

GreenICTComp



ICT ja ilmasto, 2/4



CC-4-BY



GreenICTComp

ICT-alan jalanjälkivaikutukset



ICT ja ilmasto

4.9.2024, klo 16:00-19:00

JALANJÄLKI

ICT-alan tärkeimmät ilmastonmuutosta kiihdyttävät seikat ja niiden ymmärtäminen osana tietoyhteiskuntakehitystä. Mikä on ilmastonmuutos? Mitä on ICT? Mikä on jalanjälki?

18.9.2024, klo 16:00-19:00

JALANJÄLKIVAIKUTUSTEN LINKITTYMINEN

ICT-alan jalanjälkivaikutusten aikaskaala, linkittyminen muihin yhteiskunnan toimintoihin sekä vastuu vaikutuksista.

9.10.2024, klo 16:00-19:00

KÄDENJÄLKI JA MUUT KESTÄVYYDEN DIMENSIOT

ICT-alan kädenjälkivaikutukset eri aloilla, kuten liikkuminen, logistiikka, maatalous, teollisuus ja älyteknologiat. ICT-alan merkitys ilmasto- ja ympäristötyössä. Edellisten pohjalta alan suurimmat tunnistetut haasteet ja niiden rajaaminen kestävyysongelmiksi.

30.10.2024, klo 16:00-19:00

SUSTAINABILITY MINDSET JA YHTEENVETO

Edellisiin kertoihin pohjaten mitä voisi tehdä toisin? Yhteenveto ja koulutuksen aikana tehtyjen tehtävien esittely.



Tavoiteltavat oppimistulokset

- Tämän luentokerran jälkeen:
 - Opiskelijat ymmärtävät ICT:hen ja ICT-pohjaisiin palveluihin liittyvät päästöt
 - Opiskelijat tiedostavat vastuujattelun



Luennon agenda

- Kotitehtävän purku
- Elinkaariajattelu
 - Lifecycle analysis (LCA)
- Ecodesign - kestävä suunnittelu
- Laitteet ja niiden vaikutus ympäristöön
- Ohjelmistot ja niiden vaikutus
- Vastuu ICT-alan päästöistä

- Kotitehtävä

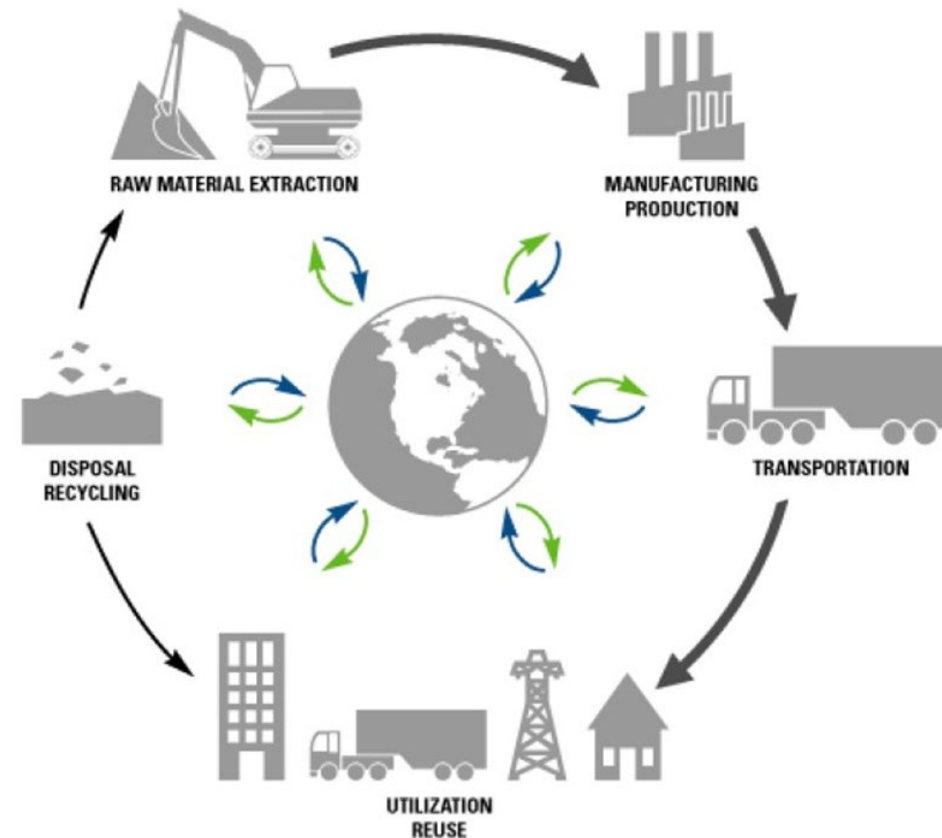


LCA



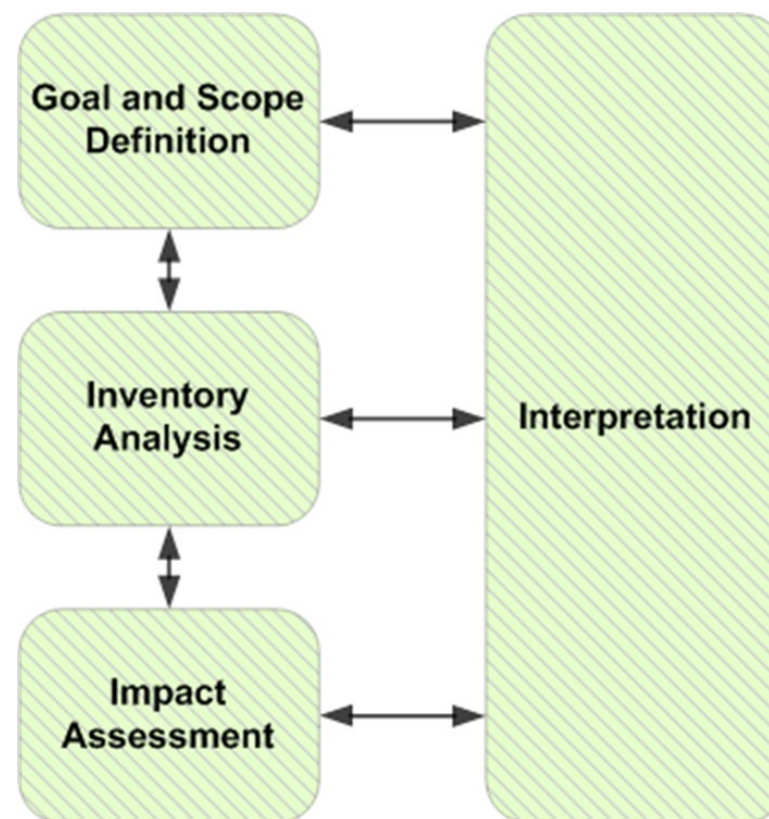
Elinkaari

- Sisältää tuotteen tuotannon, käytön ja käytöstä poiston kaikki vaiheet
- Alun perin kehitetty tuotantotaloudellisista syistä (AMC - JEEP)
- Talouden lisäksi käytetään ympäristövaikutusten arviointiin, LCA



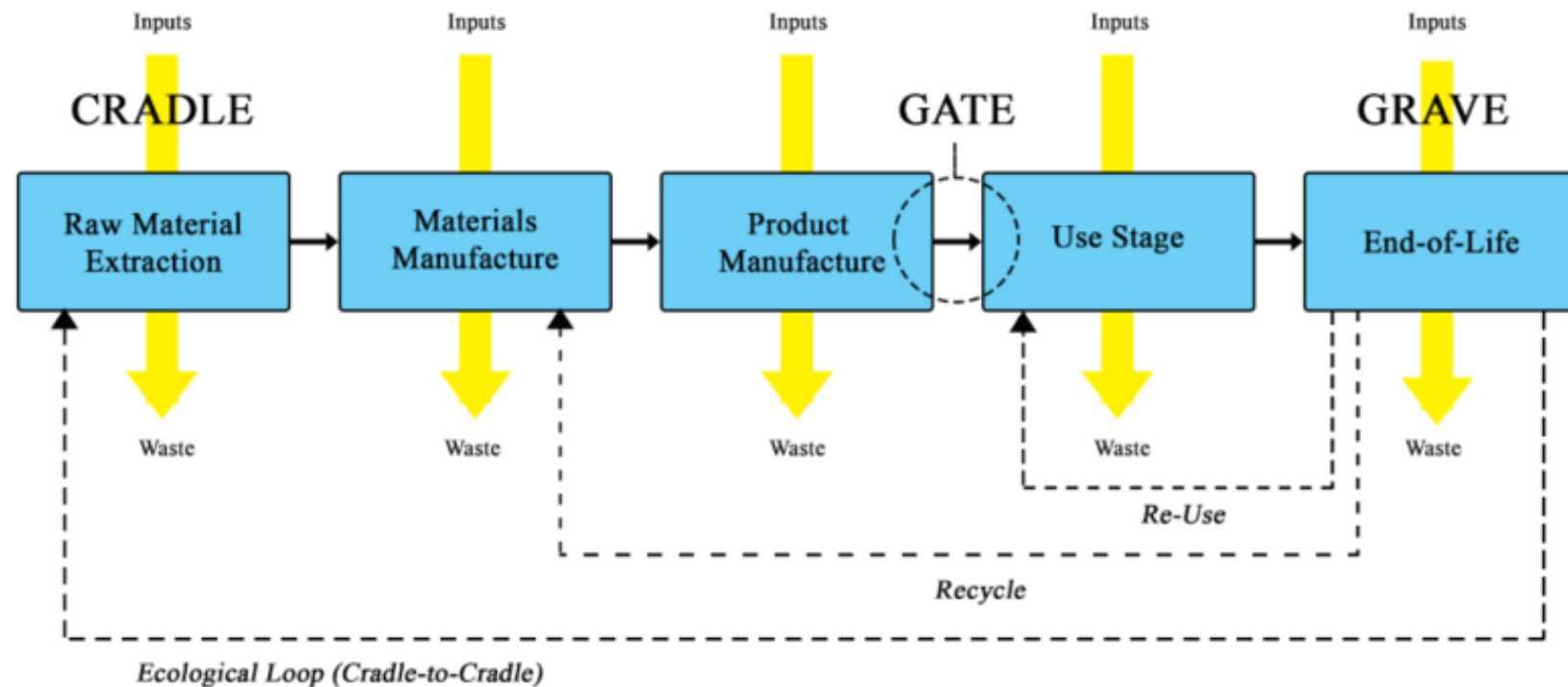
Elinkaarianalyysi (LCA)

- ISO 14040-14044
- Kehdosta hautaan –malli
- Ihmisterveys
- Energia ja materiaalit inventointi
- Ekstraktio ja päästöt
- Arvo- ja tuotantoketjut
 - Tavoite ja laajuus määrittely
 - Energia/materiaali-inventaarioanalyysi
 - Vaikuttavuusanalyysi
- Standardi on löyhä, laaja vaihtelu



Elinkaarianalyysin kuvaus

- Kehdosta hautaan -> kehdosta kehtoon
- Joka vaiheessa on syötteitä ja hukkaa
- Pyritään lyhyisiin looppeihin



Ecodesign





https://youtu.be/A_LNOK5JsFI?feature=shared

Ecodesign asetetus (ESPR)

- Ecodesign for Sustainable Products Regulation (ESPR) astui voimaan 18.7.2024
- ESPR:n tavoitteena on edistää merkittävästi kiertotaloutta, energiatehokkuutta ja muita ympäristökestävyyteen liittyviä tekijöitä erilaisten fyysisten tuotteiden kohdalla (vaatteet, auton renkaat, tietokoneet)
- ESPR huomioi koko elinkaaren – valmistus, käyttö, poisto



Ecodesign asetukset (ESPR)

Ensimmäisessä työsuunnitelmassa, joka on hyväksyttävä viimeistään 19 päivänä huhtikuuta 2025, komissio priorisoi seuraavat tuoteryhmät:

- a) rauta ja teräs,
- b) alumiini,
- c) tekstiilit, erityisesti vaatteet ja jalkineet,
- d) huonekalut, mukaan lukien patjat,
- e) renkaat,
- f) pesu- ja puhdistusaineet,
- g) maalit,
- h) voiteluaineet,
- i) kemikaalit,
- j) energiaan liittyvät tuotteet, joille ekologisen suunnittelun vaatimuksia asetetaan ensimmäistä kertaa tai joille direktiivin 2009/125/EY nojalla hyväksytyjä nykyisiä toimenpiteitä tarkastellaan uudelleen tässä asetuksessa, ja
- k) tieto- ja viestintäteknikan tuotteet ja muu elektroniikka.



Ecodesign asetukset (ESPR)

- ESPR ottaa käyttöön digitaalisen tuotepassin (DPP), joka tallentaa asiaankuuluvaa tietoa tuotteiden kestävyys- ja ympäristömerkittävyyden tukemiseksi, edistää niiden kiertokulkua ja vahvistaa lainmukaisuutta.
- Ensimmäistä kertaa EU:ssa ESPR ottaa käyttöön myymättömien tekstiilien ja jalkineiden hävittämiskiellon ja avaa tien vastaaville kielloille muilla aloilla, jos todisteet osoittavat, että niitä tarvitaan.
- ESPR auttaa ohjaamaan julkisia hankintoja kestävämpään suuntaan vihreiden hankintakriteerien (Green Public Procurement) asettamisella.

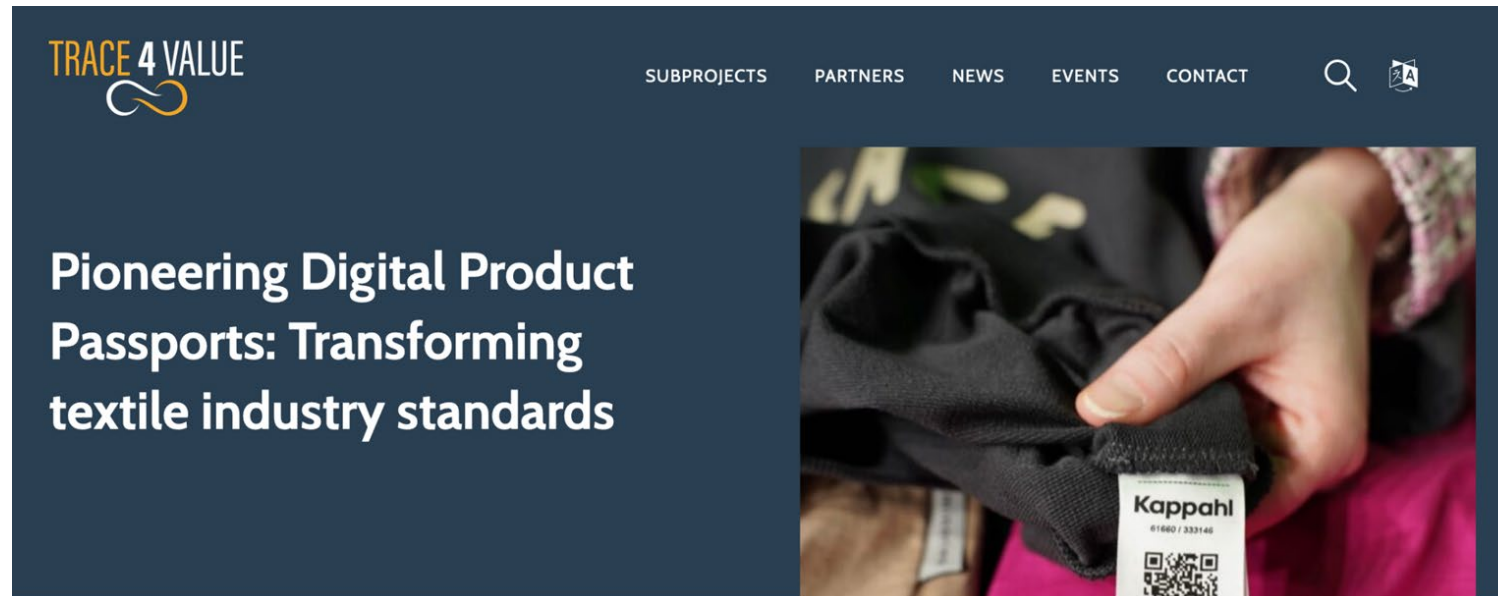


Digital Product Passport (DPP)

- Tuotteiden yksilöllinen tunnistaminen on keskeinen osatekijä jäljitettävyyden mahdollistamisessa koko toimitusketjussa. Siksi digitaalinen tuotepassi olisi linkitettävä yksilölliseen tuotetunnisteeseen.
- Digitalisoidut tiedot tuotteesta ja sen elinkaaresta tai tapauksen mukaan sen passista olisi oltava helposti saatavilla skannaamalla tietoväline, kuten vesileima tai QR-koodi.



DPP esimerkki



The screenshot shows the TRACE 4 VALUE website interface. At the top left is the TRACE 4 VALUE logo. The navigation menu includes SUBPROJECTS, PARTNERS, NEWS, EVENTS, and CONTACT. A search icon and a small logo are on the right. The main content area features the headline "Pioneering Digital Product Passports: Transforming textile industry standards" and a photograph of a hand holding a dark grey Kappahl garment with a white digital product passport tag. The tag contains the brand name "Kappahl", the identification number "01060 / 333140", a QR code, and the size "86/92".

In alignment with the EU Strategy for Sustainable and Circular Textiles, the Ecodesign for Sustainable Product Regulation (ESPR) mandates that all textiles sold within the EU by 2027-2028 must be accompanied by digital product passports (DPPs). These passports provide comprehensive information about the product and its materials throughout its lifecycle, necessitating a robust technical architecture and infrastructure to facilitate seamless data sharing across the value chain. Our pilot project is innovating the DPP system.

<https://trace4value.se/subproject/digital-product-passport-in-textile/>



Merkinnot (esimerkiksi tietokone)

- Jotta kuluttajia voidaan kannustaa tekemään kestäviä valintoja, merkeissä olisi annettava selkeitä ja helposti ymmärrettäviä tietoja, jotka mahdollistavat tuotteiden tehokkaan vertailun, esimerkiksi osoittamalla suoritustasoluokat.
- Erityisesti kuluttajille fyysiset merkit voivat olla lisätietolähde myyntipaikassa. Niiden olisi tarjottava kuluttajille nopea visuaalinen perusta, jonka avulla he voivat vertailla tuotteiden suoritustasoa suhteessa yhteen tai useampaan tuoteparametriin.
- Energiamerkit ovat toimiva väline, josta kuluttajat saavat asianmukaiset tiedot energiaan liittyvistä tuotteista.



Käytöstä poiston huomioiminen

- Jotta myymättä jääneiden kulutustuotteiden hävittämistä voitaisiin hillitä, olisi käytöstä poistettujen, myymättä jääneiden kulutustuotteiden vuotuinen lukumäärä ja paino ilmoitettava vähintään toimijan omalla verkkosivustollaan ja sen tulisi olla helposti saatavilla.
- Tämä avoimuusvelvoite ei koske mikro- ja pk-yrityksiä.



Kestävät tuotteet ESPR:n mukaan

- Kuluttaa vähemmän energiaa
- Kestää pidempään
- Voidaan helposti korjata
- Osat voidaan helposti purkaa ja ottaa jatkokäyttöön
- Sisältää vähemmän huolta aiheuttavia aineita
- Voidaan helposti kierrättää
- Sisältää enemmän kierrätettyä sisältöä
- Tuotteen hiili- ja ympäristöjalanjälki on pienempi koko elinkaarensa aikana



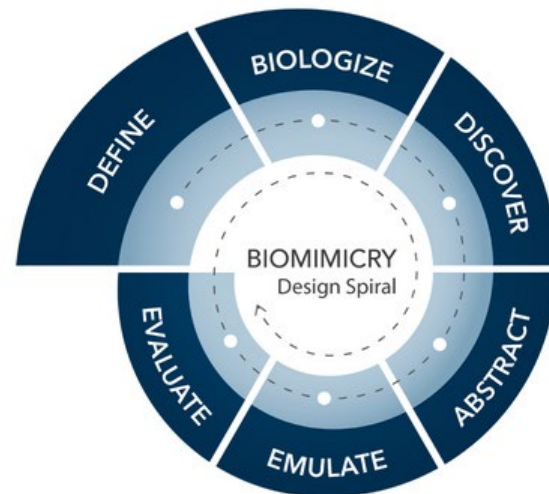
Digitalisaation merkitys

- Digitaalisuus mainitaan ESPR:ssä **170 kertaa**.
- Asetuksessa mainitaan, että “sementtiteollisuus on yksi energia-, materiaali- ja hiili-intensiivisimmistä aloista, ja tällä hetkellä sen osuus maailman hiilidioksidipäästöistä on noin 7 prosenttia ja unionin hiilidioksidipäästöistä noin 4 prosenttia.”
- Arvioiden mukaan ICT-alan osuus globaaleista päästöistä on noin 2-4 prosenttia.
- ICT-alan kaksoisrooli – huomioitava alan rooli muiden alojen päästöjen vähennyksessä (esim. DPP), mutta samaan aikaan huomioitava alan omat päästöt.



Biomimetiikka

- Biomimetiikalla (biomimetics, biomimicry) tarkoitetaan luonnon matkimista teknologissa ratkaisuisa, joilla pyritään parantamaan tai kehittämään kokonaan uudenlaisia materiaaleja ja tuotteita sekä kohentamaan elämisen laatua.



<https://biomimicry.org/what-is-biomimicry/>



Laitteet



Laitekategoriat

- Pöytälaiteet - käyttäjälaiteita, kuten pöytälaite, läppäri, tääpääri, puhelin yms.
- Verkkoinfrastruktuuuri - Runkoverkkolaiteet, kuten datakaapelit, reitittimet, langattomat lähettimet yms.
- Palvelimet ja datakeskukset - taustalaiteita, mahdollistavat esim pilvipalvelut, massadatan käsittelyn, tekoälyn
- TV ja muu viihde - mikrosirun sisältävät viihdelaitteet
- IoT - mikrosirun sisältävät teollisuuslaitteet yms.
- Robotiikka - mm. sähköautot



Yleistä laitteiden päästöistä

Päästöjen jakautuminen eri laitekategorioissa elinkaaren eri osiin on myös suhteessa laitteen käyttöikäen (Ericsson (2015)). Käyttäjien päätelaitteiden päästöt jakautuvat tutkimuksesta riippuen valtaosin valmistuksen päästöjen tai lähes tasan valmistuksen päästöjen ja käytönaikaisten päästöjen kesken, kun taas verkkoinfrastruktuurin ja datakeskusten osalta käytönaikaiset päästöt muodostavat usein suurimman osan laitekategorian päästöistä.

Kolmen vuoden käyttöiällä läppärin energiankulutuksesta n 70 % tulee käyttövaiheen ulkopuolelta. Puhelimen kohdalla luku on 80 %. (EU GPP tekninen taustapaperi)



Elinkaarta ennen: suunnittelu

- Suunnittelulla voidaan vaikuttaa päästöihin monella tavalla, kuten Ecodesign-osiossa kerrottiin
- Päästöjen lisäksi mm.
 - Materiaalien käyttö
 - Osien vaihdon mahdollisuus
 - Korjattavuus
 - Kestävyys
- Ohjelmistoissa suunnittelulla voidaan vaikuttaa noin 80 % kaikista sen päästöistä (Anna Savisaari:
<https://www.youtube.com/watch?v=CzRAtdaaffU>)



Elinkaari 1: Raaka-aineet

ICT-laitteessa on 800-1000 eri materiaalia

- Harvinaiset maametallit
 - Lantaani, Neodyymi, Yttrium yms.
- Myrkyt
 - BFA, kevyt- (litium, strontium) ja raskasmetallit (elohopea, kadmium, lyijy), polyvinyylit, heksavalentti kromi
 - Bioakkumuloituvia - kertyvät elimistöön
 - Biorikastuvia - kertyvät ravintoverkon suurpetoihin
 - Karsinogeenisiä - aiheuttavat syöpiä
 - RoHS ja REACH -direktiivit
- Konfliktimineraalit
 - Tina, tantalumi, tungsteeni, kulta, (kupari)
 - Tuotetaan haavoittuvilla alueilla, kuten Keski-Afrikka ja Kaakkois-Aasia
 - Geopoliittisia vaikutuksia, aiheuttavat sotia ja proksi-konflikteja

Noin 20 % kierrätettyjä materiaaleja

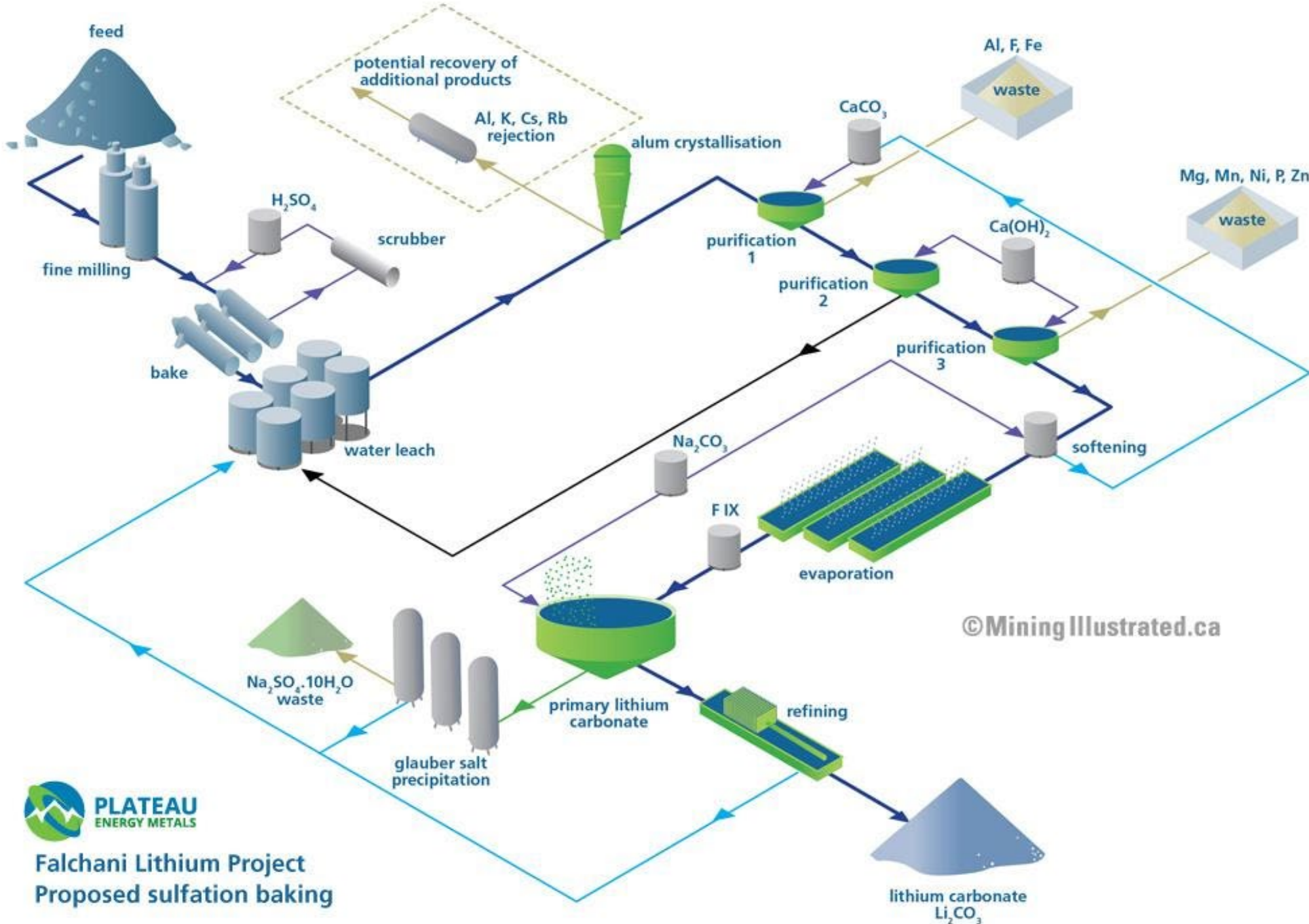


Elinkaari 2: Tuotantoketjut

ICT-alan tuotantoketjut ovat laajoja

- Raaka-aineet jalostetaan, jalosteista tuotetaan yhdisteitä ja näistä rakennetaan osia, joista lopulta kasataan laite
- Tämän mahdollistaa globaali logistiikka, lähinnä merillä
- Esim. iPhoneen liittyy noin 1400 tuotantoketjua, 50 maata
- Esim. tietokonesiruteollisuus ja sen valmistuslaitteiden tuotanto kattaa tuhansia yhtiöitä ympäri maailman (Peter Zeihan: <https://www.youtube.com/watch?v=mfAKSPbhdhU>)
- Esim. Litiumin tuotantoketju seuraavalla kalvolla





©Mining Illustrated.ca

PLATEAU ENERGY METALS
Falchani Lithium Project
Proposed sulfation baking

TIEKE
 TIETOYHTEISKUNNAN KEHITTAMISKESKUS RY

LUT University

UNIVERSITY OF EASTERN FINLAND

TURKU AMK

OPETUSHALLITUS RAHOITTA HANKETTA

Elinkaari 3: Valmistus

Hienoelektroniikan valmistus on vesi- ja energiantensiivistä

- Lämpö: 331 kg CO²e, 190 000 l vettä, 1200 kg maa-ainesta
- Puhelin: 58-86 kg CO²e, 14 000 l vettä,

Valmistus tapahtuu kolmannessa maailmassa

- Vähemmän päästörajoituksia
- Likaisempi energiantuotanto



Elinkaari 4: Käyttö

- Käyttäjien päätelaitteiden elinikä vaihtelee tyypillisesti 3-8 vuoden välillä (<https://www.webformix.com/tech-device-lifespan/>). Joillakin laitteilla, kuten PC, voi olla pidempi elinkaari kuin vaikkapa puhelimilla, joiden keskimääräinen elinikä on vain n. 2,5 vuotta (<https://everphone.com/en/blog/smartphone-lifespan/>).
- Palvelinten osalta elinkaari on hieman päätelaitteita pidempi, n. 7-10 vuotta (<https://www.curvature.com/resources/blog/how-long-do-servers-last/>)
- Datakeskusten elinkaari on vielä palvelimia pidempi, n. 10-15 vuotta (<https://info.pcxcorp.com/blog/when-is-the-right-time-to-expand-your-companys-data-center-design>), joskin joitakin datakeskuksia joudutaan päivittämään aiemmin kuin toisia.
- AI-sirujen sukupolven pituus on 6-9 kk.



Elinkaari 4: Käyttö

Verkkoinfrastruktuurin (langaton ja langallinen) osalta elinkaari on n. 10-15 vuotta (<https://brightlineit.com/replace-computer-hardware-and-networking-systems/>), joskin käyttäjien modeemien, kytkimien ja reitittimien elinikä on vain muutamia vuosia.



Elinkaari 5: Uusiokäyttö

Uusiokäytöllä voidaan vähentää ICT-alan ympäristövaikutuksia

- Leasing-sykli ja takuu yleensä 3 vuotta, vaikka laite on toimiva
 - Johtaa lyhyisiin elinkaariin
 - Mahdollistaa laitteelle uusiokäytön kautta pidemmän elinkaaren käyttövaiheen
- Uusiokäyttöön liittyy tehdaskunnostus
 - Mahdollisia osien vaihtoja
 - Usein akun vaihto
 - Tehdaskunnostuksen päästöt keskimäärin 6,34 % valmistuksen päästöistä (<https://circularcomputing.com/news/remanufactured-laptops-produce-only-6-34-of-co2/>)
- Uusiolaitteelle saa 6 kk - 3 v takuuta
- Myydään myös kuluttajamarkkinoille



Elinkaari 6: Käytöstäpoisto

- Elinkaaren loppu, kun laite ei ole käyttökelpoinen
- Vuoden 2007 tutkimus: 49 % käytetyksi elektroniikaksi merkitystä rahdista oli elektroniikkaromua ->
- Elektroniikkaromun rahtaaminen kolmanteen maailmaan yleistä
- Kierrätys
 - Pehmeä kierrätys: uudelleenkäytetään osia kokonaisina
 - Kova kierrätys: puretaan raaka-aineiksi ja käytetään uuden valmistukseen
- Käytöstäpoisto tulee ottaa huomioon suunnittelussa
- Modulaarinen laite mahdollistaa osittaisen käytöstäpoiston
 - Esim. Fairphone



Jätteet

- Elektroniikkajäte on maailman nopeimmin kasvava jätelaji
 - 53,6 Milj tonnia 2020
 - yli 100 Milj tonnia 2042 mennessä
- Monipuolisuuden takia vaikea kierrättää, teknisesti noin 80 %
- Kierrätysaste Suomessa noin 33 %
- Globaalisti noin 20 %
- Myrkyllisyyden vuoksi tuhoaa vesistöjä, pilaa maaperää ja kertyy ympäristöön



Suunniteltu vanheneminen

Suunniteltu vanheneminen on kulutustuotteiden teolliseen suunnitteluun tai muotoiluun liittyvä ilmiö, jossa tuotteen valmistaja suunnittelee tuotteen siten, että tuote menettää käyttökelpoisuutensa ennen kuin kuluttaja on käyttänyt tuotteen loppuun.

Trendin mukainen vanheneminen, Apple iPhoneen reunat

Tekninen vanheneminen, hehkulamppusalaliitto:
<https://www.youtube.com/watch?v=j5v8D-aIAKE>



Ohjelmistot

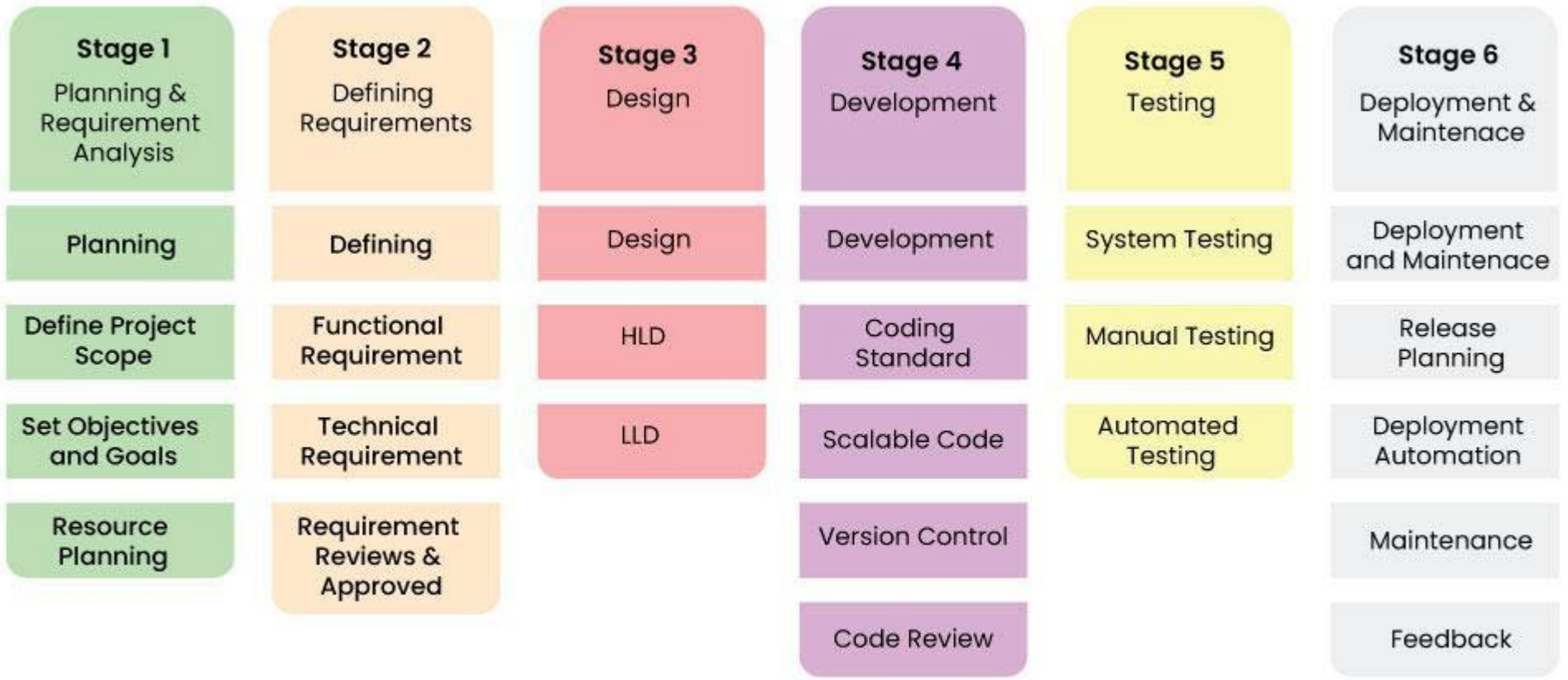


Ohjelmistojen kahdet kasvot

- Ohjelmistot samanlaisia kuin laitteet
 - Tuotteita (tai palveluita)
 - Ohjelmistoilla elinkaari
 - Valmistus - käyttö - poisto
- Ohjelmistot erilaisia kuin laitteet
 - Ohjelmistot ovat aineettomia
 - Ohjelmistot eivät itsessään kuluta energiaa vaan ovat aina sidoksissa (lue vaikuttavat) ajoympäristönsä käyttämään energiaan
 - Ohjelmistojen poisto ei sinällään tuota “jätteitä”



Ohjelmistojen elinkaari



6 Stages of Software Development Life Cycle

valmistus

käyttö

poisto

Ohjelmistojen "valmistus"

- Ohjelmistojen valmistus ei ole samanlainen likuhihnaproessi kuin fyysisten tuotteiden valmistus
 - Usein ohjelmistot räätälöidään asiakkaan tarpeisiin (vaatimusmäärittely)
 - Ohjelmiston toteutus riippuu ympäristöstä johon sitä toteutetaan
 - Toteutukseen kuluva aikaa on vaikea arvioida

Apotti-hankkeen hinta noussut jo yli 800 miljoonaan euroon – summa on 40 prosenttia alkuperäisarviota suurempi

Viimeisiä käyttöönottoja tekevä Apotti-hanke täytti kymmenen vuotta tänä vuonna. Rahaa hankkeeseen on kokonaisuudessaan kulumassa 229,5 miljoonaa euroa enemmän kuin alun perin arvioitiin.

8.11.2022



Ohjelmistojen valmistukseen kuluva aika

- Forbesin mukaan ohjelmistoprojektien aikaan vaikuttaa
 - Ohjelmiston konteksti ja monimutkaisuus
 - Terveysthuollon sovelluksella erilaiset vaatimukset kuin vaikkapa verkkokaupalla
 - Linkitys mahdollisesti aiempaan ratkaisuun
 - Datan siirto uuteen ympäristöön voi muodostua haasteeksi
 - Ominaisuuksien määrä, toimintojen kompleksisuus, toteutuksen haastavuus
 - Yksinkertainen sovellus 3-6kk, ..., monimutkainen sovellus 9kk-
 - Olemassaolevien ratkaisuiden hyödyntäminen
 - Täysin uusi UX/UI suunnittelu vaatii työtä ja aikaa
 - Vaatimusten “lopullisuus”
 - Ohjelmiston integrointi olemassa olevaan businessjärjestelmään

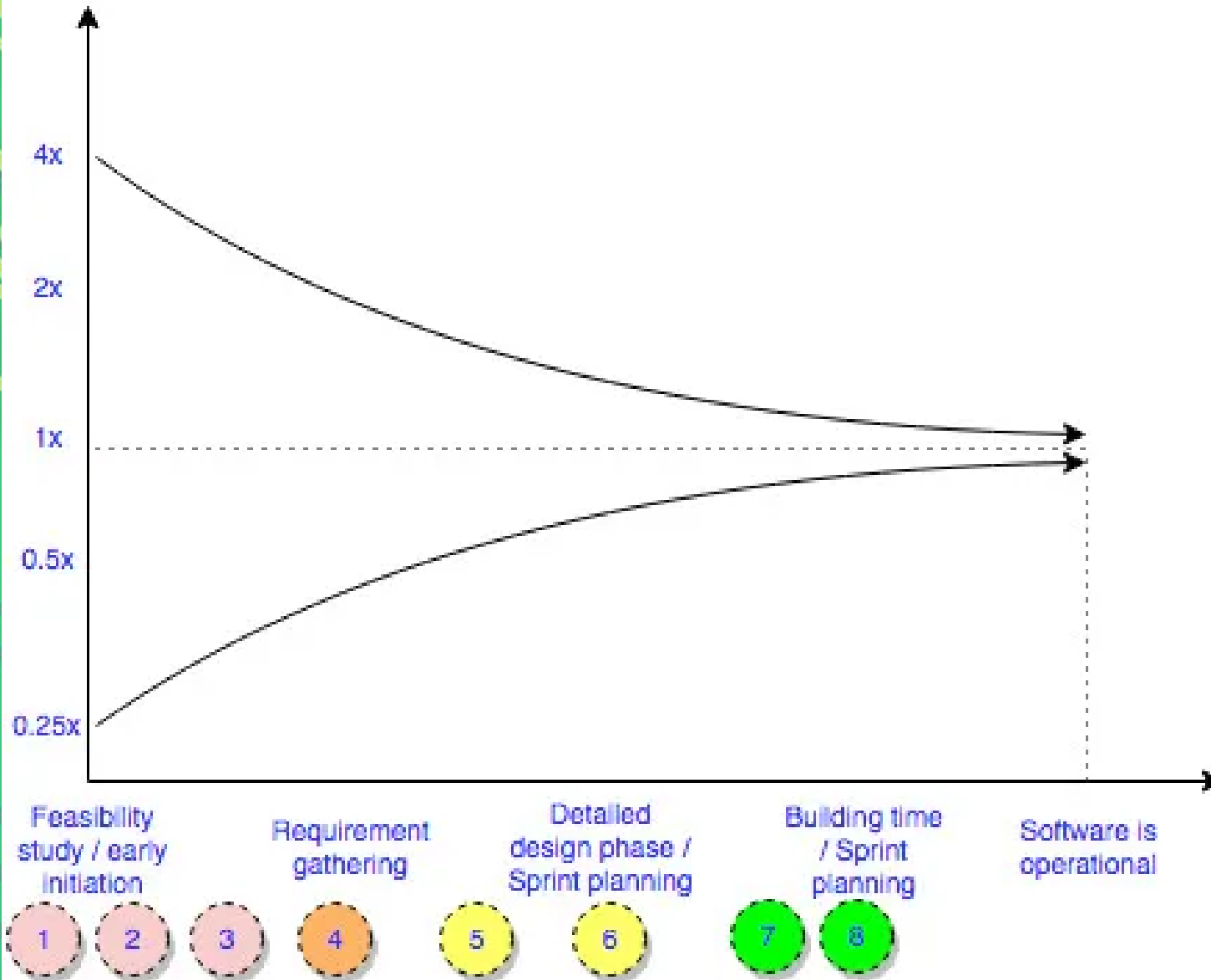


Mitä




Miten

Software estimation techniques on project phases

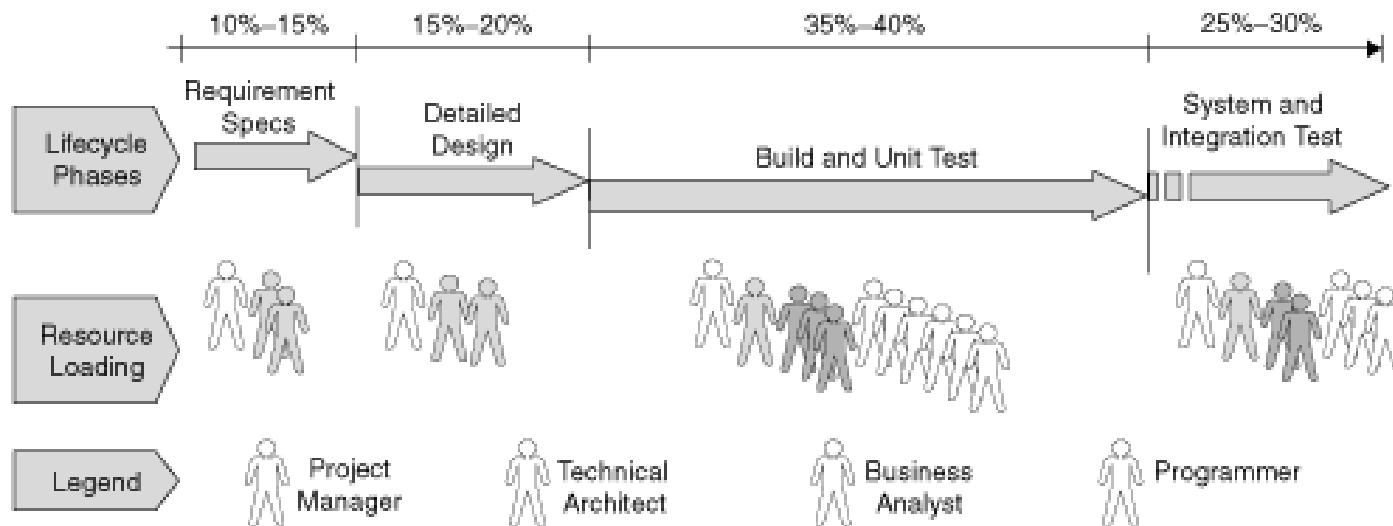


- 1 Analogy based estimation
- 2 Experienced Architects / Groups
- 3 Algorithms or parametric models
- 4 Decomposing requirements / features
- 5 Counting and computing
- 6 Experienced Senior Developers / Groups
- 7 Historical data from previous iterations
- 8 Bottom up / task level estimation

Pablo Iorio 

Aika-arviot ohjelmistokehityksen vaiheille

- Forbes
 - Vaatimukset ja suunnittelu - 2-4 viikkoa
 - Arkkitehtuuri ja kehitys - 3-6 kuukautta
 - Testaaminen - 3-6 viikkoa



PLANNING

2-3 WEEKS



BUSINESS ANALYSIS

APPLICATION DESIGN

UX DESIGN



2-3 WEEKS

3-4 WEEKS



UI DESIGN

APPLICATION DEVELOPMENT

BACK-END DEVELOPMENT



6-8 WEEKS

6-8 WEEKS



FRONT-END DEVELOPMENT

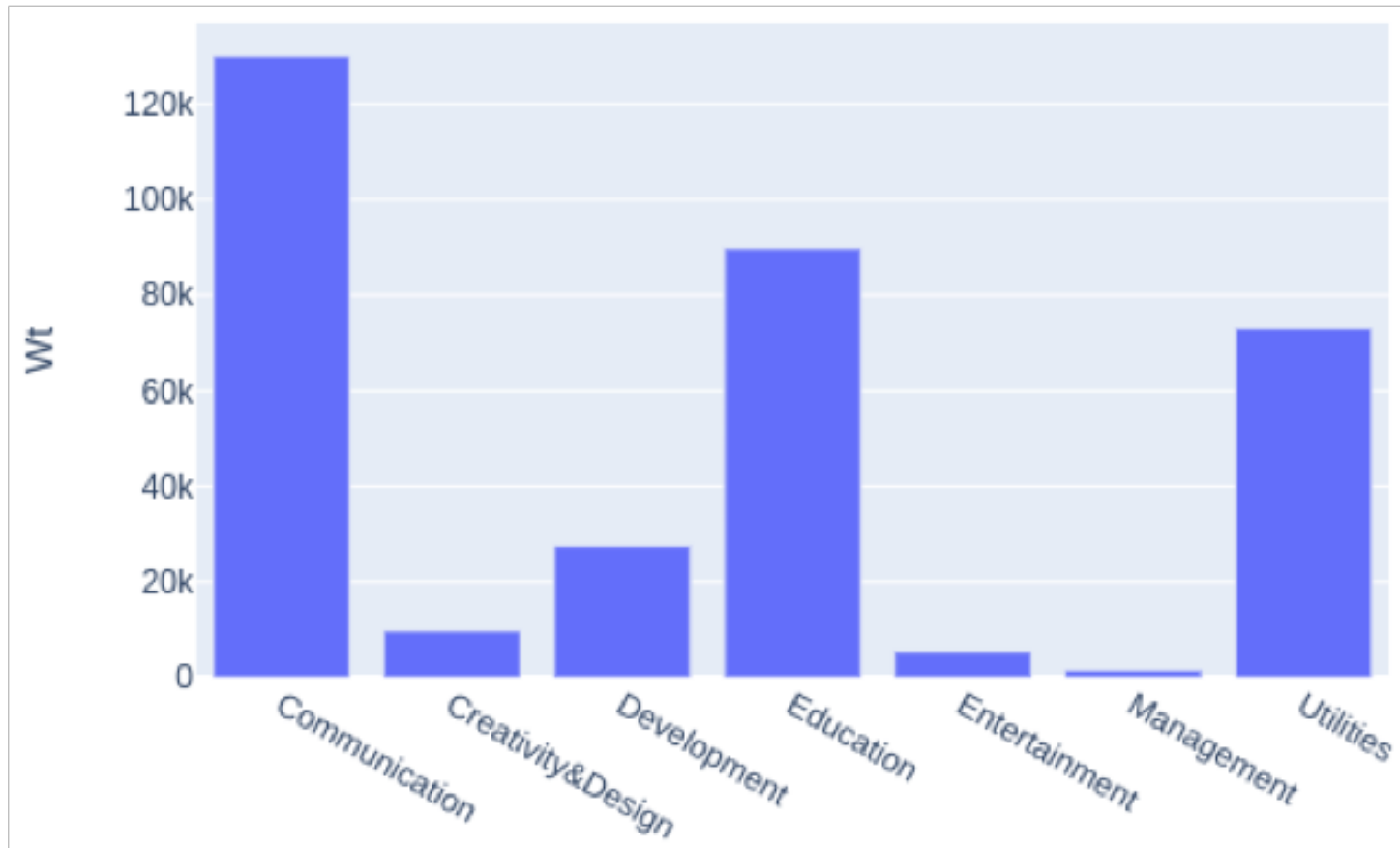
TESTING & LAUNCH



2-3 WEEKS

<https://decode.agency/article/software-development-time-estimation/>

Eri kehitysvaiheisiin kuuluva energia



Ciancarini, P.; Ergasheva, S.; Kholmatova, Z.; Kruglov, A.; Succi, G.; Vasquez, X.; Zuev, E. Analysis of Energy Consumption of Software Development Process Entities. *Electronics* **2020**, *9*, 1678



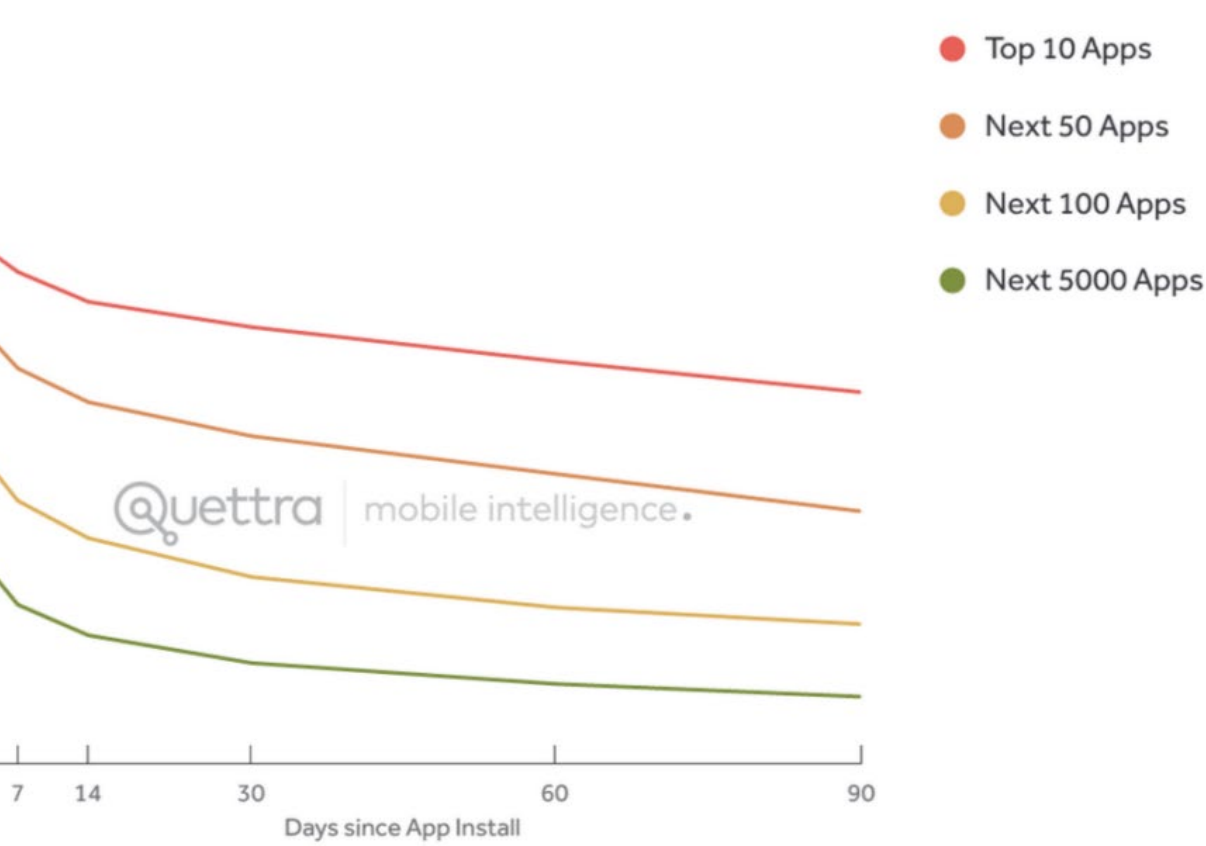
Ohjelmistojen kehitys- vs. käyttövaihe

- Ohjelmiston kehitysvaiheen päästöt riippuvat pitkälti ohjelmiston kehitysprosessin kestosta ja sen vaatimista resursseista
 - $CO2_{dev}(time, res(hum, comp))$
- Ohjelmiston käyttövaiheen päästöt riippuvat pitkälti millaisessa ympäristössä ohjelmistoa ajetaan ja kuinka pitkään ohjelmistoa käytetään (elinkaari)
 - $CO2_{use}(time, res(comp, comm))$
- Kehitysvaiheessa voidaan vaikuttaa käyttövaiheen päästöihin (kasvattaa kehitysvaiheen päästöjä)

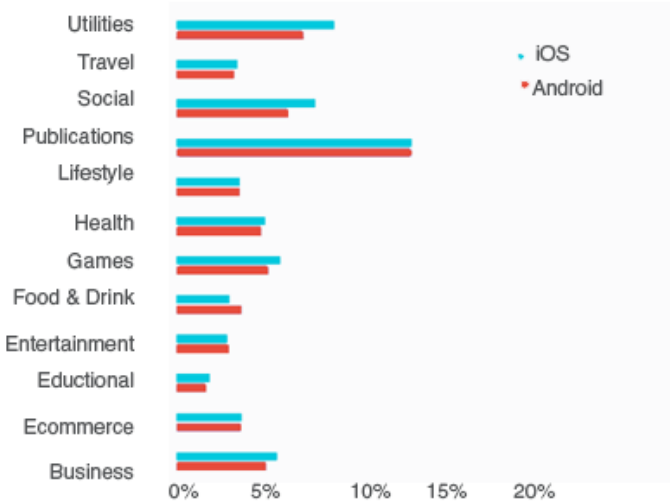


Sovellusten elinikä

Retention Curves for Android Apps

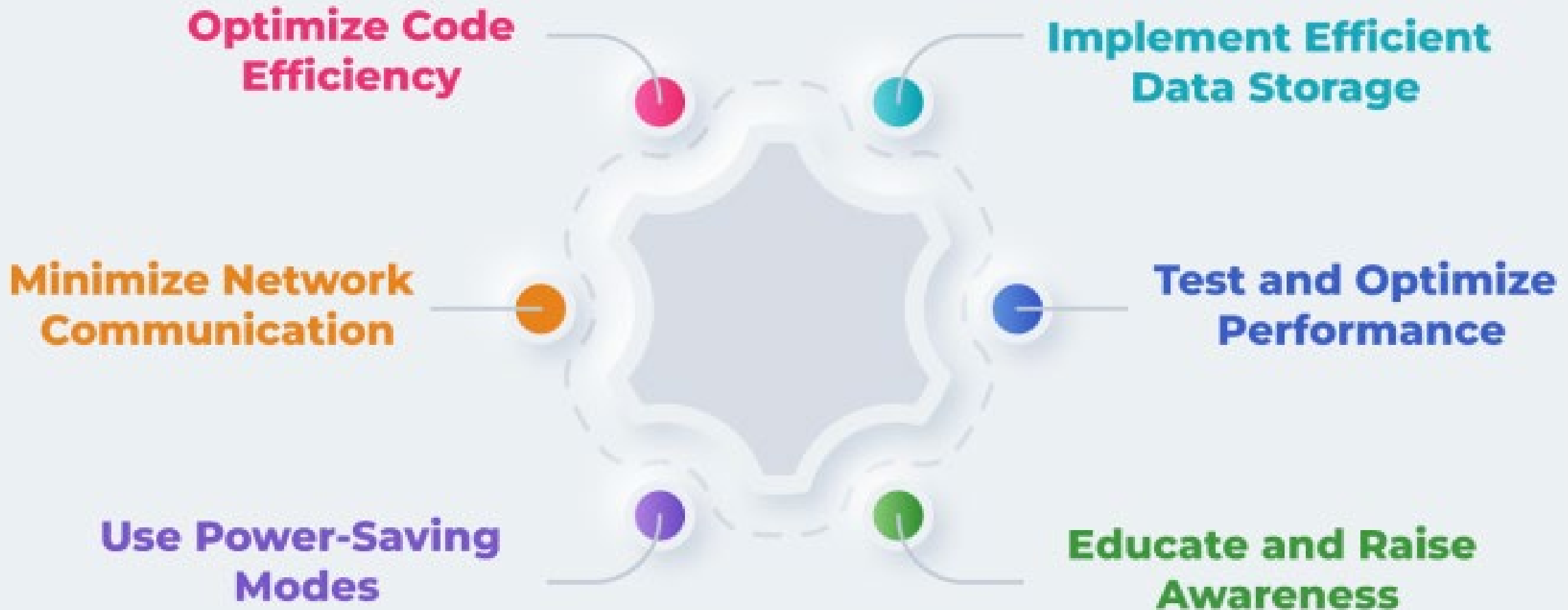


Day 30 Retention Rate by Mobile Platform





Tips for Saving Energy During Software Development



Smart tips



05. Use Blockchain only when it's needed

If every transaction in the world used blockchain, the world would run out of energy literally! Use it only when really needed.



1 Bitcoin transaction in 2020 = 402 kg of CO2 emissions

Source: Carboncast Blockchain

06. Allow users to save energy



If you're designing an app or program, be sure to allow the user to select an "Energy Saving" mode with options for less energy consumption.

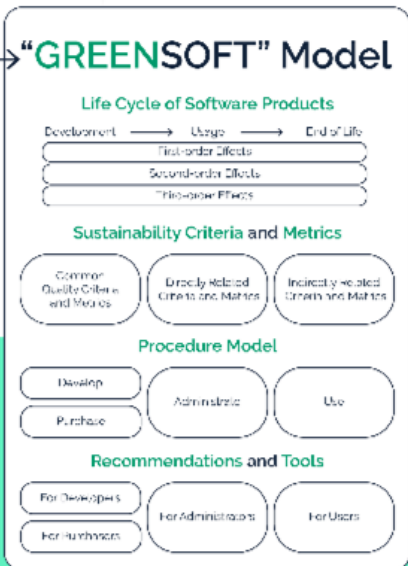
02. Use less logging

More log lines mean more energy usage! Some frameworks help in reducing the number of logs. Keep it simple and log only the essentials.



07. Follow the "GREENSOFT" Model

The GREENSOFT Model is a reference for supporting developers and IT professionals in developing more sustainable software and products.



04. Lighter languages

Most efficient

Ohjeita kehittäjille

- Ohjelmistokehittäjille on useita korkean ja matalan tason ohjeita kuinka tehdä ohjelmistoista vihreämpiä
- Hyvä korkean tason (Green Code) opas löytyy Exoven sivuilta
 - <https://www.exove.com/fi/vihrea-koodi/>



TURKU AMK

RAHOITTA



<https://www.codemotion.com/magazine/infographics/infographic-energy-efficient-tips-for-developers/>

Ohjelmistojen poisto

- Ohjelmistot saavuttavat väistämättä elinkaarensa pään (ylläpito ei enää kannata)
 - “Usually, the average life of a software program is 6-8 years”



Dealing with
Technical
Complexity



Legacy
Systems



Scalability
and
Performance



Security
Vulnerabilities



Integration and
Compatibility



Vendor
Dependence



Resource
Allocation

Ohjelmistojen vanheneminen

- “Apple’s stated commitment is five years of software support, but that’s only the minimum. In reality, the company usually offers at least six years of support for all its phones”
- “Apple considers Mac "vintage" if they were released between 5 and 7 years ago, and obsolete if older than 7 years. Obsolete Macs no longer qualify for service and support.”
- “There are major upgrades to a new version of Android that usually land once a year. The more frequent type is a security patch, which lands on a monthly, bi-monthly, or quarterly basis.”
- “The majority of recent Samsung phones will see four upgrades and five years of patches. Some older phones will see three upgrades and three years of patches.”

<https://www.androidauthority.com/phone-update-policies-1658633/>



Ohjelmistojen poisto

- Ohjelmistot ovat aineettomia, eivätkä siten aiheuta elektronista jätettä

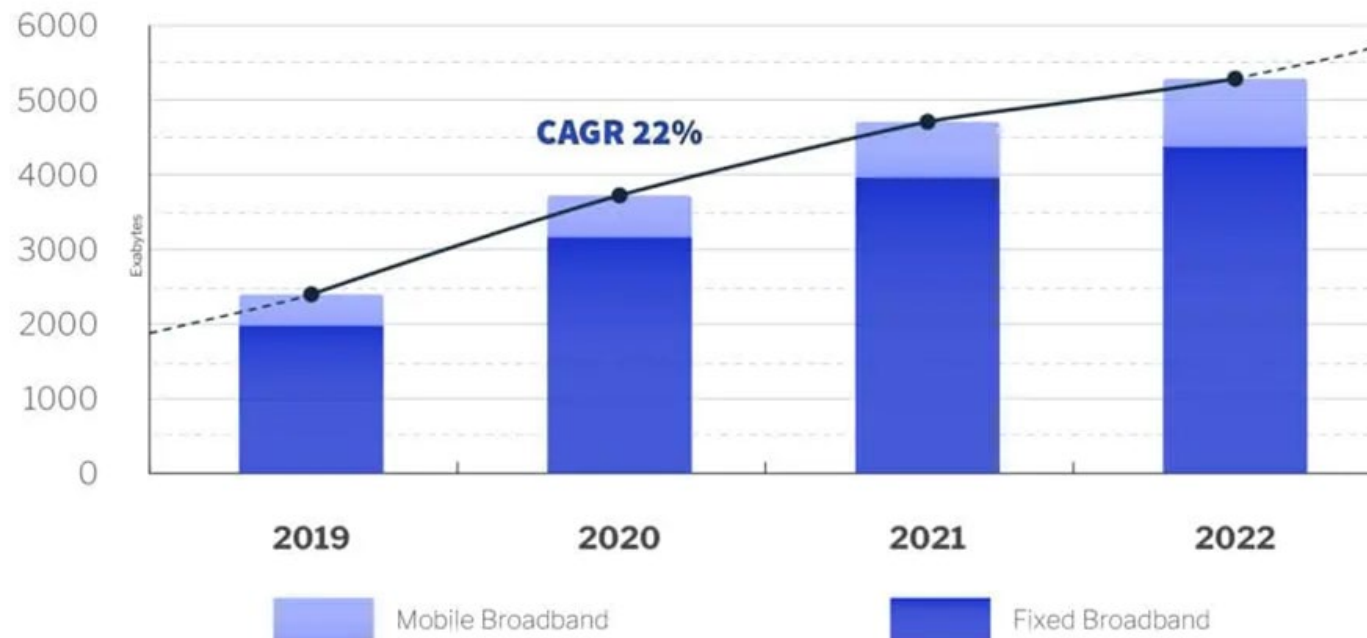
Ohjelmistojen päästöt ratkaistu?

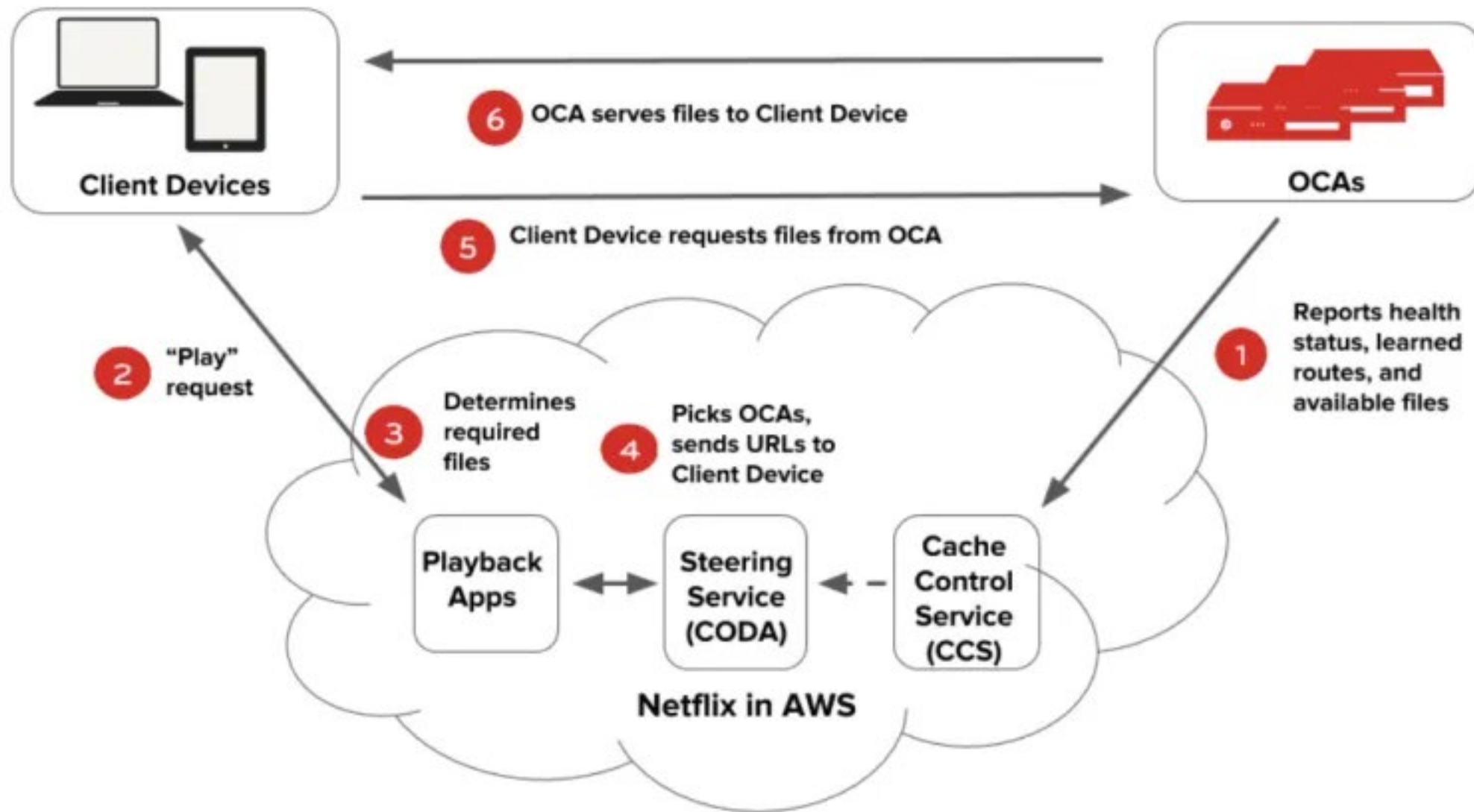
- Tarve vanhan ohjelmiston ominaisuuksille?
 - Uuden ohjelmiston toteutus ja käyttöönotto
- Vanhan ohjelmiston tuottama data?
 - Tallennus, käyttö uudessa ohjelmistossa



Esimerkki - Netflix

- Netflix on tilauspohjainen suoratoistopalvelu, jonka jäsenet voivat katsoa TV-sarjoja ja elokuvia verkkoon liitetyillä laitteilla.
- Vuonna 2022 Netflix vastasi 15% kaikesta Internet-liikenteestä





GREEN SOFTWARE LIFE CYCLE

Example criteria, indicators, and metrics

- 7 No unnecessary leftover data, usable data must be simple to transfer
- 6 Maintaining environmental criteria, metrics of usage [30], qualitative indicators of user experience [22], energy efficiency of other services required for software to function, avoidance of feature creep and requirements bloat [24]
- 5 Lines of code, technical debt, code smells, found and fixed defects, defect density, project estimates vs reality, validating environmental criteria [11][26]



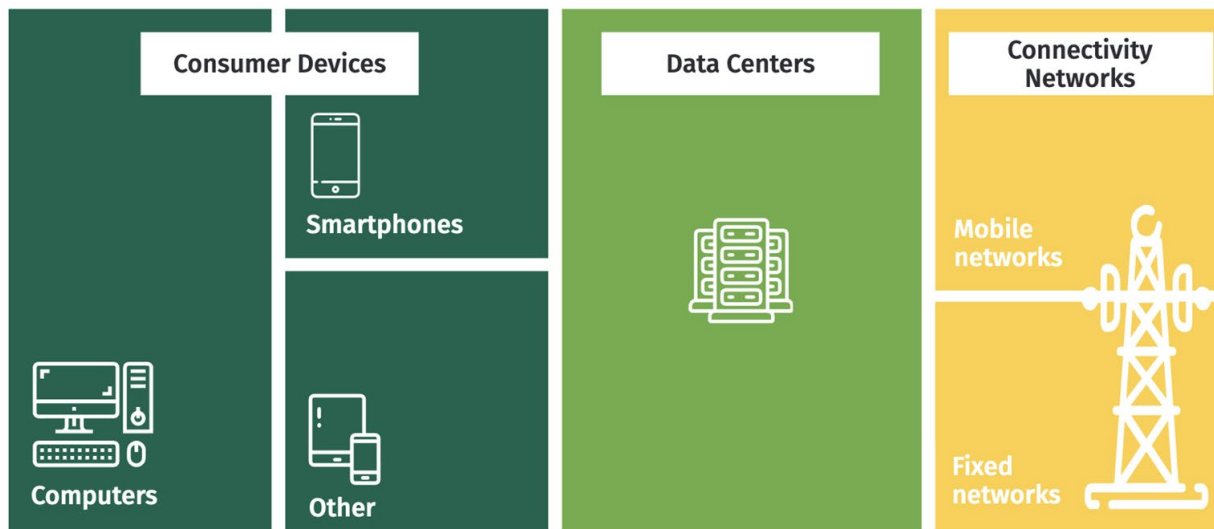
- 1 Environmental certificates and standards [24], life cycle costs, comparing reduction in energy consumption and fit for purpose, reflectiveness, return on green investment, feasibility [22][30][47]
- 2 General environmental criteria, energy consumption, hardware requirements [26], environmentally friendly functionalities [24]
- 3 Modular and lasting software, supports sustainable use by default, software and its data are portable and transparent [24], effective GUI design [11]
- 4 Energy efficiency [22], readability of documentation and code, efficiency of algorithms and architecture [3][30], maintaining sustainability requirements in practice, sustainable development practices, minimal waste during development [47]

Vastuu



ICT-alan päästölähteet

Maailmanpankki (World Bank) ja Kansainvälisen televiestintäliitto (ITU) raportoi arviot ICT-alan globaaleista CO₂-päästöistä sekä energiankulutuksesta vuosilta 2020-2022.



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



CO₂/kWh

- CO₂-päästöt eivät ole ainoa mittari
- Merkitystä on myös käytetyn energian määrällä
- Vihreää energiaa on saatavilla tietty määrä

Table 2.1: Global estimates of ICT sector emissions, 2022

Industry	Emissions 2022/2020 (million tCO ₂ e)			Change 2022/2020 %	Electricity (TWh)			Change 2022/2020 %
	2020	2021	2022		2020	2021	2022	
Telecommunications operators	135	134	133	-1%	239	255	258	8%
Colocation data centers	36	40	43	20%	89	100	109	22%
Cloud & content	22	27	32	46%	54	70	85	63%
Subtotal	193	201	208	8%	382	425	442	18%
% of world	0.6%	0.6%	0.6%		1.60%	1.70%	1.70%	
ICT Equipment	154	173	154	0.5%	282	329	311	10.6%
- PCs	62	71	65	4.8%	110	133	124	
- Smartphones	60	64	57	-5.1%	116	131	119	2.5%
- Network	32	38	33	2.4%	56	65	69	22.0%
Product use	222	215	205	-7.5%	430	442	430	-0.1%
- PCs	203	197	187	-7.9%	394	405	392	-0.5%
- Smartphones	19	18	18	-3.4%	36	37	38	4.3%
Subtotal	375	388	359	-4.2%	712	771	741	4.1%
% of world	1.2%	1.1%	1.0%		3.0%	3.0%		
TOTAL	568	589	567	-0.2%	1094	1196	1183	8.2%
% of world	1.8%	1.7%	1.7%		4.6%	4.7%		

Source: From the calculations above for telecommunications, data centers, cloud, embedded and product use emissions and electricity use above (see Annex for detailed methodology).

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



CO₂/kWh

- Laitteiden ympäristöystävällisyyteen on jo kiinnitetty huomiota
- Päästöjen pienentyessä energiankulutus on kuitenkin pääasiassa lisääntynyt

Table 2.1: Global estimates of ICT sector emissions, 2022

Industry	Emissions 2022/2020 (million tCO ₂ e)			Change 2022/2020 %	Electricity (TWh)			Change 2022/2020 %
	2020	2021	2022		2020	2021	2022	
Telecommunications operators	135	134	133	-1%	239	255	258	8%
Colocation data centers	36	40	43	20%	89	100	109	22%
Cloud & content	22	27	32	46%	54	70	85	63%
Subtotal	193	201	208	8%	382	425	442	18%
% of world	0.6%	0.6%	0.6%		1.60%	1.70%	1.70%	
ICT Equipment	154	173	154	0.5%	282	329	311	10.6%
- PCs	62	71	65	4.8%	110	133	124	
- Smartphones	60	64	57	-5.1%	116	131	119	2.5%
- Network	32	38	33	2.4%	56	65	69	22.0%
Product use	222	215	205	-7.5%	430	442	430	-0.1%
- PCs	203	197	187	-7.9%	394	405	392	-0.5%
- Smartphones	19	18	18	-3.4%	36	37	38	4.3%
Subtotal	375	388	359	-4.2%	712	771	741	4.1%
% of world	1.2%	1.1%	1.0%		3.0%	3.0%		
TOTAL	568	589	567	-0.2%	1094	1196	1183	8.2%
% of world	1.8%	1.7%	1.7%		4.6%	4.7%		

Source: From the calculations above for telecommunications, data centers, cloud, embedded and product use emissions and electricity use above (see Annex for detailed methodology).

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



Ympäristövaikutukset

- Mikäli energiankulutus lisääntyy, tuotantoa tarvitaan enemmän
-> muita ympäristövaikutuksia, kuten maankäyttö
- Luontojalanjälki
 - maankäyttö
 - luonnonvarojen käyttö
 - ilmastonmuutos
 - saasteet
 - vieraslajien leviäminen
- Myös digitaalista kuluttamista tulisi vähentää, kuten mitä tahansa muuta kuluttamista



Vastuu



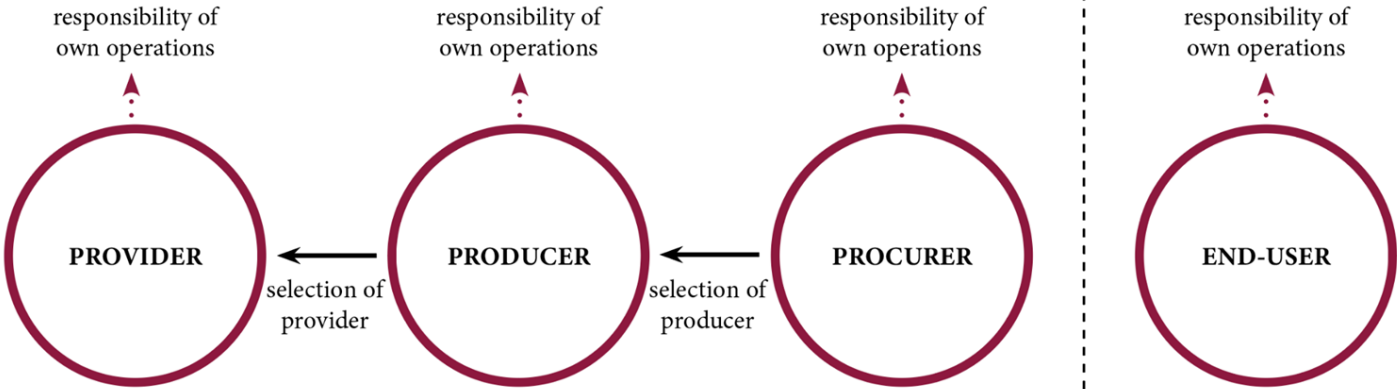
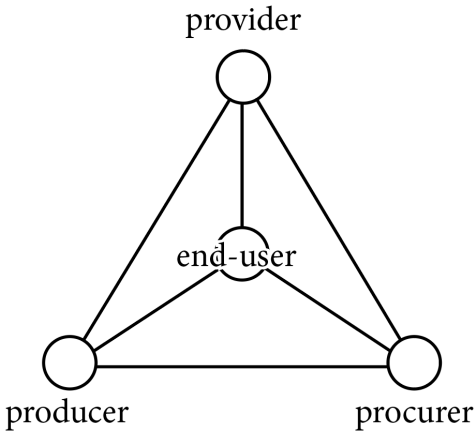
AWS is responsible for sustainability **of** the cloud



Philipp, K., Yunus, A., Antoniou, O. & Tahtasiz, C.: Optimizing your AWS Infrastructure for Sustainability, Part I: Compute. 2021.

Eri sidosryhmät ja vastuut

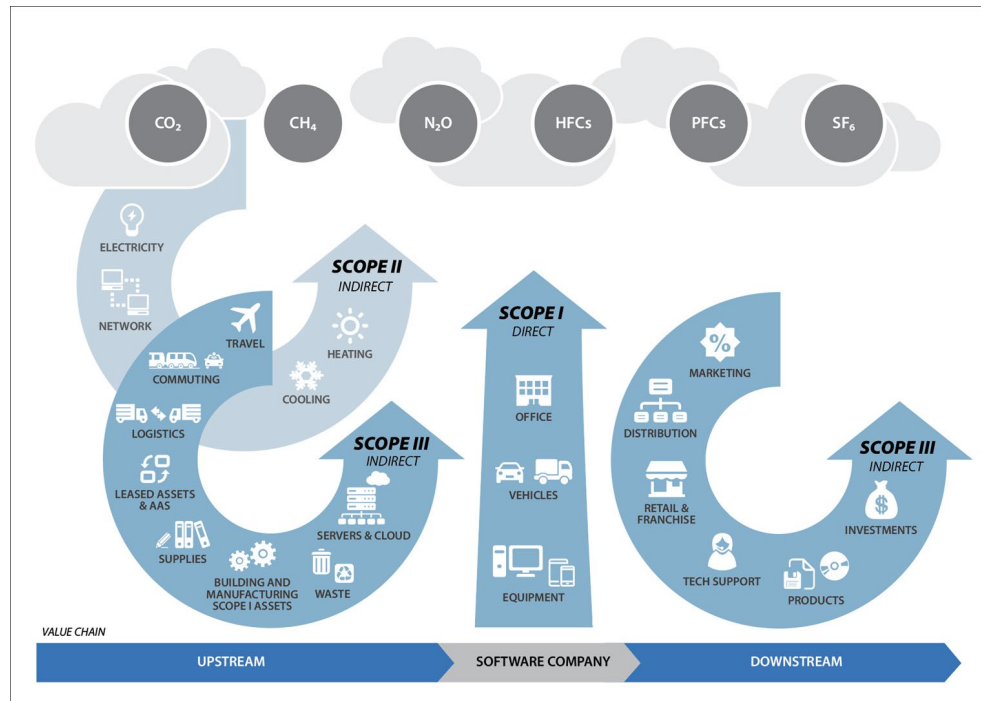
- Jokainen sidosryhmä on vastuussa oman toimintansa kestävydestä
- Jokainen sidosryhmä on vastuussa kumppanin valinnasta – laitetarjoaja, palveluntarjoaja/tuottaja, palvelu



Kuvat: Partanen, L., Sipilä, A., Haque, Md S. & Porras, J. Mapping of the system of software related emissions and shared responsibilities.

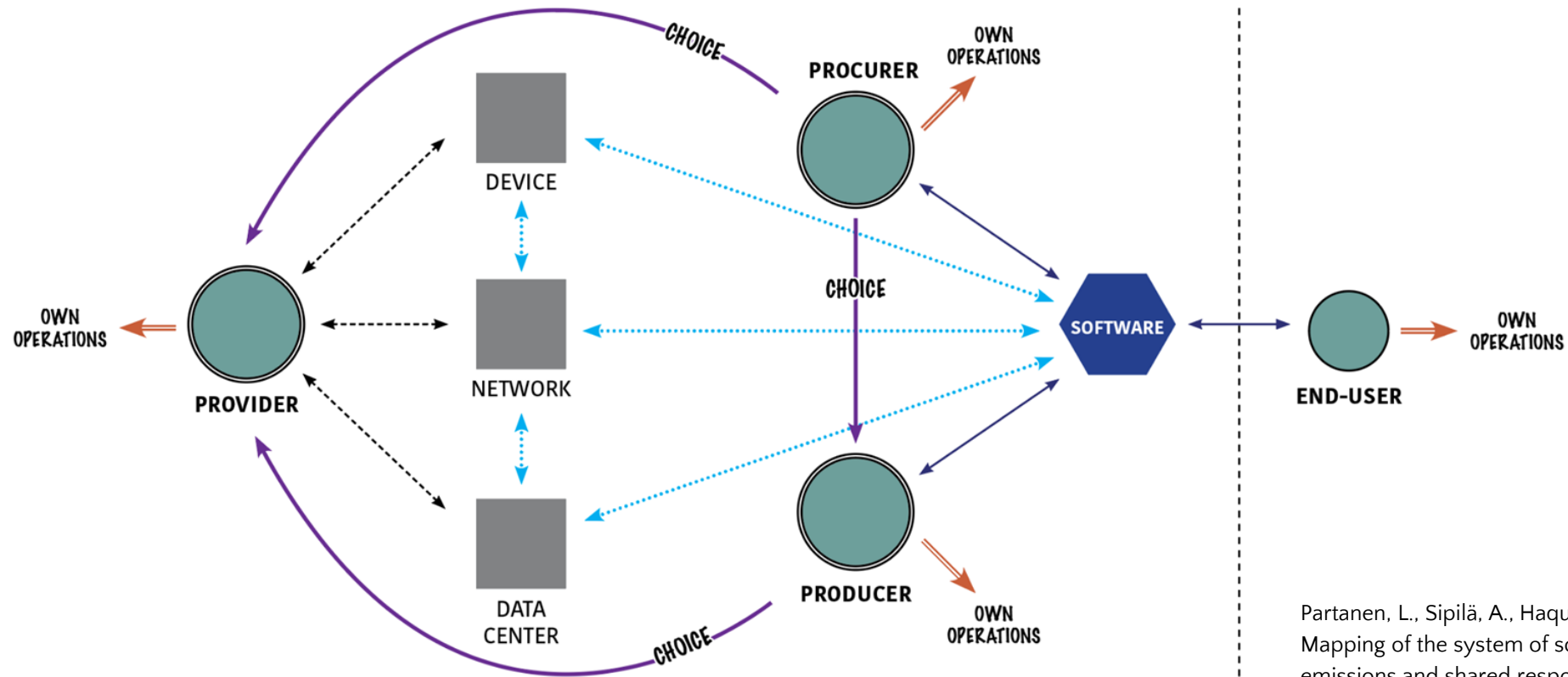
Hiilijalanjälki

- GHG-protokollan mukaan lasketaan Scope 1, 2 ja 3 päästöt
 - Scope 1 päästöihin lasketaan esimerkiksi yrityksen omistamat suorat päästöt, kuten ajoneuvot ja laitteet.
 - Scope 2 päästöt ovat epäsuoria energiankulutuksesta syntyviä päästöjä.
 - Scope 3 sisältää käytännössä kaikki muut päästöt, joita syntyy välillisesti yrityksen arvoketjussa, mm. alihankkijat ja asiakkaat



Vastuunjakomalli - systeemin kuvaus

Tietoisuuden ja avoimuuden avulla voidaan tehdä kestävämpiä valintoja.



Partanen, L., Sipilä, A., Haque, Md S. & Porras, J.
Mapping of the system of software related
emissions and shared responsibilities.

Yksilötehtävä



Tehtävä

Jatka työskentelyä valitsemasi ICT-palvelun parissa. Etsi materiaalia oman aihepiirisi päästöistä – **mistä ja missä ne muodostuvat ja pohdi kuka niistä on vastuussa?** Tiedon päästöistä ei välttämättä tarvitse olla tarkka numeerinen arvo, suurusluokka ja/tai tieto päästölähteistä riittää.

Pohdi myös **mitä muita ympäristövaikutuksia kuin CO₂-päästöjä voitaisiin mitata.** Palauta tehtäväsi ennen seuraavaa kertaa. Varaudu jälleen esittelemään vastauksesi seuraavalla kerralla hyvin lyhyesti.



Kiitos!

