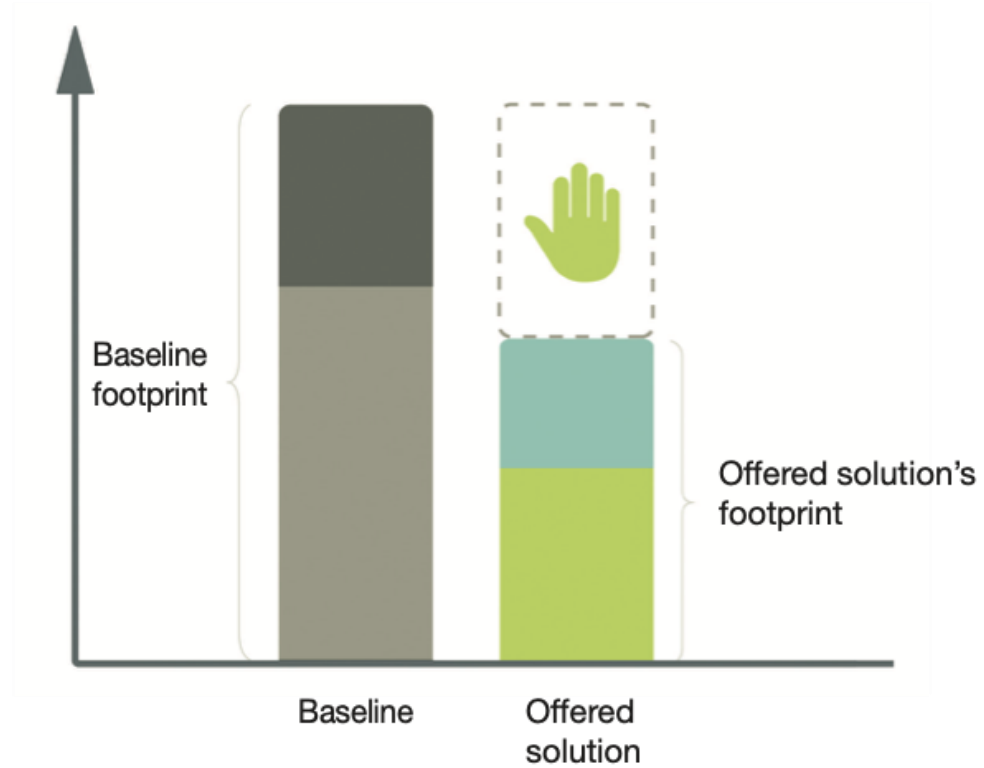
Less GHG intensive energy use



Increased carbon capture and storage



Increased lifetime and performance



$$\text{Handprint}_{\text{Product, service}} = \text{Footprint}_{\text{Baseline}} - \text{Footprint}_{\text{Offered solution}}$$

Ympäristökestävyys ICT- alalla

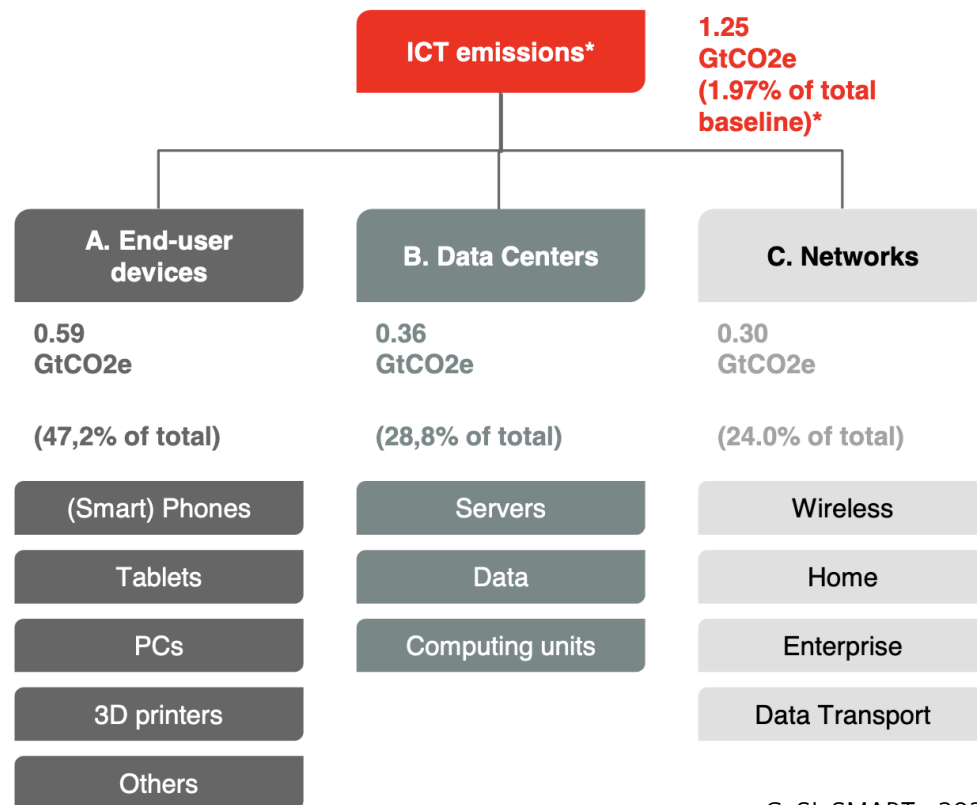
VISIIRI.



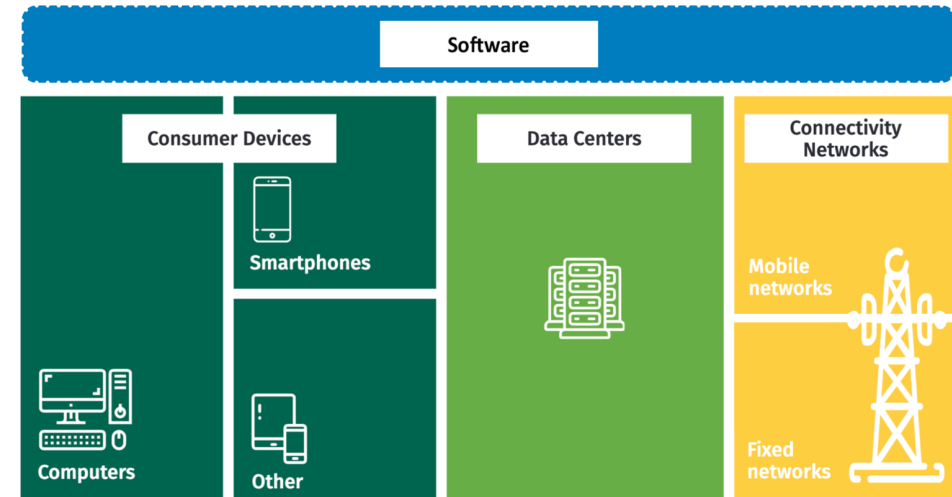
Euroopan unionin
osarahoittama



ICT-alan suurimmat päästölähteet



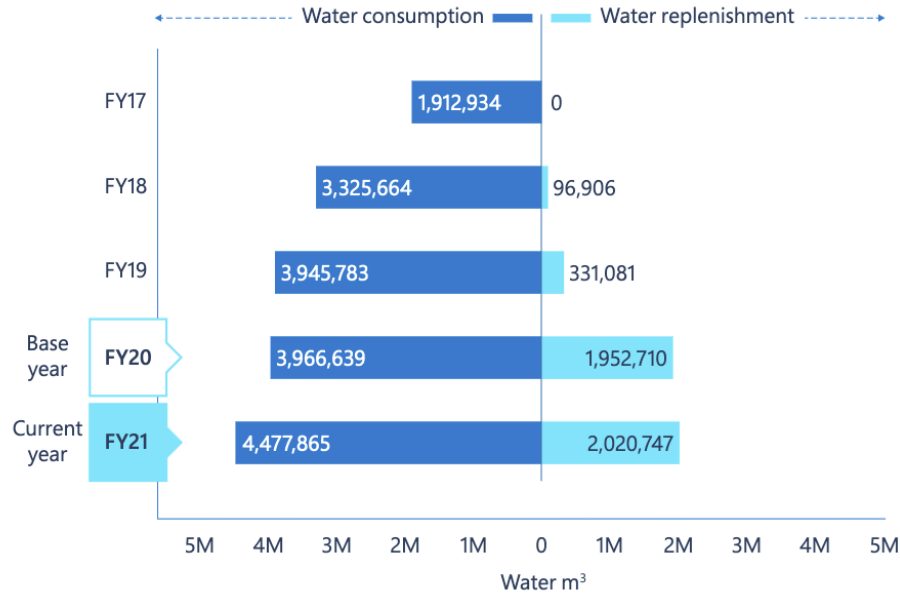
GeSI, SMARTer2030 (2015)



Partanen, L., Sipilä, A., Haque, Md S. & Porras, J. Mapping of the system of software related emissions and shared responsibilities. Based on Ayers, Seth; Ballan, Sara; Gray, Vanessa; McDonald, Rosie. *Measuring the Emissions and Energy Footprint of the ICT Sector : Implications for Climate Action* ((English). Washington, D.C. : World Bank Group.

Vedenkäyttö

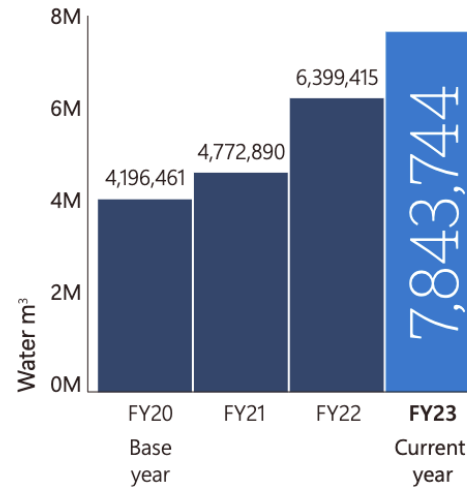
Microsoftin kestävyysraportti 2021 ja 2024



Water Table 1—Measuring our annual water consumption informs our replenishment targets

In FY23, our water consumption increased in alignment with our business growth. This data from our operations informs the amount of water we need to replenish. See p28 for more information.

Total water consumption

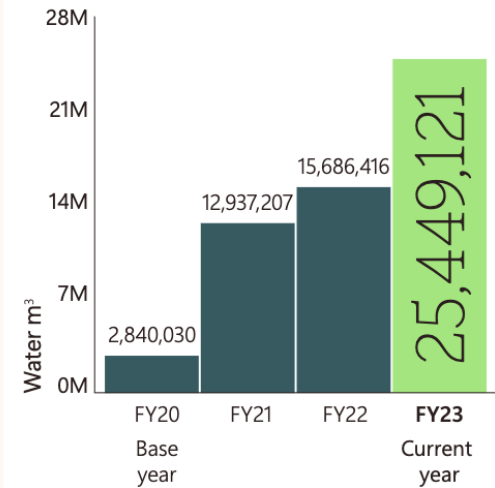


Find out more in our Data Fact Sheet

Water Table 2—Replenishing more water than we consume

Since year one, we have contracted 49 replenishment programs in water-stressed basins, which are expected to deliver more than 61 million m³ of replenishment volume over their lifetime.

Total contracted volume water replenishment



Find out more in our Data Fact Sheet

<https://www.microsoft.com/en-us/corporate-responsibility/sustainability/report#areaheading-8204523e-2492-4399-9801-7634d4c0bba4>

VISIIRI.



Euroopan unionin osarahoittama

Vedenkäyttö

Google Environmental Report 2024

TARGET

Replenish 120% of the freshwater volume we consume, on average, across our offices and data centers by 2030

Year set: 2021; Target year: 2030

2023 PROGRESS

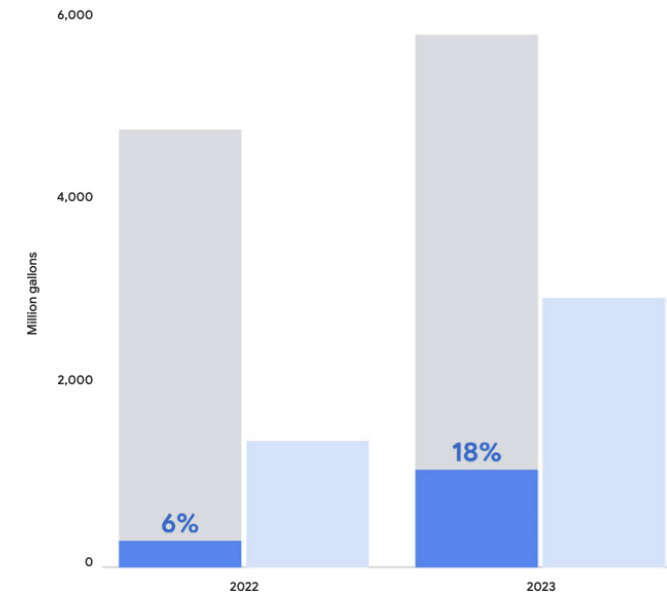
1 billion gallons of water replenished, or 18% of our 2023 freshwater consumption

TREND

We estimate that our water stewardship projects replenished approximately 1 billion gallons of water¹⁴⁷ in 2023 alone, increasing our freshwater replenishment from 6% in 2022 to 18% in 2023. This is the result of adding 36 new water stewardship projects to our replenishment portfolio—nearly doubling the portfolio size from 38 projects in 2022 to 74 projects in 2023.

DETAILS

Water replenished annually as a percentage of the amount of freshwater we consume each year at our offices and data centers (i.e., excluding seawater and reclaimed wastewater).¹⁴⁸ Replenishment benefits are counted from projects that are active within the watersheds that our operations rely on and that have confirmed volumetric benefits from the reporting year.



Legend

- Total freshwater consumption for offices and Google-owned and -operated data centers
- Estimated water replenished
- Capacity of all contracted water replenishment projects once fully implemented

Muita ympäristövaikutuksia

Google
Environmental
Report 2024

Goal

Reduce food waste by 50% across U.S. and Europe operations by 2030²⁹

75%

Reduction in food waste intensity—a measure of food waste as a percentage of total food handled by weight—in Europe operations compared to a 2021 baseline

28%

Reduction in food waste intensity in U.S. operations compared to a 2021 baseline

Amazon
Sustainability Report
2023

Amazon Delivery Packaging by Type

We aim to increase the number of products that ship in the manufacturers' original packaging without additional packaging, as well as select lighter, right-sized options to reduce our packaging footprint.



Data represents shipments from the Amazon fulfillment network fulfilled through Amazon-owned and -operated fulfillment centers across Canada, France, Germany, Italy, the Netherlands, Poland, Spain, Sweden, the UK, and the U.S.

TARGET

Use recycled or renewable material in at least 50% of plastic used across our consumer hardware product portfolio by 2025

Year set: 2020; Target year: 2025

2023 PROGRESS

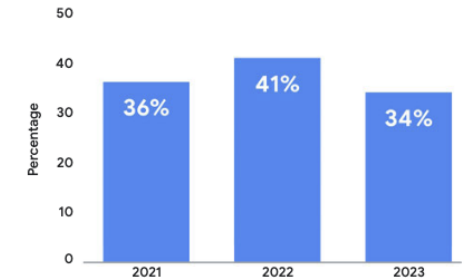
34% of the plastic Google used in products manufactured was recycled content¹⁶⁶

TREND

The percentage of plastic used in our manufactured consumer hardware products that was recycled content decreased from 41% in 2022¹⁶⁷ to 34% in 2023¹⁶⁸ due to changes in our product mix. Some product types use less plastic than others, which can reduce opportunities to use recycled content. This change in product mix contributed to the decrease in overall recycled-content plastics across our portfolio. We're continuing to explore ways to use more recycled content across plastics in our product portfolio.

Legend

● Percentage of recycled or renewable material in plastic used in Google products manufactured each year



DETAILS

Includes the minimum percentage of recycled or renewable plastic content calculated as a percentage of total plastic (by weight) in Google's consumer hardware portfolio for products manufactured in a given year. The following may be excluded from the calculation of percentage: printed circuit boards, labels, cables, connectors, electronic components and modules, optical components, electrostatic discharge components, electromagnetic interference components, films, coatings, and adhesives. Renewable content consists of plastic made from bio-based material. This target doesn't include third-party products such as the Nest x Yale Lock.

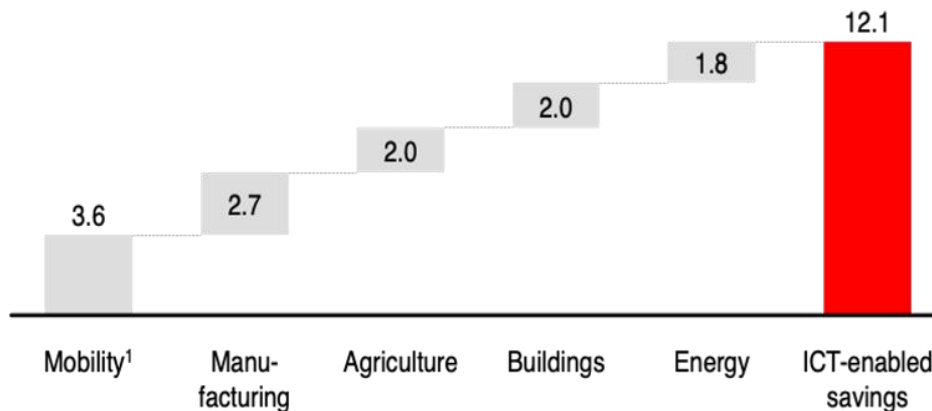
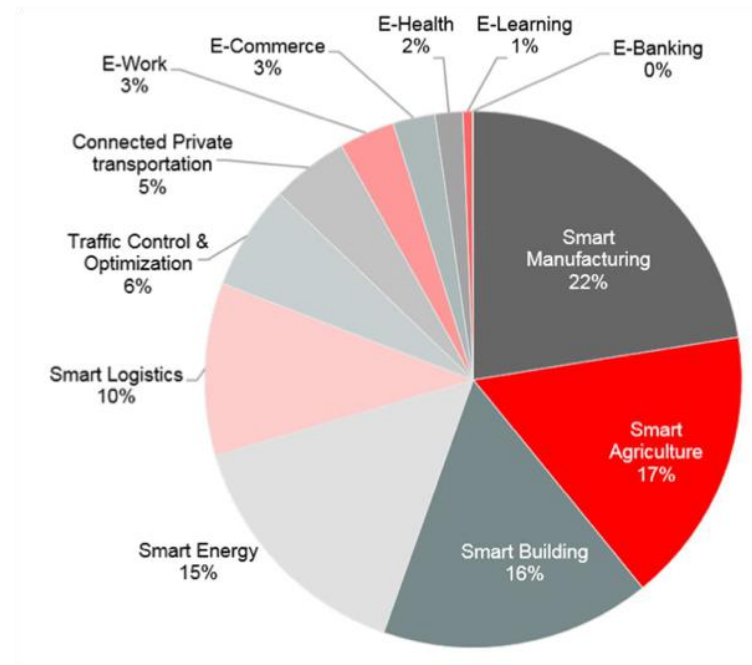
VISIIRI.



Euroopan unionin
osarahoitama

Kädenjälkipotentiaali

GeSI SMARTter2030 raportin arviot ICT-ratkaisujen mahdollistamista päästövähennyksistä muilla aloilla



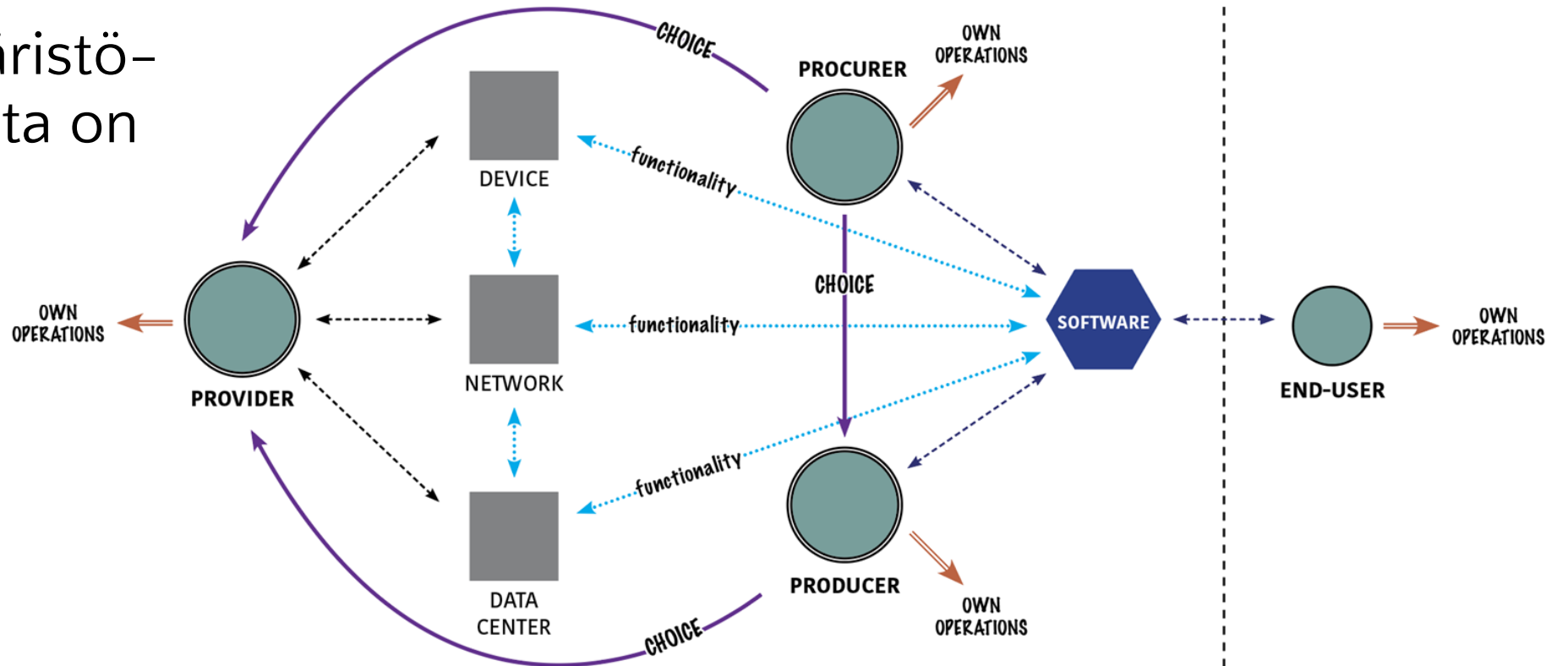
VISIIRI.



Euroopan unionin osarahoittama

Vastuuajattelu

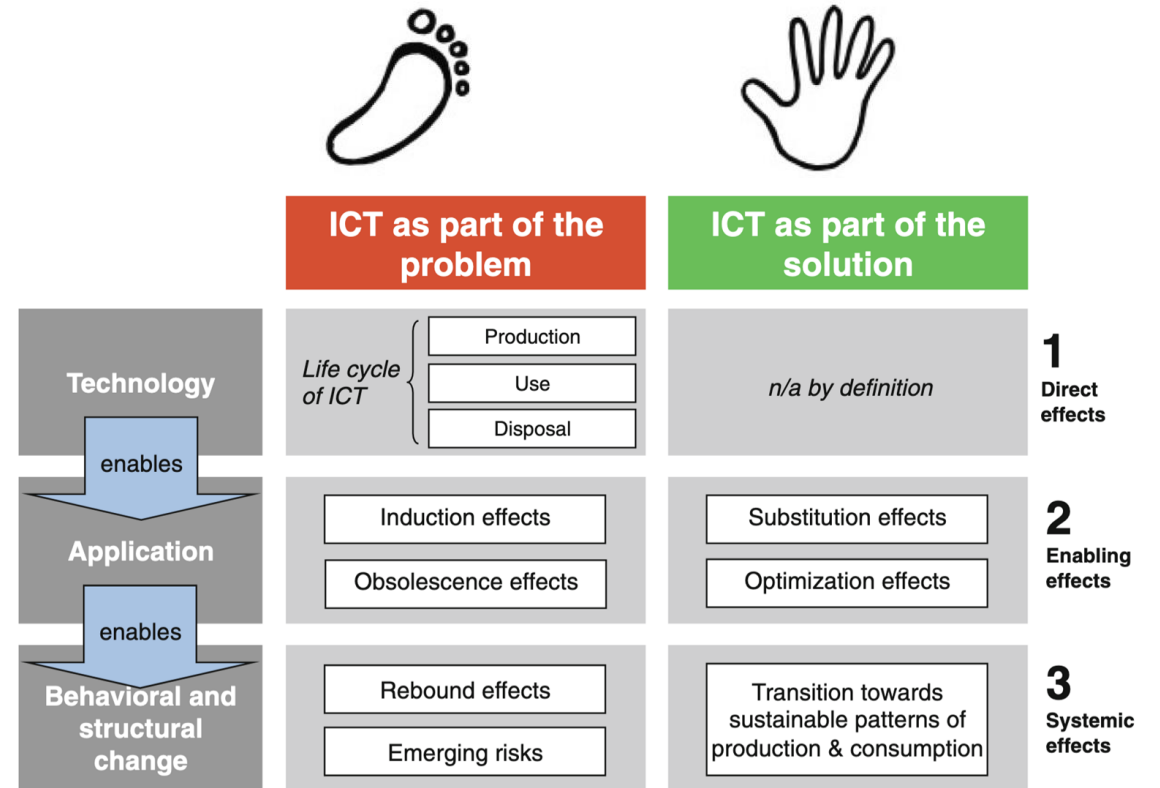
Kuka ympäristö-
vaikutuksista on
vastuussa?



Vaikutusten aikaskaala

Vaikutukset voivat tapahtua kolmella eri aikaskaalalla (orders of impact)

- **Suorat vaikutukset** – kun vaikutus on välitön tarkasteltavan kohteen suhteen. Esim. tietokoneen elinkaari: valmistus, käyttö ja käytöstä poisto tai verkkokauppa-alusta ja sen kehittäminen ja käyttö ja käytöstä poisto.
- **Epäsuorat vaikutukset** – kun vaikutus seuraa tarkasteltavan kohteen käytöstä. Esim. tietokoneen ja ICT-infrastruktuurin avulla voidaan lähettää e-lasku paperilaskun sijasta (korvausvaikutus) tai verkkokauppa voi lisätä kulutusta ja näin tuotteiden valmistusta (induktiovaikutus)
- **Rakenteelliset vaikutukset** – kun vaikutus johtaa käytöksen muutokseen yksilön tai yhteisön tasolla. Esim. verkkokauppa ja nopeat toimitusajat muokkaavat ihmisten käyttäytymistä tai e-laskun käyttö johtaa kirjepostin vähenemiseen ja sitä kautta postinjakeluun.



Hilty L. and Aabischer B.: ICT Innovations for Sustainability, Springer, 2013

Kestävyyden viisi dimensiota

- **Yksilöllinen kestävyys** tarkoittaa inhimillisen pääoman ylläpitämistä (esim. terveys, koulutus, taidot, tiedot, johtajuus ja palvelujen saatavuus).
- **Sosiaalinen kestävyys** tähtää yhteiskunnallisten yhteisöjen solidaarisuuden ja palveluiden säilyttämiseen.
- **Taloudellinen kestävyys** tähtää pääoman ja lisäarvon säilyttämiseen.
- **Ympäristön kestävyys** tarkoittaa ihmisten hyvinvoinnin parantamista suojelemalla luonnonvaroja: vettä, maata, ilmaa, mineraaleja ja ekosysteemipalveluita.
- **Tekninen kestävyys** tarkoittaa tiedon, järjestelmien ja infrastruktuurin pitkäikäisyyttä ja niiden riittävää kehitystä ympäristön muuttuvien olosuhteiden mukaan.

Penzenstadler, B., Raturi, A., Richardson, D. & Tomlinson, B.: Safety, security, now sustainability: The nonfunctional requirement for the 21st century. IEEE software, 31(3):40–47 (2014).

Becker C., Chitchyan R., Duboc L., Easterbrook S., Penzenstadler B., Seyff N., Venters C.C.: Sustainability design and software: The karlskrona manifesto. IEEE (2015), pp. 467–476 (2015).

2-3-5² muistisääntö

- Vaikutusten **kaksi** puolta
 - jalanjälki
 - kädenjälki
- Vaikutusten **kolme** aikaskaalaa
 - suorat vaikutukset (first order effects)
 - epäsuorat vaikutukset (second order effects)
 - rakenteelliset vaikutukset (third order effects)
- Numerolla **viisi** kaksi merkitystä
 - ympäristövaikutukset, luontojalanjäljen viisi osa-alueita
 - maan- ja vedenkäyttö, luonnonvarojen suora hyödyntäminen, ilmastonmuutos, saasteet, vieraslajien leviäminen
 - linkitys muihin kestävyysulottuvuuksiin, viisi dimensiota
 - yksilöllinen, sosiaalinen, ekologinen, taloudellinen, tekninen

Kestävyyssajattelu

- Kestävyys ei ole irrallinen, yksittäinen asia, vaan osa kaikkea tekemistä
- Kestävyyssajattelu on näkemistä lähelle ja kauas
- Kestävyyttä tulee lähestyä paitsi systeemisesti, myös systemaattisesti
- Kestävä toiminta on järkevää toimintaa

Lähteitä

IPBES: Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. IPBES secretariat, Bonn, Germany. 56 pages (2019)

Penzenstadler, B., Raturi, A., Richardson, D. & Tomlinson, B.: Safety, security, now sustainability: The nonfunctional requirement for the 21st century. IEEE software, 31(3):40–47 (2014).

Becker C., Chitchyan R., Duboc L., Easterbrook S., Penzenstadler B., Seyff N., Venters C.C.: Sustainability design and software: The karlskrona manifesto. IEEE (2015), pp. 467-476 (2015).

The World Bank and ITU: Measuring the Emissions & Energy Footprint of the ICT Sector: Implications for Climate Action. Washington, D.C. and Geneva (2024).

Global e-Sustainability Initiative: #SMARTer2030. ICT Solutions for 21st Century Challenges.

https://smarter2030.gesi.org/downloads/Full_report.pdf

Hilty L.M., Aebischer B.: ICT for sustainability: An emerging research field ICT Innovations for Sustainability. Springer (2015), pp. 3-36 (2015).

Duboc L., Penzenstadler B., Porras J., Kocak S. A., Betz S., Chitchyan R., Leifler O., Seyff N. & Venters C. C.: Requirements engineering for sustainability: An awareness framework for designing software systems for a better tomorrow. Requirements Engineering 25, 4 (2020), 469–492 (2020).

Kiitos.

Laura Partanen
laura.partanen@lut.fi

