

DIGITAALISEN MEDIAN YMPÄRISTÖVASTUU

KOHTI HIILINEUTRAALIA MEDIAN TUOTANTOA JA JAKELUA

TYÖRYHMÄ: MATTI ROSSI, JUHO LINDMAN, VEERA JÄRVENPÄÄ, KARI KOSKINEN



**MEDIA-ALAN
TUTKIMUSSÄÄTIÖ**

ERITYISTEEMA: DIGITAALISEN MEDIAN YMPÄRISTÖVASTUU

TIETOJA

Tämä selvitys kartoittaa tärkeimpiä digitaalisen median hiilipäästöjen lähteitä ja keinoja vähentää näitä päästöjä nyt ja lähitulevaisuudessa. Selvitys keskittyy erityisesti tuotantojärjestelmien ja jakelualustojen ympäristökuormaan ja sen pienentämiseen teknologiavalinnoilla ja ohjelmointiratkaisuilla. Toimintasuosituksina esitetään keinoja, joilla voidaan pienentää alan hiilijalanjälkeä merkittävästi ja mitattavasti.

Huhtikuu 2024

Matti Rossi, Juho Lindman, Veera Järvenpää, Kari Koskinen

Media-alan tutkimussäätiön yhteyshenkilö
Johtaja Noora Alanne
puh. 050 442 1507
noora.alanne@mediaalansaatio.fi

MTS on tilannut ja rahoittanut tämän selvityksen. Työryhmä on vastuussa raportin sisällöstä.

Kansi ja kuvat: Samu Rossi

SISÄLLYSLUETTELO

| | |
|---|----|
| ESIPUHE | 3 |
| ENGLISH SUMMARY | 4 |
| TIIVISTELMÄ | 5 |
| 1. JOHDANTO | 6 |
| 1.1 ILMASTOVASTUU JA ITSESÄÄTELY | 6 |
| 1.2 TUTKIMUSTEHTÄVÄ | 9 |
| 2. DIGITAALISEN MEDIAN YMPÄRISTÖKUORMAN LÄHTEET | 10 |
| 2.1. PÄÄSTÖJEN JA HIILIJALANJÄLJEN MÄÄRITELMÄT | 10 |
| 2.2 DIGITAALINEN MEDIAN TUOTANTO | 12 |
| 2.3 DIGITAALISEN MEDIAN YMPÄRISTÖKUORMA | 13 |
| 3. ENERGIAN KULUTTAJAT JA KULUTUS ERI VAIHEISSA | 14 |
| 3.1 SISÄLLÖN LUONTI | 15 |
| 3.2 JAKELUVERKOT | 15 |
| 3.3 SUUNNITTELUN KEINOT HIILIKUORMAN VÄHENTÄMISEEN | 16 |
| 3.4 PÄÄTELAITTEIDEN MERKITYS JA ENERGIANKULUTUS | 18 |
| 3.5 MARKKINOINNIN ANALYTIikka JA DYNAAMINEN SISÄLTÖ | 20 |
| 4. NYKYISIÄ KEINOJA HIILIJALANJÄLJEN PIENENTÄMISEEN | 22 |
| 4.1 LAITTEET, NIIDEN VALINTA JA KÄYTTÖ | 22 |
| 4.2 JAETTAVA MEDIA, JAKELU JA SEN AJOITTAMINEN | 22 |
| 5. TOIMENPIDESUOSITUKSET: | 26 |
| HIILIJALANJÄLJEN PIENENTÄMINEN | 30 |
| LÄHDEKIRJALLISUUS | |

ECO-RESPONSIBLE DIGITAL MEDIA

ENGLISH SUMMARY

The starting point of this study was to identify and analyze the key emission sources and actors that impact environmental footprint related to digital media production and consumption and propose ways of cutting the emissions. The analysis initially maps out the different stages of the process, starting from media production and ending with consumption. These stages are then examined separately to better identify the key emitters and environmental burden creators at each stage. In addition, we assess how different stages may interact with each other, for example, how the form of content may affect emissions during the media consumption stage. Existing research literature on the topic as well as other available research data are used as the basis for mapping. The purpose of mapping is to identify key emission sources and the mutual impacts of different stages on emission accumulation. A more detailed mapping of emission sources and their effects also provides a basis for developing solutions and assessing their impacts.

A key factor regarding carbon footprint is the equipment used in production and consumption, and the carbon footprint formed from their manufacturing. It is crucial to aim at considering the lifespan and the carbon footprint formed from re-manufacturing. The durability of devices, the rate of material recycling, and similar factors can surprisingly affect the overall load significantly. Previous studies and various calculations on the carbon footprint of media production indicate that the management of equipment lifecycle and choices made in equipment production play a significant role in minimizing emissions. However, as media content becomes richer, the differences in energy efficiency between distribution channels will become more prominent. Finland is in a somewhat exceptional situation in that we have production systems for print media that are programmed domestically, and thus it is theoretically possible to influence the design of programs. A large part of the software used for producing media content is off-the-shelf software purchased from international software companies, for example, for image processing or video encoding and it is not possible to affect the choices made in their development.

Identifying the emission sources and environmental burden creators in media production, distribution, and consumption helps assess which solutions would likely have the greatest impact and in which stages. In addition, the search for solutions aims to consider the potential impacts of decisions made during media production on emissions caused by media consumption. Solutions are sought comprehensively, focusing not only on, for example, the devices or software used in media production but also taking into account the emissions caused by the resources they require, such as electricity generation. A broader examination of the research subject also helps identify solution alternatives that might otherwise be overlooked entirely.

As a key result, despite the standards in the area, the exact measurement of media production emissions contains a lot of assumptions and uncertainties. Clarifying the measurement methods is essential because otherwise, it will be difficult to allocate investments to emissions reductions that matter. Similarly, for example, the forms of energy production at the location of cloud services can have a surprisingly large impact on the emission load. As recommendations, extending the life cycle of production equipment by thinking about distribution formats and times instructing, and helping end users are all significant reductions in emissions. None of these require large investments, and some actions even save money. As one important consideration, paying attention to the number of analytics, tracking, and ad delivery applications on the pages is worthwhile because even dozens of overlapping applications cost, worsen the user experience, and produce a significant part of the sites' total emissions.

ERITYISTEEMA: DIGITAALISEN MEDIAN YMPÄRISTÖVASTUUN

TIIVISTELMÄ

Tämän selvityksen lähtökohtana on mediatuotannon ja -kulutuksen keskeisten päästölähteiden ja ympäristökuorman aiheuttajien tunnistaminen ja tarkempi analyysi. Analyysi kartoittaa prosessin eri vaiheet alkaen median tuottamisesta ja päättyen sen kuluttamiseen. Vaiheita tarkastellaan tämän jälkeen erikseen, jolloin voidaan tunnistaa paremmin eri vaiheissa vaikuttavat keskeiset päästöjen ja ympäristökuorman aiheuttajat. Tämän lisäksi arvioidaan eri vaiheiden keskinäisvaikutusta, kuten esimerkiksi sitä, miten sisällön muoto saattaa vaikuttaa päästöihin median kulutusvaiheessa. Kartoitusta pohjautuu olemassa olevaan tutkimuskirjallisuuteen ja muutoin saatavilla olevaan tutkimusaineistoon. Tarkoituksena on tunnistaa keskeiset päästölähteet ja eri vaiheiden keskinäiset vaikutukset päästöjen kertymisessä.

Keskeinen tekijä hiilijalanjäljen osalta ovat tuotantoon ja kuluttamiseen käytettävät laitteet ja niiden valmistamisesta muodostuva hiilijalanjälki. Laitteiden käyttöikä ja niiden valmistaminen vaikuttavat hiilijalanjälkeen. Tärkeää on huomioida uudelleen ostoista muodostuva ympäristökuorma ja laitteiston koko elinkaaren hiilijalanjälki. Laitteiden pitkäikäisyys, materiaalien kierrätysaste ja vastaavat asiat voivat vaikuttaa yllättävänkin paljon kokonaiskuormaan. Aiemmat tutkimukset ja erilaiset laskelmat mediatuotannon hiilijalanjäljestä viittaavat siihen, että laitteistojen elinkaaren hallinnalla ja laitteistojen tuotannossa tehdyillä valinnoilla on huomattavan suuri osuus päästöjen minimoinnissa, mutta mediasisältöjen rikastuessa jakelukanavien väliset erot energiatehokkuudessa korostuvat. Suomessa ollaan sikäli poikkeuksellisessa tilanteessa, että meillä on printtimedian tuotantojärjestelmiä, joita ohjelmoidaan kotimaassa, ja tällöin ohjelmien suunnitteluun on periaatteessa mahdollista vaikuttaa kansallisella tasolla. Suuri osa ohjelmistoista, joilla mediasisältöä tuotetaan on kansainvälisiltä ohjelmistotaloilta hankittuja valmisohjelmistoja esimerkiksi kuvankäsittelyyn tai videon enkoodaukseen.

Mediatuotannon, -jakelun ja -kulutuksen päästölähteiden ja ympäristökuorman kerryttäjien tunnistaminen auttaa arvioimaan, minkälaiset ja mihin vaiheisiin kohdistuvat ratkaisut saisivat todennäköisemmin aikaan suurimman vaikutuksen. Lisäksi arvioimme minkälaisia vaikutuksia esimerkiksi median tuotantovaiheessa tehdyillä ratkaisuilla on median jakelun ja kulutuksen aiheuttamiin päästöihin. Huomio ei keskity ainoastaan mediatuotannossa käytettäviin laitteisiin tai ohjelmistoihin, vaan on tarkasteltava myös niiden vaatimien resurssien kuten sähköntuotannon aiheuttamia päästöjä, jotka riippuvat voimakkaasti tuotantotavasta. Tutkimuskohteen laaja-alaisempi tarkastelu auttaa myös havainnoimaan ratkaisuvaihtoehtoja, jotka muutoin saattaisivat jäädä kokonaan huomiotta.

Keskeisinä tuloksina voimme todeta, että standardeista huolimatta mediatuotannon päästöjen tarkka mittaaminen sisältää paljon oletuksia ja epävarmuuksia. Mittaustapojen selkeyttäminen on tärkeää, koska muuten on vaikea kohdentaa investointeja sellaisiin päästövähennyksiin, joilla merkitystä. Samoin esimerkiksi pilvipalveluiden sijaintipaikan energiantuotantomuodoilla voi olla yllättävän suuri merkitys päästökuormaan. Varsinaisina suosituksina toteamme, että tuotannon laitteiden elinkaaren pidentäminen ja jakeluformaattien ja -aikojen miettiminen ja loppukäyttäjien ohjeistaminen sekä auttaminen vähentämään päästöjä ovat kaikki merkittäviä päästöjen vähentäjiä. Mikään näistä ei myöskään vaadi suuria investointeja, ja osa toimista jopa säästää rahaa. Erityisenä huomiona kannattaa kiinnittää huomiota analytiikka-, seuranta- ja mainosjakelusovellusten määrään sivuilla, koska jopa kymmenet päällekkäiset sovellukset maksavat paljon, huonontavat käyttäjäkokemusta ja tuottavat merkittävän osan sivustojen kokonaispäästöistä.

ERITYISTEEMA: DIGITAALISEN MEDIAN YMPÄRISTÖVASTUU

1. JOHDANTO

Kasvihuonekaasut vangitsevat lämpöä maan ilmakehään. Nämä kaasut saavat aikaan maapallon lämpimänä pitävän kasvihuoneilmion. Ihmisen toiminta, kuten fossiilisten polttoaineiden polttaminen, sähkönkulutus, lämmöntuotanto, maatalous ja karjankasvatus johtavat kasvihuonekaasujen pitoisuuksien lisääntymiseen. Kasvihuonekaasujen pitoisuuden kasvu johtaa kasvihuoneilmion voimistumiseen eli ilmastomuutokseen, joka vaikuttaa kaikkiin maapallon alueisiin. Napajäätiköt sulavat ja merenpinta nousee. Joillakin alueilla sään ääri-ilmiöt ja sateet yleistyvät, kun taas toisia koettelevat rajut helleaallot ja kuivuus.

Erittäin haitallisen ilmiön hidastamiseksi EU tavoittelee hiilineutraaliutta vuoteen 2050 mennessä. Suomen ilmastolaissa on linjattu, että Suomi pyrkii vähentämään kasvihuonekaasuja 60 prosentilla vuoteen 2030 mennessä ja tavoittamaan hiilineutraaliuden vuonna 2035.

Ilmastosopimukset ja ilmastolaki. YK on toiminut aktiivisesti ilmastoasioissa. YK säätöi ilmastosuojelun puitesopimuksen Rio de Janeirossa vuonna 1992, mikä puolestaan johti Kioton pöytäkirjaan eli ilmastosopimukseen vuonna 1997, jonka jatkosta neuvoteltiin useaan otteeseen. Vuonna 2015 solmittiin Pariisin ilmastosopimus, joka on kansainvälinen, oikeudellisesti sitova sopimus ilmastomuutoksesta. Sopimuksen tavoitteena on pitää maapallon keskilämpötilan nousu selvästi alle kahdessa asteessa suhteessa esiteolliseen aikaan ja pyrkiä toimiin, joilla lämpeneminen saataisiin rajattua alle 1,5 asteen.²

EU on sitoutunut vähentämään nettokasvihuonekaasupäästöjään vähintään 55 prosentilla vuoteen 2030 mennessä vuoden 1990 tasosta. Tämä on myös EU:n ilmoittama sitoumus Pariisin ilmastosopimusta varten YK:n ilmastosopimuksen sihteeristölle. Lisäksi EU:n tavoitteena on saavuttaa EU-tason ilmastoneutraalius, eli EU:n lainsäädännössä säänneltyjen päästöjen ja poistumien tasapaino vuoteen 2050 mennessä.³

Suomen lainsäädännössä keskeinen väline ilmastomuutoksen torjunnassa on kansallinen ilmastolaki, joka sisältää päästövähennystavoitteet vuosille 2030, 2040 ja 2050. Päästövähennystavoitteet ovat -60 % vuoteen 2030 mennessä, -80 % vuoteen 2040 mennessä ja -90 % pyrkien kuitenkin -95 % vuoteen 2050 mennessä verrattuna vuoden 1990 tasoon. Lakiin on kirjattu, että Suomen on oltava hiilineutraali viimeistään vuonna 2035.⁴

1.1 ILMASTOVASTUU JA ITSESÄÄTELY

Viime vuosina yritysten yhteiskuntavastuuseen liittyvä yritys vastuullisuusraportointi on lisääntynyt voimakkaasti, kun vastuullisuudesta on tullut menestys- ja kilpailutekijä (Penttilä ja Eräranta, 2021; Matten & Moon 2020). Yksi tähän liittyvästä kehityskulusta on YK:n kestävä kehityksen tavoitteet, jotka sisältävät erilaisia ympäristöön ja sosiaaliseen vastuuseen liittyviä tavoitteita.⁵ Yritysraportoinnin alalla ovat syntyneet alunperin vapaaehtoiset ympäristöstandardit, kuten GRI:n (Global Reporting Initiative – Universal Standards).⁶

Suomalaisella mediakentällä on relevanttia kokemusta toimivasta itsesäätelystä, josta tunnetuin on Julkisen sanan neuvosto eli JSN, joka on globaalistikin melkoisen harvinainen toimiva median itsesäätelyelin. Mediaorganisaatioiden omista ympäristöön liittyvistä

2. <https://ym.fi/pariisin-ilmastosopimus>

3. <https://ym.fi/euroopan-unionin-ilmastopolitiikka>

4. <https://ym.fi/suomen-kansallinen-ilmastopolitiikka>

yritysvastuullisuusaloitteista voidaankin mainita vaikkapa Alma Media Hiilimittari⁷, Dimpact⁸ ja Albert⁹ (kts. liitteet). Alalla on muitakin kiinnostavia aloitteita, kuten vaikkapa globaalit YK:n Global Compact¹⁰, Maailman Luonnonsäätiön Green Office¹¹ tai paikallisempi Ilmastokumppanuus/kestävyyskumppanuus.¹²

Alma Median Hiilimittari on yksi esimerkki työkaluista, jotka pyrkivät mittaamaan median, tässä tapauksessa mainonnan, tuotannosta ja kulutuksesta syntyviä ilmastopäästöjä. Mittari tarkastelee syntyviä päästöjä kampanjatasolla ja pitää sisällään mainoksen toimituksen, mainosmuodon, jakeluketjun, näyttökertojen ja videokäynnistysten sekä teknologioiden, datakeskusten ja myös käyttäjien laitteiden energiankulutuksen aiheuttamat päästöt median kulutuksessa. Hiilimittari antaa mainostajille kuvan kampanjoiden tuottamista päästöistä ja niiden lähteistä ja siten myös mahdollisuuden tarkastella erilaisia keinoja kyseisten päästöjen vähentämiseksi.

Dimpact. DIMPACT on hanke, jossa on mukana media-, teknologia ja viihdealan yrityksiä sekä tutkijoita. DIMPACT on paitsi yhteisö myös työkalu, joka on kehitetty palvelemaan digitaalista mediaa. Sen avulla voidaan mitata, ymmärtää ja myös vähentää hiilijalanjälkeä, jonka digitaalisen median ja viihdeteollisuuden tuotteet aiheuttavat. Tällä hetkellä DIMPACTilla voi arvioida päästöjä, joita tulee videostriimistä, online banner -mainoksista, digitaalisesta julkaisemisesta ja audiostriimistä. DIMPACTissa on mukana yli kaksikymmentä media-, viihde ja teknologia-alan yhtiötä eri puolilta maailmaa. Kaikkien niiden tavoitteena on pienentää digitaalisia päästöjä ja lisätä liikennetoimintansa läpinäkyvyyttä ja kestävyttä. Mukana ovat mm. Axel Springer, BBC, BT, Cambridge University Press & Assessment, 4, Dentsu, The Walt Disney Company, Google, Informa, IOP Publishing, ITV, Netflix, Oxford University Press, Pearson, Relx, Schibsted, Sky, Spotify, SVT, The Economist, Viaplay ja WeTransfer. Projektia vetää johtamiseen, yritysvastuuseen ja kestävyteen erikoistunut konsulttitoimisto Carnstone Partners Ltd. University of Bristol Computer Science Department vastaa tutkimuksellisesta asiantuntijuudesta.

DIMPACT on julkaissut kirjallisuuskatsauksen siitä, miten mittaus toteutetaan: se jakautuu kahteen osaan. Ensimmäisessä esitellään toimintamalleja, joihin on päädytty DIMPACTista saaduista tuloksista ja kirjallisuudesta. Toinen osa yhdistelee viimeisimmät tekniset ja metodologiset päätelmät digitaalisista päästöistä, joihin ensimmäisessä osassa esitetyt toimenpide-ehdotukset perustuvat. <https://dimpact.org/publications>

5. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>

6. <https://www.globalreporting.org/standards/standards-development/universal-standards/>

7. <https://www.almamedia.fi/blog/2023/10/26/mitka-tekijat-vaikuttavat-digimainonnan-hiilijalanjalkeen-agma-hiilimittari-kertoo-sen/>

8 <https://dimpact.org/about>

9. <https://wearealbert.org/wp-content/uploads/2024/01/albert-Carbon-Calculator-Methodology-paper-2023.pdf>

10. <https://unglobalcompact.org/>

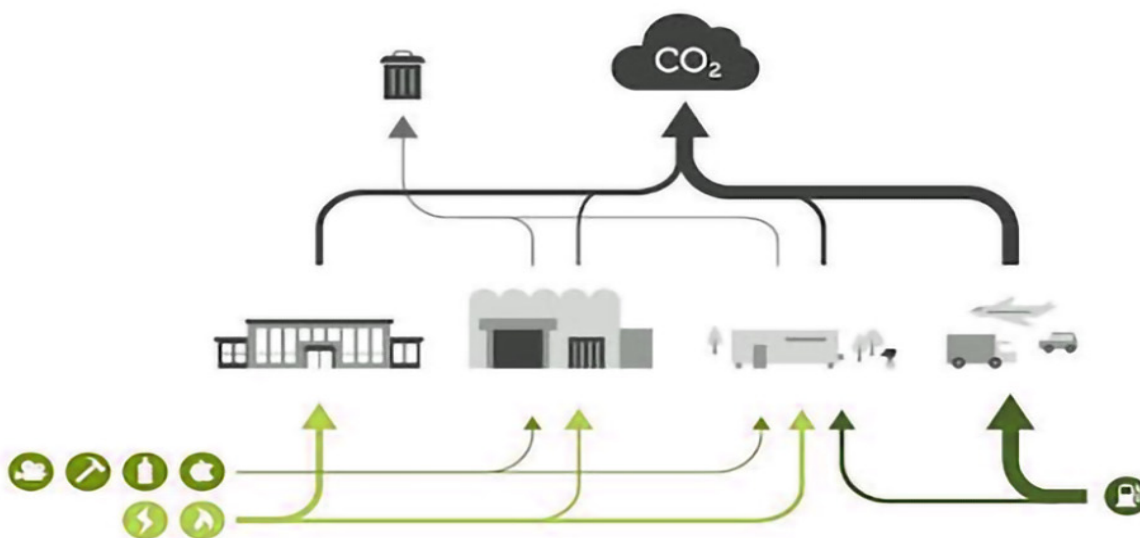
11. <https://wwf.fi/greenoffice/en/>

12. <https://ilmastokumppanuus.fi/>

Albert tv-, elokuva- ja tapahtumatuotantojen välineenä. Albert on ympäristöjärjestelmä jonka on kehittänyt Baftan perustama (British Academy of Film and Television Arts) vastuullisuusorganisaatio vuonna 2011, ja sen tavoitteena on vähentää tuotantojen ympäristövaikutuksia. Järjestelmä on kehitetty Iso-Britanniassa, ja sitä käyttää yli 2 000 tuotantoyhtiötä eri puolilla maailmaa. Suomessa hanketta koordinoi audiovisuaalisia tuottajia edustava APFI ry.

Laskuriin kerätään tiedot sähkönkäytöstä, matkoista, kuljetuksista, majoituksista, jätteistä ja niin edelleen. Ympäristöjärjestelmä raportoi sen jälkeen päästöt 13 kategoriassa seurantaa varten. <https://wearealbert.org>

Mitä vikaa tuotannossa on?



Fossiilisten polttoaineiden käyttö ja kaatopaikoille päätyvien tuotteiden luominen johtaa turhiin hiilidioksidipäästöihin

Lähde: Broadcastnow¹³

Global Compact on YK:n yrityksille luoma yritys vastuualoite, jolla pyritään edistämään yritysten ja niiden toiminnan sosiaalista vastuuta ja ympäristöystävällisyyttä sekä sitouttamaan niitä kestävän kehityksen tavoitteisiin. Yritykset, jotka liittyvät aloitteeseen, pyrkivät toimimaan Global Compactin kymmenen periaatteen mukaisesti ja edistämään näin ekologista ja sosiaalista vastuutaan. Periaatteet kattavat mm. ihmisoikeuksia ja työnteon eettisyyttä koskevia mutta myös ympäristöön liittyviä asioita, kuten varovaisuusperiaatteen noudattamisen (periaate 7), aloitteiden teon ympäristövastuuasioissa (periaate 8) ja ympäristöystävällisten teknologioiden kehittämisen ja levittämisen (periaate 9). Aloite ei ole sinänsä sitova tai varsinaisesti velvoita yrityksiä, vaan se pyrkii yhteistyön kautta muokkaamaan yritysten toimintaa kestävän kehityksen tavoitteita tukevaan suuntaan. <https://www.globalcompact.fi/>

13. <https://www.broadcastnow.co.uk/broadcast-network/albert-working-towards-greener-film-and-tv/5131583.article>

Vapaaehtoisen itsesääätelyn kehittämisen lisäksi vastuullisuutta on myös säädelty. Digitaalisen median regulaatioympäristö on voimakkaassa muutoksessa, koska EU on puuttunut aktiivisemmin ja voimakkaammin digitaalisen alaan (esim. GDPR¹⁴, AI Act¹⁵). EU:ssa on myös ympäristöön liittyvää eritasoista sääntelyä, kuten yritys vastuudirektiivi.

1.2 TUTKIMUSTEHTÄVÄ

Tämän tutkimuksen tarkoitus on kartoittaa digitaalisen median päästöjen lähteitä ja keinoja näiden päästöjen vähentämiseksi nyt ja lähitulevaisuudessa. Selvitys keskittyy erityisesti digitaalisen median tuotantojärjestelmien ja jakelualustojen ympäristökuormaan ja sen pienentämiseen teknologiavalinnoilla ja ohjelmointiratkaisuilla.

Tutkimusraportti pyrkii vastaamaan seuraaviin tutkimuskysymyksiin.

1) Mitkä ovat digitaalisen median ja globaalien jakelualustojen keskeiset päästöjen lähteet? 2) Miten näitä voidaan rajoittaa vastuullisesti ja tehokkaasti?

Toimintasuosituksina esitetään keinoja, joilla voidaan tehdä valintoja, jotka pienentävät alan hiilijalanjälkeä merkittävästi ja mitattavasti.

Raportissa keskitytään hiilijalanjälkeen ja rajataan raaka-aineiden kulutukseen ja saatavuuteen liittyvät seikat tutkimuksen ulkopuolelle. Näiden tarkempi selvittäminen tulevaisuudessa olisi kuitenkin myös tärkeää Suomen mediakentälle.

Medialla on yhteiskunnassa myös valtaa siihen, mitä ja miten se ilmastoasioita käsittelee. Myös tämä aihealue rajataan tämän selvityksen ulkopuolelle. Myös journalistiset työprosessit sekä etä- tai lähityön tarkastelu jätetään tämän tutkimuksen ulkopuolelle. Miten organisaatio suhtautuu vaikkapa työpaikkaruokailun järjestämiseen tai jätteiden kierrätykseen on merkittävä osuus mediatalojen hiilijalanjälkeen ja sen raportointiin, mutta ne eivät ole tämän raportin keskiössä.

14.. <https://gdpr.eu/>

15. <https://www.europarl.europa.eu/topics/en/article/20230601STO93804/eu-ai-act-first-regulation-on-artificial-intelligence>

2. DIGITAALISEN MEDIAN YMPÄRISTÖKUORMAN LÄHTEET

Yritykset raportoivat ympäristövastuullisuudesta osana organisaation jatkuvaa raportointia. Ympäristövaikutusten mittaaminen ei kuitenkaan ole aivan triviaalia. Paljon riippuu mittaamisen oletuksista sekä siitä lähestytäänkö mittaamista yksittäisen organisaation tai kuluttajan vai digitaalisen tiedonvälitystä näkökulmasta. Osa vaikutuksista voi olla suoria ja osa epäsuoria. Mittauksen tarkoituksena voi olla ensisijaisesti toiminnan raportointi tai toiminnan kehittäminen – erilaiset käytötavat vaativat erilaisten ohjaavien mittaristojen kehittämistä. Osa ympäristövaikutuksista aiheutuu suoraan mediayhtiöiden tekemistä valinnoista – toiset ovat enemmän kuluttajan valintoja (esim. laitekanta), johon mediayhtiöllä on vähemmän suoraa vaikutusvaltaa.

2.1. PÄÄSTÖJEN JA HIILIJALANJÄLJEN MÄÄRITELMÄT

Hiilijalanjäljellä viitataan yleisesti joko yksilön, organisaation, tuotteen, palvelun tai toiminnan aiheuttamia ilmastopäästöjä eli kuinka paljon kasvihuonekaasuja kyseinen asia tuottaa (Wright et al. 2011). Selkeää yksimielisyyttä käsitteen sisällöstä ei kuitenkaan ole. Päästöillä voidaan jonkin asian hiilijalanjäljestä puhuttaessa tarkoittaa esimerkiksi kaikkia aiheutuvia kasvihuonekaasuja, mm. hiilidioksidi, metaani ja dityppioksidi, tai viitata pelkästään hiilidioksidipäästöihin. Kasvihuonekaasuja ovat muun muassa vesihöyry, hiilidioksidi, metaani, dityppioksidi sekä fluoratut kasvihuonekaasut.¹⁶ Vaikka ilmastopäästöt voivat olla seurausta mistä tahansa näistä kaasuista, päästöjen vakiomittausyksikkö on CO₂e eli hiilidioksidiekvivalentti. Mikäli päästöihin lasketaan kaikki kasvihuonekaasut, muunnetaan muiden kaasujen vaikutus yleensä vastaamaan yhteismitallisesti hiilidioksidikaasuja.

Eri kasvihuonekaasut muunnetaan CO₂e:ksi hiilidioksidin kirjanpidollista laskentaa varten. CO₂e:tä käytetään prosessin yksinkertaistamiseen, koska eri kasvihuonekaasuilla on eriasteinen lämmitysvaikutus. CO₂e on yleisesti hyväksytty standardi kasvihuonekaasujen määrittämisessä. Sitä käytetään myös hiilimarkkinoilla mukaan lukien hiilidioksidihyvitysten ja hiilidioksidin kompensatioiden rakenteessa.

Hiilijalanjälkeä mitataan massana, ja sen keskeisiä yksikköjä ovat painoyksiköt, kuten gramma, kilogramma tai tonni. Massaan pohjautuvien mittareiden avulla voidaan arvioida joidenkin tekojen kuten vaikkapa lentokoneella matkustamisen ilmastovaikutusta. Hiilijalanjäljen mittaamisessa voidaan soveltaa myös elinkaariajattelua eli kuinka paljon esimerkiksi jokin laite tuottaa ilmastopäästöjä koko elinkaarensa aikana, valmistuksesta ja kuljetuksesta aina käyttöön ja käytöstä poistoon. Tilannetta, jossa jokin asia ei vaikuta ilmaston lämpenemiseen ollenkaan kutsutaan hiilineutraaliksi, jolloin sen hiilijalanjälki on nolla. Mainittakoon vielä, että suomalaisten keskimääräinen hiilijalanjälki henkilöä kohden on tätä nykyä alle 10 tonnia CO₂e, vaikkakin arviot vaihtelevat jonkin verran. Suomen ympäristökeskuksen mukaan keskimääräinen hiilijalanjälki henkilöä kohden oli 7.7t CO₂e vuonna 2021, Euroopan komission mukaan 10.25t CO₂e samaisena vuonna ja 9.76t CO₂e vuonna 2022¹⁷.

Hiilijalanjälki jaetaan suoriin ja epäsuoriin päästöihin. Suorilla päästöillä viitataan välittömästi omasta toiminnasta johtuviin päästöihin kuten omalla autolla ajamiseen. Epäsuorat päästöt

16. Tilastokeskus: "Kasvihuonekaasuinventaariossa raportoitavat kasvihuonekaasut ovat hiilidioksidi CO₂, metaani CH₄, dityppioksidi N₂O sekä fluoratut kasvihuonekaasut eli F-kaasut (HFC-yhdisteet (fluorihiihivedyt), PFC-yhdisteet (perfluorihiihivedyt), rikkiheksafluoridi SF₆ ja typpitrifluoridi NF₃). Muita merkittäviä kasvihuonekaasuja ovat vesihöyry, otsoni sekä Montrealin pöytäkirjan alaiset nk. CFC- ja HCFC-yhdisteet." <https://www.stat.fi/meta/kas/kasvihuonekaa.html>

17. https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report_2023?vis=ghgpop#emissions_table

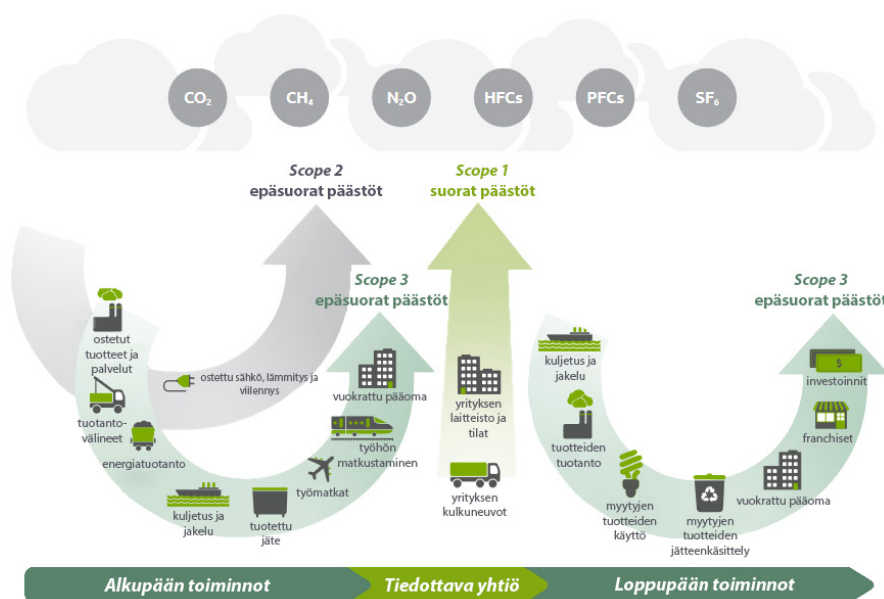
viittaavat taas päästöihin, joiden syntyyn henkilö voi vaikuttaa vain rajoitetusti ja joiden hallinta on pitkälti henkilön ulkopuolisten tahojen käsissä. Tästä esimerkkinä käy joukkoliikenteen käyttäminen: joukkoliikenteen päästöt jaetaan kaikkien matkustajien kesken, ja päätös siitä, ajetaanko jokin vuoro vai ei, on joukkoliikenteen liikennöitsijän tai muun sidosryhmän päätettävissä. Organisaatioiden suorista ja epäsuorista päästöistä puhutaan usein tasojen kautta. Tason 1 luokkaan kuuluvat organisaation suorat päästöt, kuten organisaation oma energiantuotanto, tai niiden omien resurssien, kuten ajoneuvojen käyttö. Taso 2:ssa ovat puolestaan organisaation epäsuorat energiantuotannon päästöt, kuten organisaation ostaman energian tuottamisesta aiheutuvat päästöt. Taso 3 kattaa muut organisaation epäsuorat päästöt, kuten työntekijöiden työpaikalle matkustamisen tai sen vesihuollosta aiheutuvat päästöt. Huomionarvoista on nimenomaan se, että taso 3:n päästöt eivät ole suoraan organisaation hallinnassa mutta johtuvat kuitenkin organisaation toiminnoista.

GHG (GreenHouse Gas) kirjanpito käytetään organisaation hiilijalanjäljen laskemiseen. The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard on vuonna 2001 julkaistu kirjanpitostandardi joka perustuu Maailman luonnonvarainstituutti WRI ja Maailman elinkeinoelämän kestävä kehityksen neuvoston (WBCSD) työhön. Mittaustapa standardoitiin vuonna 2006 koodilla ISO 14064-1, ja sitä päivitettiin 2018. Standardin ajatuksena on yhtenäistää tapaa, miten yrityksen tai sen tuotteiden ja palveluiden hiilijalanjälkeä mitataan tuotantoketjussa.

Hiilijalanjälki osana raportointia. Organisaation ympäristöjärjestelmässä päästöjä mitataan osana organisaation jatkuvaa raportointia. Ympäristöjärjestelmä hankitaan usein ostopalveluna.

Ympäristöjärjestelmässä tietoa kerätään eri mittareilla, minkä jälkeen mittaristo tuottaa arvion ympäristövaikutuksista kategorioittain. Mittaaminen perustuu hyväksytyyn tilinpäätösstandardiin (GHG Protocol Corporate Value Chain Accounting and Reporting).

Mitattavat kategoriat ovat taso 1 eli yrityksen suorat kasvihuonekaasupäästöt, taso 2 eli ostettu sähkön, höyryn tai lämmön kuluttamisesta syntyvät kasvihuonekaasupäästöt ja taso 3 eli muut epäsuorat kasvihuonekaasupäästöt – taso 3 jakautuu 15 eri kategoriaan kuten hankinnat, liikematkustaminen ja jätteet. Median tapauksessa tasot 1 ja 2 muodostavat yleisesti vain pienen osan kokonaispäästöistä.



Hiilijalanjälkilaskennan tasot ja kategoriat. Lähde: GHG Protocol Corporate Value Chain Accounting and Reporting.

Päästömittaamisen sudenkuopat. Tämän raportin laatimisen yhteydessä tutustuimme laajasti digitaalisen hiilijalanjäljen uusimpiin mittauskäytäntöihin ja alan relevanttiin tutkimuskirjallisuuteen.

Yleisperiaatteet päästöjen suitsimiseksi ovat selkeät ja yhdensuuntaiset. Silti monissa raporteissa ja tutkimuksissa toistui teema, että hiilijalanjäljen mittaamiseen ja erityisesti mittausten tulkintaan liittyi standardeista huolimatta epävarmuutta. Vaikutusten mittaluokkaa oli hankala hahmottaa: usein tulosten vaihteluväli saattoi olla useita kymmeniä prosentteja riippuen oletuksista, joilla mittausta on suoritettu.

On tärkeää huomata, että suuri osa mittauksista perustuu oletuksiin keskimääräisistä laitteista, keskimääräisestä kulutuksesta ja oletukseen, että vaikkapa miljoona loppukäyttäjien tv:tä tai näyttöä ovat suhteellisen uusia ja niitä käytetään suunnilleen samalla tavoin. Samoin energian tuotannosta ja kulutusajoista joudutaan simuloinneissa tekemään paljon lähtöoletuksia, jotka vaikuttavat erittäin paljon tuloksiin.

Tämä on nähdäksemme merkittävä haaste alalle: miten päästä tarkempiin mittaustuloksiin ja saavuttaa alalla yhteisymmärrystä hiilikirjanpidon perusteista sekä eri toimien vaikutuksesta. Marks ja Przedpelski (2022) sisältää melko teknistä keskustelua hiilijalanjäljen laskemisen politisoitumisesta, mutta myös konkreettisia kommentteja siitä, miten tulkitaan esimerkiksi palvelimien osuutta median hiilijalanjäljestä.

Jatkossa ei voi olla niin, että hiilitilinpäätöksiä voidaan laatia, lukea ja tulkita miltei miten tahansa. Näemme tässä merkittävää kehityspotentiaalia, jotta ilmastonmuutokseen voidaan puuttua tehokkaasti – ja mitattavasti.

Hiilijalanjäljen rinnalle on ilmestynyt myös toinen rinnakkainen käsite, hiilikädenjälki.¹⁸ Hiilikädenjäljellä viitataan jonkin toiminnan positiivisiin vaikutuksiin hiilijalanjäljen pienentämisen suhteen. Perinteisesti eri standardit keskittyvät mm. hiilijalanjäljen laskemiseen ja korostavat lähtökohtaisesti toiminnan aiheuttamia negatiivisia vaikutuksia. Hiilikädenjälkeä syntyy, kun organisaatio tarjoaa tuotteita tai palveluita, jotka auttavat muita toimijoita pienentämään hiilijalanjälkeään. Huomattavaa onkin, että mikäli organisaatio pienentää omaa hiilijalanjälkeään, tätä ei oteta huomioon hiilikädenjäljen laskennassa. Hiilikädenjälkeä syntyy ainoastaan ulkopuolisten organisaatioiden hiilijalanjäljen pienentämisessä. Siinä missä hiilijalanjälki pyritään saamaan nolnaan, hiilikädenjälki voi olla niin iso kuin mahdollista. Tavoitteena organisaatioille olisikin pienentää omaa hiilijalanjälkeä ja samanaikaisesti auttaa muita tekemään samoin ja jälkimmäisen kautta kasvattaa organisaation hiilikädenjälkeä.

2.2. DIGITAALISEN MEDIAN TUOTANTO

Digitaalinen media käsittää laajan valikoiman erilaisia sisältöjä, sisältömuotoja ja formaatteja. Niin kutsutut mediatuotteet voivat olla esimerkiksi blogipostauksia, uutisartikkeleita, sosiaalisen median julkaisuja, nettisivuja, sähköposteja, videoita tai animaatioita, podcasteja, tekstiä, kuvia tai yhdistelmiä edellä mainituista. Digitaalinen media ja sen välittämä informaatio ottaakin usein monenlaisia eri muotoja, ja eri mediatuotteiden tuottamiseen vaaditaan omat työkalunsa. Nämä työkalut saattavat olla fyysisiä koneita, kuten esimerkiksi kameroita ja tietokoneita, mutta myös digitaalisia tuotteita, kuten esimerkiksi tekstinkäsittelyyn tai videoiden editointiin tarkoitettuja ohjelmistoja (Faulkner ja Runde, 2010).

2.3. DIGITAALISEN MEDIAN YMPÄRISTÖKUORMA

Keskusteltaessa median ja mediatuotteiden vaikutuksesta ilmastonmuutokseen, päästöjä syntyy mediatuotteita tuottaessa ja niitä kulutettaessa. Tuotantoon liittyviä päästölähteitä ovat esimerkiksi tuotannossa käytettävät koneet ja ohjelmistot. Kulutuksen suhteen päästöjä tarkasteltaessa on tärkeää huomioida, että mediatuotteen muodolla ei ole suoranaista merkitystä päästöihin. Keskeistä on sen sijaan digitaalisen mediatuotteen sisältämän tiedoston koko ja se, miten laajalti ja mihin aikaan kyseinen mediatuote pyritään kuluttajalle tarjoamaan. Video- ja äänitiedostot ovat yleensä toki suurempia kuin tekstitiedostot, mutta tästä huolimatta tiedostokooltaan suuren tekstitiedoston ilmastovaikutukset ovat samaa luokkaa kuin yhtä suuren videotiedoston. Pienelle yleisölle jaettavan isonkin videotiedoston ilmastovaikutus voi olla huomattavasti pienempi kuin esimerkiksi pienen tekstitiedoston, jos jälkimmäinen jaetaan laajoille, miljoonia ihmisiä kattavalle yleisölle.

Mitä isompi mediatuotteen sisältävä tiedosto on ja mitä laajemmalle se levitetään, sitä enemmän resursseja sen tuottaminen ja jakelu vaatii. Median kulutuksessa vaikutusta on myös sillä, minkälaisilla laitteilla mediaa kulutetaan. Isommat tiedostot, kuten suuremman kuvatakkisuuden omaavat videotiedostot, mahdollistavat mediatuotteen käyttämisen suurikokoisessa televisiossa, mikä puolestaan vaatii enemmän resursseja niin tuotannollisesti kuin kulutuksellisesti verrattuna vaikkapa älypuhelimeen.

Tiivistettynä mediatuotteen välittömät ilmastovaikutukset syntyvät kolmessa vaiheessa eli tuotannossa, levittämisessä ja kuluttamisessa. Tuottamisessa keskeistä ovat ne fyysiset ja digitaaliset välineet, joiden avulla tuote luodaan. Levittämisessä esiin nousevat jaettavan digitaalisen mediatuotteen tiedostokoko sekä se, miten laajalti tuotetta jaetaan eri digitaalisia kanavien välityksellä. Kuluttamisessa ilmastovaikutukset ovat riippuvaisia siitä, kuinka moni mediatuotetta kuluttaa ja milloin sekä se, minkälaisilla välineillä kuluttaminen tapahtuu. Näennäisestä yksinkertaisuudesta huolimatta mediatuotteen ilmastovaikutusten tarkka arviointi vaatii monen eri muuttujan ottamista huomioon, ja optimaalisen tuloksen tekeminen poikkeaa esimerkiksi maailmanlaajuisen uutissivuston ja paikallisiin tapahtumiin keskittyvän uutispalvelun välillä.

Schein et al:in (2013) mukaan ilmastovaikutuksia voidaan mitata joko ylhäältä alas tai alhaalta ylöspäin. Ylhäältä alas mentäessä arvioidaan kokonaisten alisysteemien hiilijalanjälkeä ja arvioidaan, paljonko esimerkiksi kaikki verkkomedia kuluttaa energiaa ja jaetaan tämä yksittäisen median arvioidulla koolla. Alhaalta ylöspäin laskettaessa käytetään tietystä mediapalvelussa käytettyjen alijärjestelmien todellista energiankulutusta tai hiilijalanjälkeä ja nämä summataan yhteen. Tämäkään ei koskaan ole aivan eksaktia, sillä eri komponentteja käytetään useisiin eri tarkoituksiin ja näiden kulutusta ei voida täysin erottaa. Schein et al. (2013) korostaa, että alhaalta ylöspäin lähestyminen on ehkä työläämpää, mutta antaa paremman kuvan siitä, mitkä muutokset vähentävät hiilijalanjälkeä eniten.

3. ENERGIAN KULUTTAJAT JA KULUTUS ERI VAIHEISSA

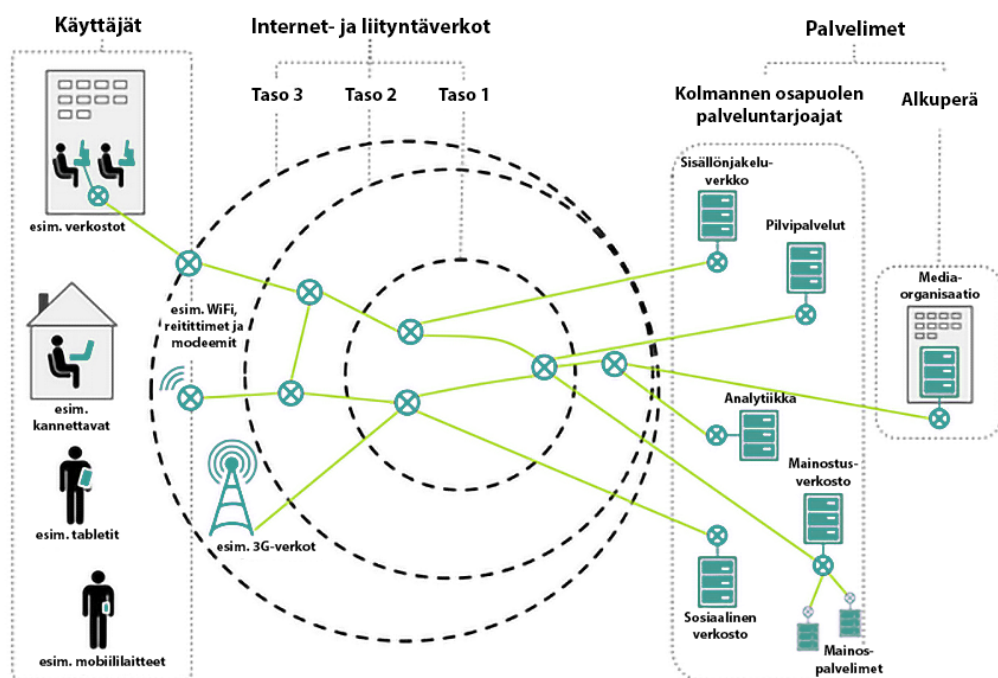
Tässä luvussa tarkastelemme median tuotannon ja jakelun hiilijalanjäljen ympäristövaikutuksen muodostumista aiemman tutkimuksen ja esimerkkien avulla. Alaluvuissa käsitellään mediatuotteen päästöjä eri vaiheissa.

Wood et al. (2017) esittää, että ympäristövaikutusten osoittamiseksi pitää lähestyä koko välitöntä informaatioekosysteemiä, jonka esimerkiksi yksittäinen uutinen tavoittaa. Tällöin ajaututaan kysymään, ketkä ovat relevantit toimijat ja mitä verkostoja sekä laitteita kyseisessä ekosysteemissä käytetään. Mediatuotteen aiheuttamat päästöt voidaan tällöin jakaa kahteen osa-alueeseen: materiaaliseen puoleen (laitekanta mediatuotteen tuotannossa ja kulutuksessa) ja vaikutukseen ekosysteemissä. Ongelmaksi laskennassa muodostuu se, että digitaalisen median käyttöympäristö on globaali ja varsin monimutkainen. Esimerkiksi kansainväliset uutissivustot saavat helposti satoja latauksia sekunnissa eri puolilta maailmaa.

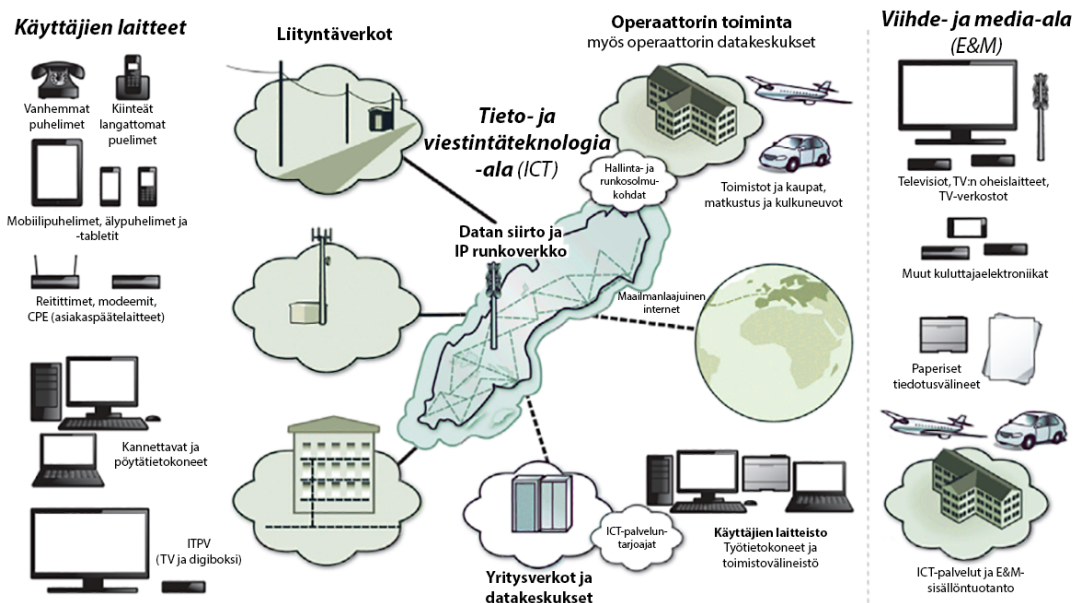
Allaolevassa kuvassa (Wood et al. 2017) on havainnollistettu informaatioekosysteemin keskeisiä materiaalisia osia. Jakelu koostuu neljästä pääryhmästä:

- 1) käyttäjät,
- 2) päätelaitteet,
- 3) Internet ja liityntäverkot
- 4) palvelimet

Kuvassa vasemmalla ovat käyttäjät laitteineen, keskellä verkkoinfrastruktuuri ja oikealla mediayhtiöt laitekantoineen. Tälle puolelle on laskettu myös kaikki kolmansilta osapuolilta tilatut palvelut, mediatuotteen levittäminen sosiaalisessa mediassa sekä analytiikka laajasti tulkittuna. Analytiikkaan kuuluu muun muassa mediatuotteen yleisön jäljittämiseen käytetty teknologia, jolla on merkittävä mediatuotteen latauksiin liittyvä suora ympäristövaikutus. Tulevaisuudessa tämä osa sisältänee yhä kehittyneempää tekoälyä, jolloin mukaan laskuihin tulisi ottaa myös mallien kouluttamisen energiavaikutukset. Seuraavassa käymme läpi kaavion eri osat ja niiden ympäristökuorman ja lopuksi markkinoinnin järjestelmien ja generatiivisen tekoälyn avulla tuotetun materiaalin haasteet.



Median päästöjen lähteet (mukaillen Wood et al. 2017)



ICT-sektorin päästölähteet (mukaiillen Malmodin ja Lunden 2016)

3.1. SISÄLLÖN LUONTI

Luotaessa mediasisältöjä päästöjä syntyy ainakin seuraavista lähteistä: 1) kuvan ja videon käyttö, 2) tekstin tuotanto, 3) sivujen tuotanto, 4) päätelaitteiden hankinta.

Sisällön lataus internettiin muodostaa noin 0,1 % jakelun päästöistä (Preistl et al. 2019). Sisällön enkoodaus ja muunnokset tehdään muutaman kerran ja näiden vaikutus päästöihin on useimpien tutkimusten mukaan käytännössä merkityksetön (Preistl et al. 2019 ja 2018). Tuotannon osuus on keskeisesti sidoksissa laitteiden tuotannon hiilijalanjälkeen. Esimerkiksi tehokas kannettava (Apple MacBook Pro M3) kuluttaa maksimikuormalla noin 80 wattia/tunti¹⁹, mikä tekee 10 tunnin käytöllä 200 päivänä vuodessa n. 16 kWh, eli saman verran kuin 3 tuntia pienen sähkökiukaan käyttöä. Voidaan todeta, että uudemmat päätelaitteet ovat hyvin energiatehokkaita, mutta koska laitteiden kuormasta suurin osa tulee niiden rakentamisesta (kannettavan tietokoneen tuotannon CO₂ päästöt vastaavat karkeasti kymmenen vuoden käytön päästöjä²⁰), paras tapa vähentää tuotannon hiilijalanjälkeä on käyttää laitteita mahdollisimman pitkään ja hankkia elinkaaren loppuessa mahdollisimman energiatehokkaita uusia laitteita.

Sisältötyypeillä on vaikutusta tuotannossa, ja erityisesti 4K-videon ja generatiivisen tekoälyn tuottaman dynaamisen sisällön luominen kuluttaa energiaa. Kuitenkin sisällön muodon merkitys hiilidioksidijalanjäljessä tulee siitä, kuinka suuri siirrettävä tiedosto on ja kuinka paljon sitä ladataan. Mikäli generatiivista tekoälyä käytetään Bing-hakukoneen tapaan generoimaan mediasisältö jokaiselle käyttäjälle ja näyttökerralle erikseen, on ympäristökuorma erittäin suuri.

3.2 JAKELUVERKOT

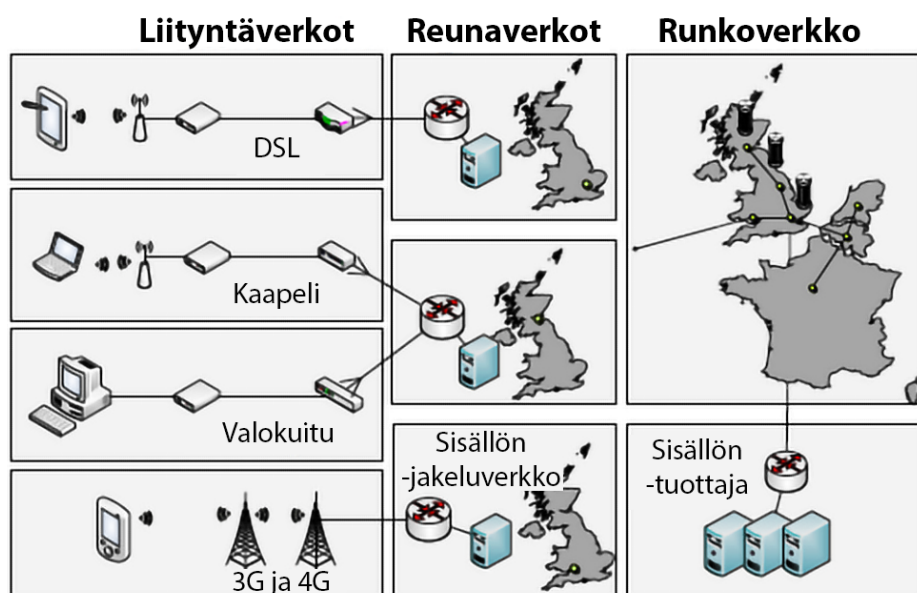
Pääosa median tuotannon ja käytön ympäristökuormasta syntyy median jakelusta erilaisten verkkojen yli. Alla olevassa kuvassa puhutaan kantaverkosta (core network), tähän liittyvistä käyttäjäverkoista (access network) ja mobiiliverkoista (cellular networks). Hiilijalanjälkeen vaikuttaa olennaisesti paitsi verkon tyyppi, myös se, jaetaanko kaikki mediasisältö suoraan serveriltä jokaiselle käyttäjälle erikseen vai käytetäänkö erilaisia välipalvelimia pienentämään kuormaa.

19. https://www.reddit.com/r/macbookpro/comments/199mm5e/m3_pro_vs_m3_max_fan_noise_vs_performance/

20. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162378/LVM_2020_12.pdf?sequence=1&isAllowed=y tau-lukko 10

Kantaverkko tarkoittaa internetin ydinverkkoa, joka muodostuu tyypillisesti hyvin nopeista valokuituyhteyksistä esimerkiksi kaupunkien ja maiden välillä. Käyttäjaverkot ovat erilaisia ja hyvin erilaisilla tekniikoilla tarjottavia loppukäyttäjyhteyksiä, jotka voivat olla rakennettu esimerkiksi kaapeli-tv-verkon tai kiinteän puhelinverkon infran päälle. Tämän osan nopeus ja energiankulutus vaihtelee hyvin voimakkaasti riippuen siitä, missä ja miten sitä käytetään. Kotien, toimistojen ja yliopistojen verkot voivat olla hyvin erilaisessa asemassa tämän suhteen. Äärimmäisenä esimerkkinä käy vaikkapa Otaniemi, jossa monet toimistorakennukset sijaitsevat alle 100 metrin kaapelin päässä erittäin nopeasta ydinverkosta ja sitten vaikkapa kesämökki Saimaalla, johon yhteys muodostuu kantaverkosta mobiiliverkon tukiasemaan ja edelleen sieltä mobiiliverkon kautta käyttäjän laitteeseen.

Mobiiliverkot ovat yleisimpiä median loppukäyttäjille suunnattuja käyttäjaverkkoja. Näitä ovat nykyään 4G- ja 5G verkot, joiden kautta matkapuhelimet ja tabletit ja mobiilireitittimet liittyvät kantaverkkoon ja hakevat dataa ja palveluita. Mobiiliverkkojen energiankäyttö muodostaa huomattavan suuren osan sekä median että koko ICT-alan hiilijalanjäljestä. Esimerkiksi seuraavassa luvussa kuvassa 6 esitetty Youtuben tuotannon ja jakelun ja katselun energiankäytön arvio näyttää, että n. 60 - 70 % energian kulutuksesta on peräisin jakelusta. Seuraavassa kappaleessa käydään läpi eri vaiheissa jakelussa syntyvää kuormitusta, sen suuruutta ja keinoja vähentää näitä suunnittelun avulla.



Palvelun jakelu loppukäyttäjälle

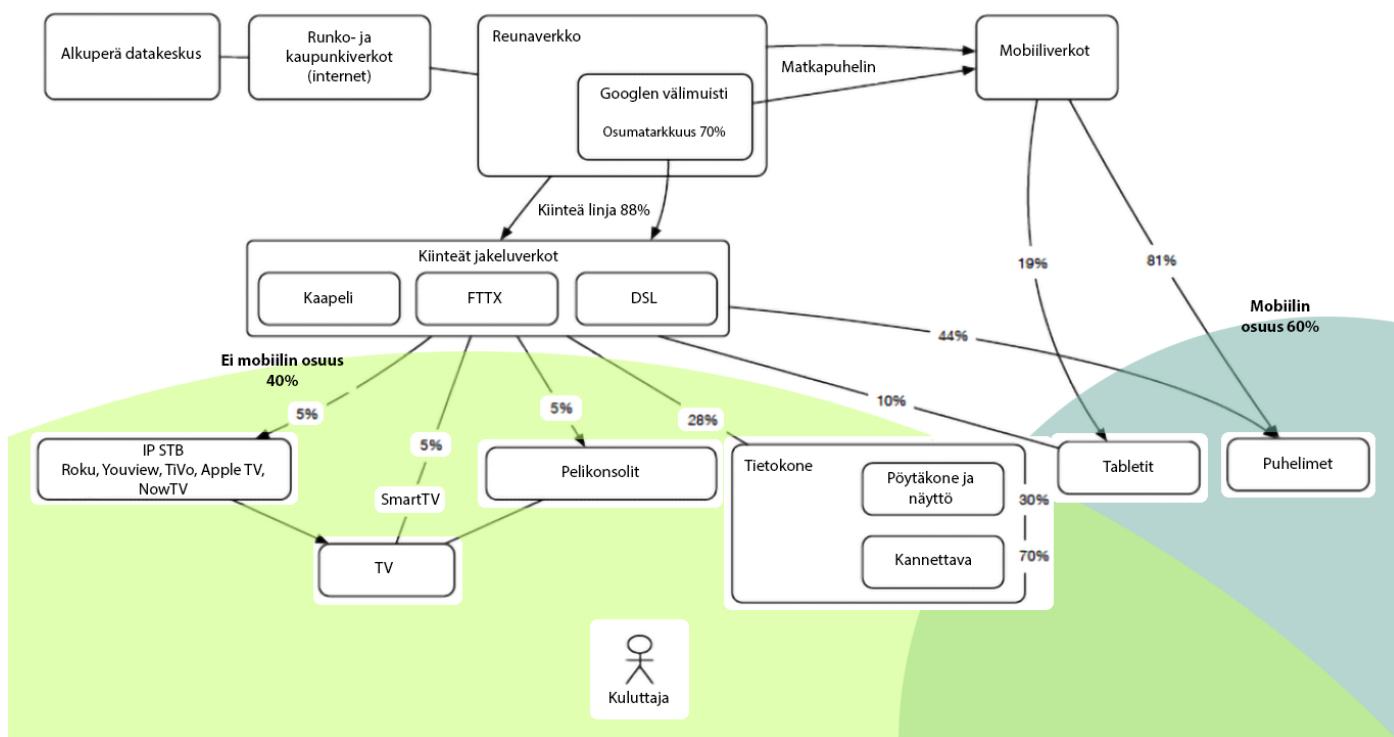
Content Delivery Networks (CDNs) ja caching. CDN tarkoittaa välimuistipalvelimia, joissa on esimerkiksi usein käytettyjä kuva- ja videotiedostoja lähempänä loppukäyttäjää ja usein globaalisti hajautettuna. Näitä palveluja tarjoavat Akamain kaltaiset suuret palvelinkapasiteetin ja kuormantasauksen tarjoajat. Sisällön pitäminen välimuistipalvelimilla lähellä kuluttajaa on erittäin merkityksellistä hiilijalanjäljelle. Näiden palvelimien energiatehokkuus on myös tärkeää, mutta laitteet ovat tehokkaita, joten tämä on vähemmän merkityksellistä.

3.3 SUUNNITTELUN KEINOT HIILIKUORMAN VÄHENTÄMISEEN

Median tuotannon ja jakelun aiheuttamaa kuormaa voidaan analysoida ja pyrkiä analyysin perusteella suunnittelemaan energiatehokkaampia mediapalveluita. Tämän niin sanotun vihreän ohjelmoinnin (Green Programming, Preist et al. 2019) tai vihreän suunnittelun avulla pyritään tunnistamaan merkittävimmät energiankulutuksen pullonkaulat ja vaikuttamaan niihin. Alla olevassa kaaviokuvassa esitetään prosessimalli median tuotannolle ja jakelulle ja

myös eri vaiheissa syntyvät päästöt. Kuvassa on temaattisesti esitetty YouTube:n toimitus media-palvelimelta loppukäyttäjälle ja miten suuren osan energian käytöstä kukin vaihe tuottaa. On todettava, että Googlen YouTube-infrastruktuuri on erittäin pitkälle optimoitu ja kykenee käyttämään sellaisia optimoituja jakelu- ja välipalvelinratkaisuja, joita muilla medioilla ei välttämättä ole käytössä. Google voi esimerkiksi optimoida varastointia ja jakelua keskittämällä palveluja Ranskaan tai Suomeen, joissa sähköntuotannon päästöt ovat radikaalisti pienempiä, kuin vaikkapa Virossa tai Saksassa.

Youtube jakelujärjestelmä



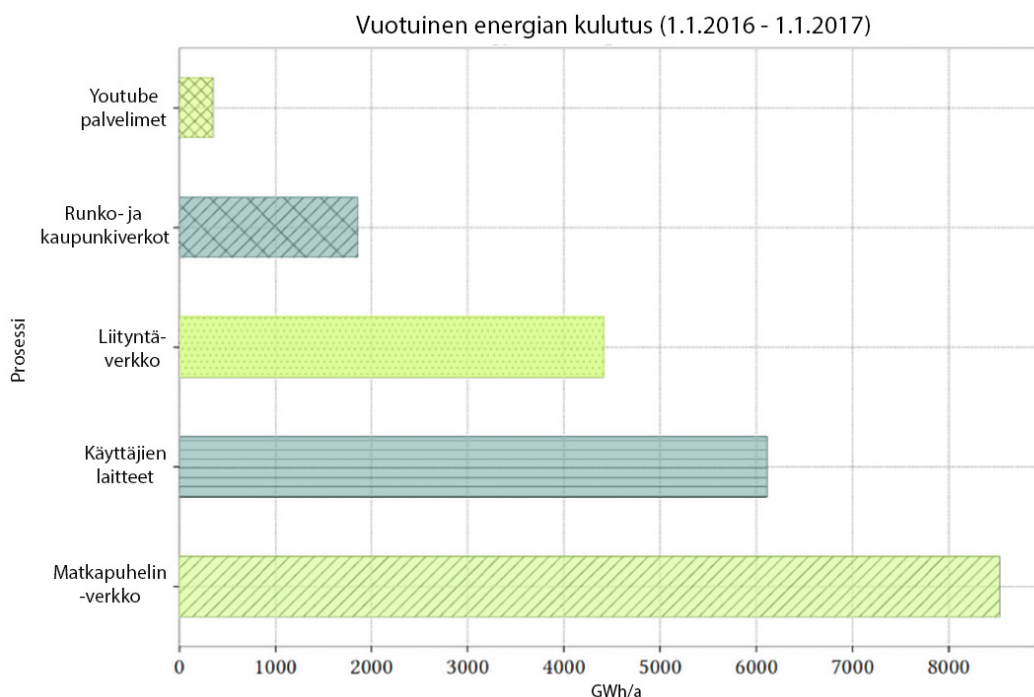
YouTube:n jakelun prosessimalli ympäristökuormineen (mukaillen Preist et al. 2019)

Malli on melko tekninen mutta kuvaa selvästi, mistä päästöt syntyvät ja vaikka se kuvaa YouTubea, se on niin yleinen, että se voidaan yleistää kuvaamaan median jakelu- ja käyttöprosessia. Mallin käytön ideana on, että jos voidaan ymmärtää ja ennustaa käyttäjien toimintaa ja yhdistää prosessimalli esimerkiksi CHG:n avulla suoritettavaan päästöjen laskentaan, niin päästöjä voidaan pyrkiä alentamaan tehokkaasti (Schein et al. 2019). Scheinin artikkelissa on huomattavan yksityiskohtainen simulaatio eri vaiheiden kuorman laskennasta, mutta tässä keskitymme lähinnä siihen, miten analyysin tuloksia voi hyödyntää suunnittelussa.

YouTube:n tapauksessa sisällön lataaminen palveluun on niin harvinaista verrattuna sisällön katseluun, että se muodostaa noin 0,1 % kokonaiskuormasta, joten se on käytännössä merkityksetön ja jää muun muassa LCA:ssa kokonaan huomiotta. Kaaviossa on arvioitu, että noin 70 % palvelinkutsuista ja mediahauista voidaan vastata välipalvelimissa jo olevien tiedostojen avulla. Palvelujen käyttöä voidaan arvioida median latauksia yksittäisille käyttäjille ja jos tunnetaan tämä ja median koko, niin saadaan selville verkossa liikkuvan datan määrä.

Data liikkuu palvelimilta ydinverkon ja välipalvelimien kautta käyttäjäverkkoihin. Näistä tärkeimpiä ovat erilaiset kiinteät kupari- ja kuitukaapeliverkot ja yhä suuremmissa määrin mobiiliverkot. Näiden välinen jako on maa- ja paikkakuntakohtaista, mutta tätä voidaan arvioida palveluntarjoajien analytiikan avulla. Kaaviokuvasta näkyy selvästi, että mobiiliverkot ovat huomattavan energiantensiivisiä verrattuna kiinteisiin verkkoihin, ja ne muodostavat noin 60 % kokonaiskuormasta. Tämä näkyy myös allaolevasta energiankulutusgraafista YouTube:n käytölle (Preist et al. 2019). Loppukäyttäjän laitteiden energiankulutusta käydään läpi kappaleessa 3.3. tarkemmin.

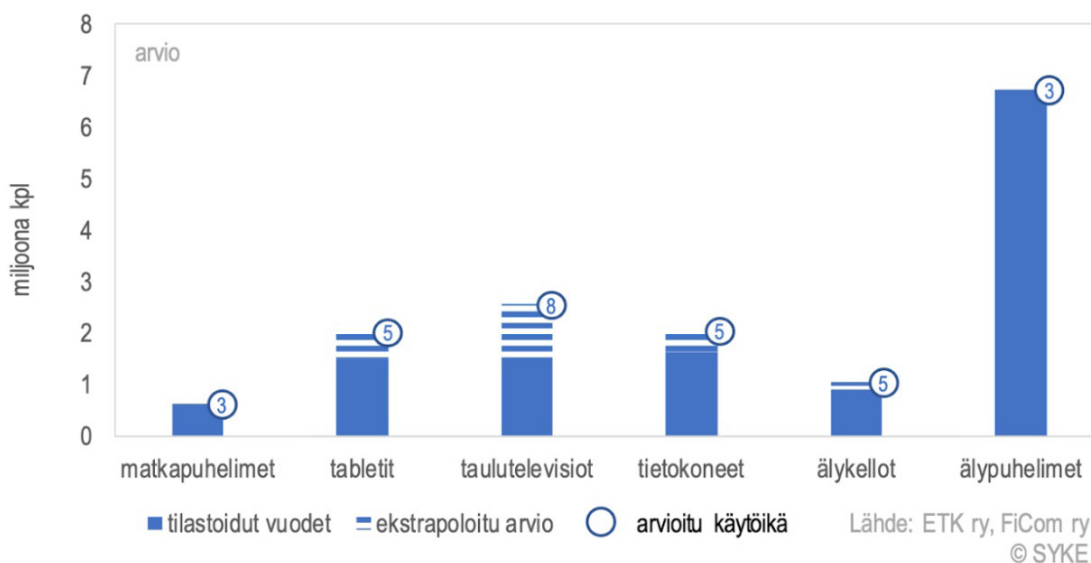
Näitä tuloksia voidaan hyödyntää, kun arvioidaan erilaisten interventioiden vaikutusta, mutta Preist et al. (2019) arvioi, että reaali maailmassa ohjelmoinnin ja suunnittelun avulla voidaan päästä 1–5 % päästövähennyksiin. Tämä on merkittävää, mutta käyttäjien ohjauksella voidaan päästä vielä selvästi suurempiin vähennyksiin. Ohjelmointitekniset optimoinnit voivat olla täysin merkityksettömiä verrattuna hiilijalanjäljen kasvuun, joka syntyy kehittyneemmästä mainosmyynnin analytiikasta ja/tai AI:n generoimasta sisällöstä.



YouTube:n videon jakelun ja käytön energiankulutus (mukaiillen Preist et al. 2019).

3.4 PÄÄTELAITTEIDEN MERKITYS JA ENERGIANKULUTUS

Wood ja kumppanit toteavat, että suurin potentiaali päästöjen vähentämiseen median jakeluketjussa on organisaatioiden ulkopuolella, mutta siihen voidaan vaikuttaa esimerkiksi valinnoilla siitä, millaisiin päätelaitteisiin ja millaisille tarkkuuksille media optimoidaan. Mediasisältöjä kulutetaan nykyisin pitkälti älypuhelimella, jotka ovat hyvin energiatehokkaita verrattuna esimerkiksi pelikoneeseen isolla näytöllä. Tätä etua kompensoi se, että puhelimelle tieto välitetään yleisemmin mobiiliverkon kautta. Alla olevassa kuvassa on esitetty päätelaitteiden jakauma Suomessa.



Päätelaitteiden osuudet Suomessa.²¹

21. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162378/LVM_2020_12.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Kuvan perusteella voidaan todeta, että älypuhelimet ovat selkeästi suurin päätelaiteryhmä. Seuraavassa taulukossa, joka on samasta VM:n tutkimuksesta, kuvataan eri laitteiden kokonaisenergiankulutusta elinkaaren ajalla ja vuosittain.

| | arvio kehdestä portille (kg CO ₂ e) | vuotuinen arvio kehdestä portille (kg CO ₂ e) |
|----------------|---|---|
| tabletti | 100 | 20 |
| taulutelevisio | 510 | 64 |
| tietokone | 350 | 70 |
| älypuhelin | 60 | 20 |

Päätelaitteiden tuotannon ja käytön CO₂-ekvivalenttikuorma.²²

Laitteiden hiilijalanjälki muodostuu valmistuksesta, laitteen käytöstä sekä laitteesta eroon hankkiutumisesta. Arviolta 80–90% esimerkiksi kannettavan tietokoneen hiilijalanjäljestä syntyy sen valmistuksesta, toimituksesta ja eroon pääsemisestä, ja loppu 10–20% aiheutuu koneen käytöstä eli käytännössä siihen tarvittavasta sähkön kulutuksesta.²³ Ilmoitetut laitteiden aiheuttamat hiilijalanjäljet vaihtelevat suuresti. Esimerkiksi kevyiden ja ohuiden kannettavien kohdalla valmistajien arviot vaihtelivat 161 kgCO₂e ja 334 kgCO₂e välillä. Käytännössä erityisesti laitteen valmistuksesta aiheutuvan hiilijalanjäljen arviointi on hankalaa muun muassa vaadittavien materiaalien toimitusketjuihin liittyvien seikkojen vuoksi, joten valmistajien ilmoittamiin lukuihin on hyvä suhtautua varauksella.

Eri laitetyyppien välillä on myös esitetty olevan eroja käytön suhteen. Esimerkiksi pöytä tietokoneiden on todettu kuluttavan käytössä enemmän sähköä kuin kannettavien tietokoneiden, ja tietokoneiden yhdistäminen erityisesti suuriin näyttöihin kasvattaa kulutusta huomattavasti. Toisaalta pöytä tietokoneita on perinteisesti käytetty pidempään kuin kannettavia tietokoneita.²⁴

Digitaalinen haaskaus aiheuttaa omalta osaltaan paikoin merkittäviäkin päästöjä. Termillä viitataan sellaisen datan varastointiin ja muuhun prosessointiin, jota organisaatiot tai yksilöt eivät hyödynnä oikeastaan millään tavalla, mutta jota kuitenkin säilötään varmuuden vuoksi. Arviot organisaatioiden digitaalisen haaskauksen määrästä vaihtelevat suuresti, ja eri tutkimukset ovat arvioineet tällaisen datan määräksi 33–55 prosenttia kaiken tallennetun datan määrästä, ja raportoineet tapauksista joissa sen määrä on ollut 80 prosenttia ja ylikin.

Dataa säilytetään joko sen varalta, että sitä saatetaan joskus tarvita, tai sitten organisaatio ei vain yksinkertaisesti ole tietoinen kaikesta keräämästään datasta. Myös datan turha monistaminen nostaa digitaalista haaskausta. Käytettiin dataa tai ei, sen tallentaminen ja prosessoiminen kuluttaa aina energiaa, mikä puolestaan johtaa kasvihuonekaasupäästöihin. Datan parempi hallinnointi ja vähemmän energiaa vaativien tallennusmuotojen käyttö ovat keinoja vähentää digitaalista haaskausta ja sen vaikutuksia.

22. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162378/LVM_2020_12.pdf?sequence=1&isAllowed=y

23. <https://www.nytimes.com/wirecutter/blog/measuring-laptop-sustainability/>

24. <https://www.it.ox.ac.uk/article/environment-and-it>

Yksilötasolla digitaalista haaskausta voi ehkäistä esimerkiksi kovalevyn ja sähköpostikansioiden säännöllisellä siivoamisella, poistamalla vähäiselle käytölle jääviä sovelluksia ja tyhjentämällä tasaisin väliajoin selainten välimuistin.

Median suhteen digitaalista haaskausta on myös, jos näytetään videota kun pelkkä audio riittäisi. Tämä on varsin tyypillistä esimerkiksi kuunneltaessa musiikkia videoalustoilta kuten YouTubea. Verkkomedian osalla tärkeää olisi auttaa median kuluttajaa vähentämään turhien sivuvierailujen määrää esimerkiksi parantamalla hakutoimintoja. Lisäksi voidaan kysyä, ovatko kaikki median yhteydessä käytettävät analytiikkatyökalut ja datan keruu tarpeellisia ja missä määrin tekoälyn lisääntyneen käyttö on perusteltua.

<https://volume.lboro.ac.uk/digital-waste-polluting-the-planet/>
<https://ict.oulu.fi/19122/?lang=en>

3.5. MARKKINOINNIN ANALYTIikka JA DYNAAMINEN SISÄLTÖ

Varsinaisen mediasisällön lisäksi merkittävä osa mediasivustojen synnyttämästä internetliikenteestä koostuu markkinointia tukevasta liikenteestä, jota käytetään mediakuluttajien tunnistamiseen, seurantaan, markkinoinnin kohdentamiseen, mahdollisiin mainoshuutokauppoihin ja itse markkinointiin. Tästä esimerkin saa lataamalla minkä tahansa digitaalisen mediasaitin: sivustolta koneelle siirtyvän dynaamisen sisällön (sis. myös aktiivinen koodi) määrä on melkoinen. Oheisessa laatikossa on kuvattu tarkemmin ohjelmallisen markkinoinnin prosessia.

Miten ohjelmallinen markkinointi toimitetaan käyttäjälle? Verkkomainonta on niin sanottua ohjelmallista markkinointia. Kun käyttäjä saapuu verkkosivustolle tai mobiilisovellukseen, kyseisellä verkkosivulla olevat mainostilat käynnistävät mainoksen jakeluprosessin. Alla on prosessin tyyppikuvaus.

Mainostila lähettää mainospyyntöviestin julkaisijan mainospalvelimelle ja pyytää mainoksen sijoittamista mainostilaan. Julkaisijan mainospalvelin voi vastata URL-osoitteella, josta se vastaanottaa mainoksen, jos mainostajan kanssa on suora sopimus. Muussa tapauksessa mainospalvelin välittää mainospyyntöä välittäjälle, joka voi olla joko mainosverkosto tai jakelualusta (Supply Side Platform SSP tai mainosvälitysalusta Ad Exchange AdX). Julkaisijan verkkosivusto ja mainospalvelin yhdessä SSP:n tai mainosverkoston kanssa muodostavat niin sanotun myyntipuolen.

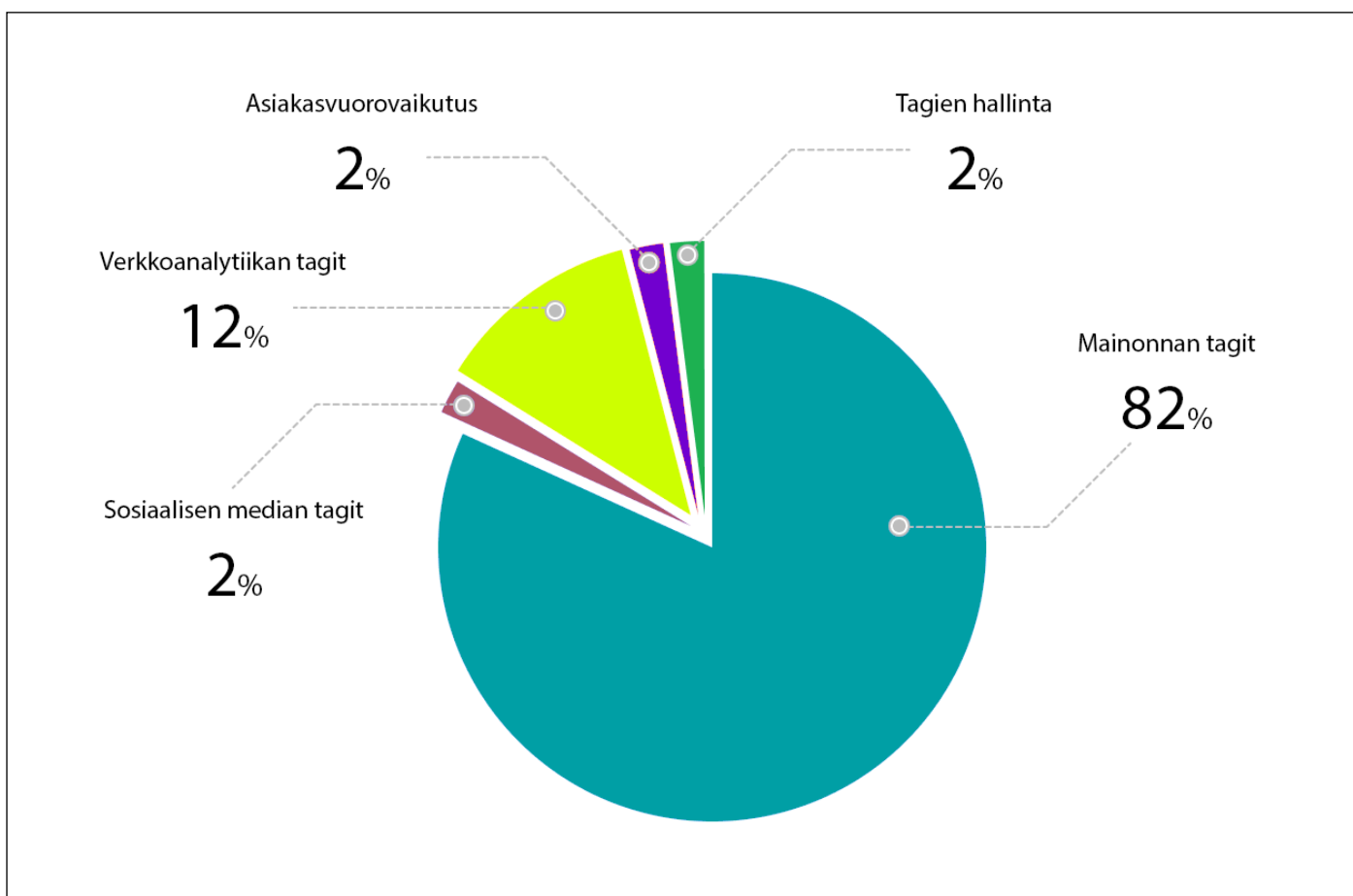
Myyntipuolen toimijat lähettävät sitten tarjouspyyntöviestin useille alustoille (Demand Side Platforms DSP), jotka käynnistävät reaaliaikaisen huutokauppaprosessin. DSP:t ovat teknologia-alustoja, joilla mainostajat tai heidän toimistonsa luovat, hallinnoivat ja toimittavat mainoskampanjoita. DSP tarkistaa vastaanotettuun tarjouspyyntöön sisältyvät tiedot, kuten laitteen sijainnin, käyttäjän profiilin (ikä, sukupuoli, kiinnostuksen kohteet), mainostilan tyyppiin (banneri, video jne.), mainospaikan paikan (verkkotunnus tai mobiilisovellus). Jos nämä parametrit vastaavat DSP:n mainoskampanjassa määritettyjä ehtoja, DSP vastaa tarjousvastauksella, joka sisältää mainostilan tarjoushinnan. AdX järjestää erillisen huutokaupan saatujen tarjousvastausten kesken ja valitsee voittajan. Voittaja toimittaa AdX:lle toimitettavan mainoksen URL-osoitteen, jota isännöidään mainostajan tai DSP:n mainospalvelimessa. Tämä URL-osoite välitetään takaisin AdX:n, SSP:n/mainosverkoston ja julkaisijan mainospalvelimen kautta selaimen tai mobiilisovellukseen, joka sitten näyttää mainoksen.

Tämä on mainoksen jakeluprosessi. Lisäksi on muita sivuprosesseja, kuten seuranta- ja profiilointiprosessi. Profiilit toimitetaan SSP:lle, AdX:lle ja/tai DSP:lle, jotka täydentävät mainospyyntöihin ja/tai tarjouspyyntöihin sisältyviä tietoja mahdollistaen räätälöityjen mainosten toimittamisen.

Mainoksen toimitusprosessi alkaa, kun selain tai mobiilisovellus vastaanottaa mainoksen URL-osoitteen. Selain tai mobiilisovellus lataa mainoksen, joka sijoitetaan mainostilaan, esimerkiksi upotettuna iFrame-kehykseen. Mainos voi sisältää vaikkapa JavaScript-koodia, jota voidaan käyttää useisiin tarkoituksiin, kuten esimerkiksi raportointiin, käyttäjien toimien seurantaan (esim. mainoksen napsautukset), KPI:iden (Key Performance Indicators) mittaamiseen (esim. mainoksen näkyvyys) tai laittomien käytäntöjen tunnistamiseen.

Ohjelmallisen markkinoinnin ekosysteemi luo internetliikennettä, jolla on merkittäviä ympäristövaikutuksia mutta arviot analytiikan ja dynaamisen sisällön ympäristövaikutuksista vaihtelevat suuresti. Tutkimuksesta löytyy arvioita 15–45% väliltä riippuen tutkimuksen oletuksista. (kts. esimerkiksi Pärssinen et al., 2018)

Solarwindsin (2018) analytiikan mukaan keskimääräisellä uutissivustolla on 41 seurantasovellusta, jotka viisinkertaistavat sivuston lataukseen kuluvan ajan. Suurin osa (yli 80%) sovelluksista on mainoksia ja liikenteen ohjelmalliseen markkinointiin liittyvää tilastointia, seuranta ja huutokauppätietoa. Tämä on myös alue, jolla mediatyhtiöt voivat tehdä itse tarkempaa datan keruuta omasta käyttäjäekosysteemistään ja suunniteluvalintojen teknologisista seurauksista (sisältäen mm. laitekanta sekä käytetyt analytiikkapalvelut). Useat lähteet korostavat sitä, että ei ole tarkoituksenmukaista taloudellisesti, käyttäjäkokemuksen tai ympäristön kannalta pitää kymmeniä usein päällekkäisiä analytiikka- ja mainosjakelusovelluksia samaan aikaan päällä. Tämän sovelluskuorman tarkastelu on erittäin yksinkertainen ja tehokas tapa vähentää ympäristökuormaa ja samalla säästää rahaa (Pärssinen et al. 2018, Solarwinds 2018).



Solarwindsin arvio siitä, miten seurantasovellukset ja tagit jakautuvat tyyppillisellä mediasivustolla.

4. NYKYISIÄ KEINOJA HIILIJALANJÄLJEN PIENENTÄMISEEN

Median tuotanto, jakelu ja kulutus pitävät kaikki sisällään eri vaiheita, osa-alueita ja prosesseja, joissa jokaisessa on lähtökohtaisesti mahdollisuus pienentää hiilijalanjälkeä. Keskeisiksi kysymyksiksi nousee tässä yhteydessä kuitenkin se, missä kohdin eri vaiheita suurimmat päästöt aiheutuvat ja mihin niistä toimija, kuten median tuottaja, voi suoraan vaikuttaa. Esimerkiksi median tuottamiseen tarvittavilla laitteilla ja välineillä, kuten tietokoneilla, kameroilla, ohjelmistoilla ja muilla, on jokaisella oma hiilijalanjälkensä, joita voidaan mahdollisesti pienentää vaikkapa vertailemalla laitevalmistajia ja heidän tuotteita, kun uusia välineitä hankitaan.

Median jakeluun verrattuna tuotantolaitteiden hiilijalanjälki on melkein aina huomattavasti jakelua pienempi, jolloin perustellumpaa saattaa olla keskittää toimenpiteet jakeluun. Toisaalta median kulutuksessa syntyvät päästöt ovat osin median tuottajan kontrollin ulkopuolella, kuten ladataanko media laitteelle wifi-verkon vai 4G- tai 5G-verkon kautta. Samanaikaisesti median tuottaja pystyy kuitenkin valinnoillaan jonkin verran ohjaamaan median kulutusta toivottuun suuntaan, vaikka lopullinen kontrolli säilyisikin edelleen median kuluttajan käsissä.

Alla käymme läpi median tuotanto-, jakelu- ja kulutusketjuja ja niistä aiheutuvia päästöjä. Samalla tuomme esille keinoja, joilla päästöjä ja sen myötä eri vaiheiden hiilijalanjälkeä voidaan pienentää.

4.1. LAITTEET, NIIDEN VALINTA JA KÄYTTÖ

Laitteen käytön suhteen hiilijalanjälkeen voidaan vaikuttaa suhteellisen yksinkertaisin keinoin. Näitä ovat muun muassa ^{25,26}

1. Laitteiden sammuttaminen käytön jälkeen
2. Laitteiden pidemmät käyttöajat, laitteiden kunnostaminen uusien ostamisen sijaan sekä yleisesti uusien laitteiden ostamisen minimoiminen
3. Laitteen mennessä rikki, laitteen korjaus uuden ostamisen sijaan
4. Laitteiden oikeaoppinen kierrätys niiden elinkaaren päätyttyä
5. Tiedostojen tallennus lokaalisti laitteen omalle kovalevylle pilvitallennustilan sijaan
6. Tarpeettomien sovellusten ja tiedostojen poistaminen koneelta

Median tuotannon, jakelun ja kulutuksen suhteen on kuitenkin muistettava, että itse tuotantovälineiden, kuten laitteiden käyttö, muodostaa vain murto-osan kokonaispäästöistä. Tämän vuoksi yllä olevien ohjeiden noudattamisen vaikutus jää pieneksi vertailtaessa sitä vaikkapa jakelusta aiheutuviin päästöihin. Asiat kuitenkin liittyvät toisiinsa. Päästöjen ja jakelun muodon kannalta on suuri merkitys sillä, mitä ja ennen kaikkea missä muodossa mediaa tuotetaan.

4.2 JAETTAVA MEDIA, JAKELU JA SEN AJOITTAMINEN

Median jakelu muodostaa suuren osan siitä muodostuvista päästöistä. Kuten edeltävissä kappaleissa on todettu. Eri arvioiden mukaan median jakelu muodostaa 60–70 % median kokonaisketjusta aiheutuvista päästöistä (Preist et al. 2019). Yksinkertaistetusti mitä suurempi tiedostokooltaan ja yleisöltään jaettava media on, sitä enemmän päästöjä tästä aiheutuu. Tästä seuraa, että isommat tiedostot kuten videot ja erittäin korkealaatuiset kuvat aiheuttavat jakelussa enemmän päästöjä kuin esimerkiksi tekstipohjainen media muutamalla heikompilaatuisella kuvalla varustettuna, toki tekstin ja kuvien määrästä jossain määrin riippuen.

25. <https://www.it.ox.ac.uk/article/environment-and-it>, <https://circularcomputing.com/news/carbon-footprint-laptop/>

26. <https://8billiontrees.com/carbon-offsets-credits/carbon-footprint-of-a-laptop/>

Digitaalisen median kokoon ja sitä kautta päästöihin vaikuttavat myös sellaiset seikat kuten muiden graafisten elementtien valinta ja ulkoasu. Jopa käytettävillä fonteilla on jonkin verran merkitystä. Mikäli käytetään fontteja, joita ei löydy oletuksena median kulutuksessa käytettävistä laitteista, kasvattaa tämä liikenteen määrää laitteen ja median sisältämän palvelimen välillä. Vastaavasti monimutkaisemman ulkoasun tai erilaisten graafisten elementtien lisääminen kasvattaa usein myös siirrettävän tiedoston kokoa (Greenwood 2021). Sama pätee myös ladattavan median mukana tuleviin mainoksiin ja muihin lisäosiin, jotka ladataan käyttäjän laitteelle itse haettavan median osana. Lisäksi voidaan yrittää välttää sisältöjä, joissa esimerkiksi jokin video- tai audiotiedosto lähtee automaattisesti latautumaan sivustoa ladattaessa sen sijaan, että median kuluttaja päättää itse videon katsomisesta esimerkiksi videota klikkaamalla. Vastaavasti voidaan pohtia, onko esimerkiksi videokuvan livestriimaus uutisen yhteydessä välttämätöntä vai riittäisikö aiheesta esimerkiksi tekstipohjainen päivitys. Erään arvion mukaan verkkovideot vastaavat 60% kaikista datavirroista, tuottaen samalla 300 miljoonaa tonnia hiilidioksidia.²⁷ Jatkuva livestriimaus kasvattaa tuota vain entisestään, ja erityisesti jos ko. striimauksessa tapahtuu vähän tai ei mitään, on sen informaatioarvo suhteellisen vähäinen.

Koon lisäksi myös sivujen lataamiskertojen määrän vähentäminen auttaa median päästöjen vähentämisessä. Mitä vähemmän turhia klikkauksia kuluttaja tekee ja mitä helpommin hän löytää haluamansa, sitä vähemmän tapahtuu digitaalista haaskausta sivustojen turhan latauksen muodossa. Tässä avainasemassa ovat sisällön helppo löytäminen ja sivustojen rakentaminen niin, että sisältöihin pääseminen vaatii mahdollisimman vähän välivaiheita (Greenwood 2021).

Ylipäättään muutokset sisällössä tai sen laadussa vaikuttavat rajoitetusti jakelussa syntyviin päästöihin. Tämä johtuu pitkälti siitä, että verkon energiankulutuksessa suuri osa siitä menee niin sanottuun verkon pohjaenergiankulutukseen (Malmodin 2020), ja sen päälle tuleva, datasta ja sen määrästä johtuva kulutus, on määrällisesti pienempi. Sama pätee jossain määrin myös kulutuksessa käytettäviin laitteisiin, joskin ne muodostavat suurimman osan koko kulutusketjussa tapahtuvista päästöistä.²⁸ Huomattava on kuitenkin se, että pienetkin päästölähteet voivat muodostua merkittäviksi niiden toistuessa useita kertoja, kuten monesti median jakelussa tapahtuu eli uutinen avataan tuhansia, satojatuhansia tai jopa miljoonia kertoja. Tällöin kulutukseen käytetty laite onkin tärkeässä asemassa päästöjen suhteen. Tähän liittyen voidaankin pohtia ei vain itse mediaa, mutta myös tiedottamista esimerkiksi uutiskirjeen muodossa. Onko tavoitteena aina maksimoida uutiskirjeen saajien määrä vai voisiko niitä pyrkiä kohdentamaan rajatummalta joukolle? Toisaalta jos parempi kohdennus saavutetaan analytiikkaa lisäämällä vaikkapa median verkkoalustoille, saattaa vaikutus hiilijalanjäljen suhteen olla kielteinenkin.

Jaettavan median koko liittyy myös olennaisesti siihen, minkälaisissa laitteissa media on pääsääntöisesti tarkoitettu kulutettavaksi. 50-tuumaisen television energiankulutus on keskimäärin 4,5 kertaa suurempi kuin kannettavan tietokoneen ja 90 kertaa suurempi kuin älypuhelimien (Carbon Trust 2021). Näiden laskelmien tarkka käytäntöön soveltaminen ei tosin aina ole aivan mutkatonta, koska saman kategoriankin laitteet eroavat jonkin verran tuottamiensa päästöjen suhteen. Lisäksi kannettavaa tai älypuhelimia käyttää normaalisti vain yksi henkilö, kun taas televisiota saattaa katsella useampikin henkilö kerrallaan, millä on puolestaan vaikutusta laskettaessa päästöjä henkilöä kohden.

Keskiarvo Euroopassa tunnin videostriimauksen tuottamille päästöille on 55gCO₂e. Arvio pitää sisällään erilaisten laitteiden käytön striimaamiseen ja mm. verkon keskimääräisen energiaintensiteetin Euroopassa vuonna 2020. Sinänsä tämä on suhteellisen vähäinen määrä verrattuna moniin muihin päivittäisiin toimiin: esimerkiksi popcornin valmistaminen mikrossa 4 minuutin ajan tuottaa 16gCO₂e. Toki pienemmistäkin virroista syntyy isompia päästöistä sen toistuessa tarpeeksi monta kertaa, kuten median kulutuksessa tapahtuu (Carbon Trust

27. <https://theshiftproject.org/en/article/unsustainable-use-online-video/>

28. <https://8billiontrees.com/carbon-offsets-credits/carbon-footprint-of-a-laptop/>

2021). Vaikka median tuottaja ja jakelija eivät voi suoranaisesti vaikuttaa siihen, minkälaisissa laitteissa mediaa käyttäjät kuluttavat, ne voivat kuitenkin yrittää ohjata kulutusta esimerkiksi optimoimalla sisältöjä sen kuluttamiseen pienemmiltä näytöiltä esimerkiksi suurten televisioiden sijaan (Preist 2013).

Median kulutuksen aika ja paikka vaikuttavat myös syntyviin päästöihin. Eri maissa energiantuotannon suhteelliset päästöt vaihtelevat, kuten myös jakelussa käytettävien teknologioiden energiatehokkuus. Ajan myötä laitteistot tulevat energian kulutukseltaan tehokkaammiksi ja ainakin tietyissä maissa energiantuotanto muuttuu vähemmän päästöjä tuottavaksi, vaikuttaen omalta osaltaan myös jakelussa syntyviin päästöihin. Nämä asiat ovat kuitenkin tyypillisesti median tuottajan tai jakelijan päätäntävällän ulkopuolella. Mediatoimijat pystyvät kuitenkin jossain määrin vaikuttamaan siihen, milloin media jaetaan. Tällöin esiin nousee kysymys siitä, pystytäänkö esimerkiksi median jakelua ja kulutusta ohjaamaan tunneille tai ajoille, jolloin energia tuotetaan vaikkapa pääasiallisesti vähäpäästöisempiä keinoja käyttäen (Preist 2013).

Tämä voi olla kuitenkin haastavaa ottaen huomioon, että erityisesti ajankohtaisten asioiden kuten uutisten suhteen raportointi pyritään usein suorittamaan mahdollisimman nopeasti uutisoitavan asian tapahtuessa. Lisäksi digitaaliseen mediaan kätkeytyy usein ajatus siitä, että se on saatavissa milloin vain, kun median kuluttaja haluaa sen kuluttaa. Voidaan kuitenkin kysyä, voisiko kulutettavaa mediaa ladata käytettävään laitteeseen ainakin joidenkin mediamuotojen osalta jo valmiiksi esimerkiksi sellaisena aikana, jolloin sähköä on paremmin saatavilla tai se tuotetaan ilmaston kannalta mahdollisimman vähäpäästöisellä tavalla. Vastaavasti on olemassa tilanteita, joissa tietyn uutisoitavan tapahtuman, kuten esimerkiksi tiedotustilaisuuden järjestämisajassa on jonkin verran pelivaraa, jolloin yksi tekijä päätöstä tehdessä voisi olla vaikkapa todennäköinen energiantarve kyseisenä ajankohtana.

Jakelun suhteen jonkin verran merkitystä on myös sillä, missä jakeluun tarvittavat palvelimet sijaitsevat. Yleisesti ottaen voidaan sanoa, että mitä lähempänä palvelimet ovat paikkaa, jossa kulutus tapahtuu, sitä parempi. Tällöin on suotavaa käyttää Suomessa kulutettavan median jakeluun palvelimia ja datakeskuksia, jotka sijaitsevat täällä. Toisaalta on myös niin, että isot palvelin- ja datakeskukset saattavat olla yleisesti energiatehokkaampia tai vähäpäästöisempiä kuin pienet paikalliset keskuksat. Jonkinlaisena välimallina voisi olla se, että media ladataan ensin paikalliselle välipalvelimelle, jossa se prosessoidaan ja jaetaan kyseisen alueen kuluttajille. Lisäksi on huomattava sekin, että eri maiden energiantuotannon päästöt vaihtelevat huomattavasti: esimerkiksi suuri osa Saksassa tuotettavasta energiasta syntyy fossiilisista polttoaineista, kun taas Ranskassa suuri osa tuotetaan vähemmän hiilijalanjälkeä aiheuttavalla ydinvoimalla.

Yllä olevan pohjalta voidaan esittää seuraavia tapoja median jakelun ja kulutuksen hiilijalanjäljen pienentämiseen:

1. Median tuotannossa jaettavan median tiedostokoon pienentäminen esimerkiksi audion, videoiden ja kuvien määrää vähentämällä ja niiden laatua laskemalla. Lisäksi jatkuvan edestakaisen datan ja sisällön lähettämisen, esimerkiksi analytiikan tarpeisiin, vähentäminen.
2. Ulkoasun muotoilussa suositellaan käytettävän laitteista valmiiksi löytyviä oletusfontteja, karsimaan graafisia elementtejä ja estämään videoiden automaattinen lataaminen sivuston lataamisen yhteydessä.
3. Sisällön helppo löytyminen ja mahdollisimman lyhyet reitit sisältöön turhien sivuvierailujen ja sivujen lataamisen vähentämiseksi.
4. Oheistuotteiden ja palvelujen, kuten uutiskirjeiden, parempi kohdentaminen ja vastaanottajien määrän pienentäminen.
5. Median mukana ladattavien kolmansien osapuolien ja analytiikkaan keskittyvien lisäosien sekä mainosten määrän karsiminen tai niiden koon pienentäminen.
6. Median kulutuksen ohjaaminen pienempipäästöisempiin laitteisiin, kuten älypuhelimisiin

isojen televisioiden sijaan, esimerkiksi optimoimalla sisältöä paremmin matkapuhelimiin soveltuvaksi.

7. Jakelussa käytettävien palvelinten ja datakeskusten sijaitseminen maantieteellisesti mahdollisimman lähellä kuluttajaa ja mahdollisten välipalvelinten käyttö.

8. Median jakelu aikana, jolloin energiantuotanto tapahtuu pääasiallisesti vähäpäästöisiä energian lähteitä käyttäen, tai median lataaminen valmiiksi laitteisiin kyseisenä aikana.

Seeger et al (2023) testasivat, miten suositukset hiilijalanjäljen pienentämisestä verkkovideoiden latauksessa vaikuttavat käyttäjiin, ja saivat aikaan noin 20 % vähennyksen hiilijalanjäljessä. Näiden suositusten rinnalla on kuitenkin muutamia reunaehtoja, jotka olisi hyvä ottaa huomioon. Ensinnäkin median tuottajilla on rajallinen mahdollisuus vaikuttaa yleisön median kulutuksessa käyttämiin laitteisiin tai kulutusajankohtaan. Toiseksi monilla ehdotuksilla saattaa olla negatiivisia liiketoiminnallisia vaikutuksia, jolloin keskeiseksi tekijäksi nouseekin se, miten tasapainotella eri tavoitteiden välillä. Joidenkin ehdotettujen toimenpiteiden päästövaikutus on suhteellisen pieni. Jonkinlaista viitettä eri tekijöiden vaikutuksista on kuitenkin löydettävissä.

Lisäksi tarjolla on myös erilaisia palveluita, jotka auttavat laskemaan esimerkiksi mainoskampanjoiden hiilijalanjälkeä. Kyseiset mittarit auttavat yksittäisiä toimijoita hahmottamaan paremmin, mistä eri tekijöistä heidän jalanjälkensä muodostuu ja miten sitä voisi mahdollisimman tehokkaasti pienentää.

Tekoälyn käyttö lisääntyy mitä todennäköisemmin myös median tuotannossa ja kulutuksessa. Tällä hetkellä tekoälyä käytetään erityisesti mainosten ja muun materiaalin kohdentamisessa. Mahdollisuudet sisällön luomiseen ovat myös kasvaneet huomattavasti laajojen kielimallien kehityksen myötä, joista esimerkkeinä esimerkiksi ChatGpt:n ja Dall-E:n kaltaiset sovellukset. Kyseiset mallit mahdollistavatkin sisällön nopeahkon generoinnin ja myös edistyneemmän personoinnin kuluttajan toiveiden mukaisesti. Hiilijalanjäljen muodostumisen kannalta on kuitenkin huomattava, että kielimallien kouluttaminen ja niiden käyttäminen vaativat huomattavissa määrin enemmän energiaa kuin samassa muodossa jaetun sisällön tuottaminen. Esimerkiksi ChatGPT-3:n kouluttamisen on arvioitu tuottaneen 500 tonnia hiilidioksidia, ja yksi ChatGPT:n käyttökerta päivässä, sisältäen 20 kyselyä kertaa kohden, tuottaa vuodessa 11kg CO₂e, kun vastaava luku 20:lle päivittäiselle Google-haulle on alle 1 kg CO₂e vuodessa²⁹. Mikäli tekoälyä käytetään laajemmin esimerkiksi niin, että sisältö generoidaan tekoälyn avulla joka kerta kun median kuluttaja sitä pyytää, sillä on todennäköisesti varsin suuri vaikutus median hiilijalanjälkeen.

Erittäin arveluttavana sekä hiilijalanjäljen että median liiketoimintamallien kannalta voidaan pitää ilmiötä, jossa generoidaan kokonaisia uutissivustoja tekoälyn avulla ja nämä sivustot käyttävät joko muualta kopioimiaan tai generoimiaan uutisia. Guardianin mukaan tällaisia sivustoja on löydetty kymmeniä³⁰ ja niiden määrän voidaan odottaa kasvavan voimakkaasti, aivan kuten aiemmin erilaiset uutisaggregaattorit ja sosiaalisen median uutiskoosteet.

Tekoälymallien päästöjen arvioimiseksi on löydettävissä erilaisia laskimia³¹, joiden avulla voidaan myös pohtia miten ko. mallit saataisiin vähemmän energiaa vaativiksi³².

29. <https://www.cutter.com/article/environmental-impact-large-language-models>

30. <https://www.theguardian.com/technology/2023/may/08/ai-generated-news-websites-study>

31. <https://carboncalculator.idco.ai/calculator>

32. <https://www.technologyreview.com/2022/11/14/1063192/were-getting-a-better-idea-of-ais-true-carbon-footprint/>

5. TOIMENPIDESUOSITUKSET: KUINKA HIILIJALANJÄLKEÄ VOI PIENENTÄÄ TEHOKKAASTI?

Median aiheuttamien kasviuonekaasupäästöjen vähentäminen vaatii usein valintoja, jotka voivat olla ristiriidassa organisaation muiden tavoitteiden kanssa. Päästöjen alentaminen esimerkiksi laskemalla jaettavan median kokoa voi vaikuttaa negatiivisesti median kuluttajan käyttökokemukseen. Keskeiseksi kysymykseksi nouseekin se, miten navigoida näiden jokseenkin ristiriitaisten tavoitteiden välillä ja miten löytää ratkaisuvaihtoehtoja, joissa kumpikaan tavoite ei ainakaan merkittävästi heikenny.

Erialaisten hiilijalanjälkiä pienentävien toimenpiteiden kohdalla olisi hyvä myös pohtia, mitä muita vaikutuksia niillä saattaa olla, kuinka merkittäviä nuo vaikutukset ovat, ja miten parhaiten yhteensovittaa mahdollisesti ristiriidassa olevat tavoitteet. Näin voidaan todennäköisemmin paitsi saavuttaa oman organisaation kannalta optimaalinen lopputulos, myös tarkastella lähemmin organisaation nykyisiä toimintamalleja ja arvioida, olisiko niissä tai niiden pohjalla toimivissa perusteissa mahdollista päivitykselle, joka toisi mukanaan myös hiilijalanjäljen tehokkaamman pienentämisen.

Alle olemme koonneet joitakin tällaisia pohdinnan aiheita ja niiden mahdollisia, osin ristiriitaisia vaikutuksia organisaation muihin tavoitteisiin. Listaus ei ole suoraan kattava, vaan sen tarkoitus on toimia enemmänkin keskustelun pohjana. Lisäksi listan eri kohtien merkityksellisyys ja oleellisuus riippuu myös organisaatiosta itsestään ja sen tarkemmasta roolista median tuotannossa, jakelussa ja kulutuksessa.

- **Enemmän tekoälyä ja personointia vrt. saman sisällön ja sisältörakenteen tarjoaminen kaikille.** Uudet teknologiat kuten laajat kielimallit ja tekoäly laajemminkin mahdollistavat yhä paremman median personoinnin ja jopa luomisen käyttäjäkohtaisesti. Tämänkaltaisen personointi johtaa kuitenkin helposti suurempaan hiilijalanjälkeen mm. kielimallien käytön vaatiman suuremman energiamäärän takia, erityisesti verrattuna tilanteeseen jossa sisältö tarjotaan samanlaisena kaikille käyttäjille.
- **Median parempi fokusointi yleisölle vrt. mahdollisimman suuren yleisön tavoittaminen.** Laajojen yleisöjen saavuttaminen on usein keskeinen tavoite tuotetulle medialle. Yleisön kasvaessa kasvaa kuitenkin myös hiilijalanjälki esimerkiksi jakelusta aiheutuvien päästöjen myötä. Onko mahdollisimman suuri tavoitettavuus aina perusteltua? Tällöinkin on kuitenkin hyvä pohtia, miten parempi kohdennus saavutetaan ja mitkä ovat kohdentamisen aiheuttamat vaikutukset hiilijalanjälkeen.
- **Median jakelu ajoittaminen yleisön vrt. muiden tekijöiden kuten sähkön tuotannon pohjalta.** Media kuten uutiset pyritään usein jakamaan silloin kun jotain tapahtuu tai kun sen vaikuttavuus ja saavutettavuus on ajallisesti paras mahdollinen. Yhtenä kriteerinä jakelun ajoittamiselle voisi toimia myös se, milloin se hiilijalanjäljen suhteen, esimerkiksi energian tuotannon vuoksi, on edullisinta. Monet median muodot ovat toki saavutettavissa kellon ympäri, mutta uutta mediaa tuotettaessa voidaan myös pohtia, voisiko jakelukohdan säätämistä esimerkiksi joillakin tunneilla olla positiivinen vaikutus myös hiilijalanjäljen pienentämiseen.
- **Sisällön lataaminen päätelaitteeseen mobiiliverkon (4G tai 5G) kautta vrt. Wi-Fi-yhteyden kautta.** Wi-Fin kautta ladattu media tuottaa lähtökohtaisesti vähemmän päästöjä kuin mobiiliverkon kautta ladattu sisältö (Zou et al. 2017), mutta jälkimmäinen mahdollistaa

median kulutuksen melkein missä vain. Missä ja miten media ladataan päätelaitteelle on median kuluttajan päätettävissä, mutta median tuottaja voi myös pohtia keinoja, joilla suositellaan WiFi-verkon käyttöä mobiiliverkon sijaan, erityisesti suuria mediatiedostoja ladattaessa.

- **Teknisesti laadukkaampi sisältö vrt. median optimointi esimerkiksi pienille näytöille.** Media saatetaan tuottaa tavalla joka mahdollistaa sen kulutuksen erilaisilta laitteilta, niin televisioilta, tietokoneilta kuin älypuhelimista. Median kulutus pienemmiltä näytöiltä mahdollistaa pienempien mediatiedostojen käytön, johtuen myös pienempään hiilijalanjälkeen. Tässä yhteydessä esiin nousee mahdollisuus löytää keinoja, jotka edesauttavat median kulutusta lähtökohtaisesti pienemmän hiilijalanjäljen aiheuttavilta laitteilta.
- **Ulkoasun rikkaus vrt. pelkistetyn designin suosiminen.** Mahdollisimman puoleensa vetävän ulkoasun luomiseksi suunnittelijat käyttävät usein kuvia, videoita sekä muita erilaisia graafisia elementtejä ja fontteja. Nämä kuitenkin johtavat myös laajempaan tiedostokokoon. Paikoin voikin olla perusteltua karsia näiden elementtien määrää ja tuottaa mediaa muodossa joka pohjautuu elementteihin kuten oletusfontteihin, johtuen pienempään jaettavien tiedostojen kokoon.
- **Useiden eri analytiikka-ohjelmien pyörittäminen ja tietojen edestakainen, reaaliaikainen lähetys vrt. vähemmän analyysia.** Median kulutuksen seuraamiseen ja parempaan personointiin käytetään monenlaisia eri analytiikka-sovelluksia, joiden vaatimien eri osien ja usein reaaliaikaisen datan määrä kasvattaa myös median kulutukseen liittyvän liikenteen määrää. Tämä lisää myös osaltaan median jakelusta ja kulutuksesta aiheutuvia kasvihuonekaasupäästöjä. Analytiikan käytön yhä laajentuessa voidaan kuitenkin kysyä, onko kaikki esimerkiksi verkkosivustoihin asetettu analytiikka ja datankeruu tarpeellista, vai tulisiko mahdollisesti vähemmälläkin toimeen. Tämä vähentäisi myös datan käsittelyyn vaadittavien resurssien määrää. Ylipäätään voidaan kysyä, missä vaiheessa datan suuremman käsittelyn tuomat edut eivät enää vastaa siitä muodostuvia taloudellisia, teknisiä ja ympäristöllisiä kustannuksia.

Pienempi hiilijalanjälki ja sen vahvistaminen mittauksin. Tehokas vaihtoehto median tuotannon, jakelun ja kulutuksen hiilijalanjäljen pienentämiseen voisi olla niin sanotusti medioiden hiilikädenjälkeä kasvattavien vaihtoehtojen tarjoaminen median kuluttajille. Esimerkiksi uutissivustot voitaisiin tarjota vähäpäästöisessä muodossa kuluttajille näiden niin halutessa. Niin sanottu vähähiilinen vaihtoehto voisi käyttää esimerkiksi joitakin seuraavista toimenpiteistä:

- Yksinkertaisempi ulkoasu graafisia elementtejä vähentäen
- Selainten oletusfonttien käyttö
- Tekstin suosiminen videoiden, audion ja kuvan sijaan
- Videot, audiot ja kuvat mahdollisimman pienellä tiedostokoolla
- Videoiden ja audion automaattisen käynnistämisen estäminen
- Vähemmän analytiikkaa, edestakaista dataliikennettä ja sisällön personointia. Tässä olennaista on myös digitaalisen haaskauksen välttäminen esimerkiksi vähemmän datan keruun muodossa
- Yksinkertaisemmat mainokset tai vähemmän mainoksia
- Päivittyvien sisältöjen välttäminen tai lataus WiFi:n avulla mobiiliverkon sijaan, Päivitysajat optimoidaan energiantuotannon kannalta parhaalle hetkelle
- Jakelupalvelinten sijainti Suomessa tai maissa, joissa energiantuotannon hiilijalanjälki on lähtökohtaisesti pieni ja palvelimet sijaitsevat lähellä kuluttajia

Muutosten todellinen vaikutus voidaan varmistaa erilaisilla mittauspalveluilla, kuten vaikkapa Alma Median hiilimittarilla³³. Tämä mittari tarjoaa erityisesti mainoskampanjoille mitatun hiilijalanjäljen ja keinoja sen pienentämiseen.

33. <https://www.almamedia.fi/mainostajat/alma-hiilimittari-kertoo-digimainontasi-paastot/>

YHTEENVETO

Tässä raportissa kävimme läpi olemassaolevaa tutkimusta ja konsulttiraportteja median ympäristökuormasta ja sen vähentämisestä. Ympäristökuormasta on tehty melko runsaasti tutkimusta erilaisista näkökulmista ja erilaisilla mittaustavoilla. Keskeinen havainto on, että kun hiilijalanjälkeä ja ympäristökuormaa halutaan pienentää, niin ensin kannattaa miettiä aika tarkkaan mitä halutaan saavuttaa, ja sitten arvioida useammilla menetelmillä miten haluttuun lopputulokseen voidaan päästä.

Tutkimuksista tulee ilmi, että merkittävä osa median hiilijalanjäljestä ja ympäristökuormasta tulee lähteistä, joihin tuotannossa ei voida suoraan vaikuttaa, eli esimerkiksi infrastruktuurista kuten rakennuksista ja kulkuvälineistä ja toisaalta kuluttajien käyttämistä tietoliikenneverkkoista ja päätelaitteista. Näistä ensimmäiseen voidaan vaikuttaa rakennusten ja liikkumisen suunnittelulla ja energian hankinnalla. Jälkimmäiseen, eli loppukäyttäjien toimintaan, media voi vaikuttaa epäsuorasti kertomalla oikeista valinnoista, kuten laite- ja verkkovalinnoista jotka ovat tehokkaita, ja suoraan esimerkiksi suosittelemalla sopivan (epä)tarkkoja videotiedostoja.

Median tuotannossa ehkä suurimmat mahdollisuudet vähentää ympäristökuormaa, laskea kustannuksia, ja jopa parantaa käyttäjäkokemusta, tulevat analytiikan ja mainosjakelun optimoinnin uudelleen miettimisestä. Käyttökokeiden ja konsulttiselvitysten perusteella näyttää, että useimmilla mediasivustoilla on runsaasti päällekkäisiä sovelluksia ja joskus jopa satoja seurantapalveluita. Mikäli näitä kyetään optimoimaan, on saatavissa selviä ja mitattavia hyötyjä sekä käyttäjille, että median tuottajille.

TEKIJÄT

Matti Rossi on tietojärjestelmätieteen professori Aalto-yliopiston Kauppakorkeakoulussa. Vuoden 2017 – 2018 hän toimi Association for Information Systemsin presidenttinä. Hänen tutkimuksensa keskittyy tietojärjestelmien kehittämisen ongelmiin. Viime aikoina hän on erityisesti tutkinut laajoja ERP- ja arkkitehtuurihankkeita ja niiden organisationaalisia vaikutuksia sekä avoimen datan hyväksikäyttöä liiketoiminnassa. Hän voitti vuoden 2013 TAF:in Millenium Distinction Award:in avoimen koodin ja –datan tutkimuksestaan. Hän on vierailut vuoden Georgia State Universityssä, Erasmus-yliopistossa, Claremont Graduate Collegessa ja New Yorkin yliopistossa.

Juho Lindman on tietojärjestelmätieteen professori Göteborgin yliopistossa. Hän johtaa lohkokeitjien tutkimiseen keskittyvää lohkokeitjulaboratiota. Lindman valmistui tohtoriksi Aalto-yliopiston kauppakorkeakoulusta Helsingistä ja hänellä on dosentin arvo Göteborgin ja Oulun yliopistoista. Lindman on ollut vieraileva tutkija Scancorissa (Stanford) vuosina 2012 ja 2015 sekä Harvardissa (2019) ja Jyväskylän yliopistossa (2022). Hänen tutkimuksensa keskittyy lohkokeitjuihin, avoimen lähdekoodin ohjelmistokehitykseen, avoimeen dataan, avoimeen pääsyyn ja organisaatiomuutokseen.

Veera Järvenpää on työskennellyt toimittajana vuodesta 2002. Hän on opiskellut journalistiikkaa Tampereen yliopistossa ja johtamista Jyväskylän kauppakorkeakoulussa. Järvenpää on saanut Fulbright Finland 2022–23 apurahan ja vierailut Arizona State Universityssä Study of the U.S. Institute for Scholars and Professionals on Journalism and Media -ohjelmassa. Järvenpää on saanut vuoden 2022 alueellisen ja paikallisen Lumilapio-palkinnon parhaasta tutkivasta journalismista ja Setan asiallisen tiedon omena -palkinnon vuonna 2017 seksuaali- ja sukupuoli vähemmistöjen asiaa edistävästä journalismista. Tällä hetkellä Järvenpää työskentelee Ylellä editoivana toimittajana.

Kari Koskinen on yliopistonlehtori Aalto-yliopiston Kauppakorkeakoulussa. Koskinen valmistui tohtoriksi London School of Economics-yliopistosta ja hän on toiminut tutkijana Aallossa vuodesta 2019 lähtien. Hänen tutkimuksensa ja opetusaiheensa keskittyvät digitaalisiin alustoihin ja innovaatioihin, digitalisaation etiikkaan sekä digitalisaation rooliin kestävä kehityksen tavoitteiden saavuttamisessa.

Media-alan tutkimussäätiön tarkoituksena on edistää painetun ja sähköisen sekä sisältölähtöisen digitaalisen median ja niihin läheisesti liittyvien toimintojen kilpailukykyä. Säätiö tukee liiketoiminnan ja teknologioiden tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotyötä, koulutusta, osaamisen kehittämistä sekä mediaan liittyvien tarpeiden ymmärtämistä.

LÄHDEKIRJALLISUUS

- Carbon Trust. 2006. "Carbon Footprints in the Supply Chain: The Next Step for Business." Report No. CTC616. London: Carbon Trust. Accessed November. <https://www.carbontrust.com/media/84932/ctc616-carbon-footprints-in-the-supply-chain.pdf>
- Greenwood, T. (2021). Sustainable web design. A Book Apart.
- GNM (Guardian News and Media) 2012. "Living Our Values." <http://www.theguardian.com/sustainability/series/sustainability-report-2012>.
- Kansallinen mediatutkimus. 2023. MediaAuditFinland Oy.
- Malmodin, J. (2020). The power consumption of mobile and fixed network data services-The case of streaming video and downloading large files. *Electronics Goes Green*,
- Marks, L. U., & Przedpełski, R. (2022). The carbon footprint of streaming media: problems, calculations, solutions. In *Film and television production in the Age of climate crisis: towards a greener screen* (pp. 207-234). Springer.
- Matten, D. & Moon, J. (2020). Reflections on the 2018 Decade Award: The Meaning and Dynamics of Corporate Social Responsibility. *Academy of Management Review* 45:1, 7–28.
- Pesari, F., Lagioia, G., & Paiano, A. (2023). Client-side energy and GHGs assessment of advertising and tracking in the news websites. *Journal of Industrial Ecology*, 27(2), 548-561.
- Preist, C., Schien, D., & Blevis, E. (2016). Understanding and mitigating the effects of device and cloud service design decisions on the environmental footprint of digital infrastructure. *Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*,
- Preist, C., Schien, D., & Shabajee, P. (2019). Evaluating sustainable interaction design of digital services: The case of YouTube. *Proceedings of the 2019 CHI conference on human factors in computing systems*.
- Penttilä, V., and Eräranta, K. (2021). Vastuullisuusviestintä – vastuullista viestintää?. *Vastuullinen viestintä in Procomma Academic*, 2021.
- Pärssinen, M., Kotila, M., Cuevas, R., Phansalkar, A., & Manner, J. (2018). Environmental impact assessment of online advertising. *Environmental Impact Assessment Review*, 73, 177-200. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eiar.2018.08.004>
- Shehabi, A., Walker, B., & Masanet, E. (2014). The energy and greenhouse-gas implications of internet video streaming in the United States. *Environmental Research Letters*, 9(5), 054007.
- Schien, Daniel, Paul Shabajee, Stephen G. Wood, and Chris Preist. 2013. "A Model for Green Design of Online News Media Services." WWW 2013 conference, Rio.
- Schien, Daniel, Paul Shabajee, Mike Yearworth, and Chris Preist. 2013. "Modeling and Assessing Variability in Use Phase Energy of Online Multimedia Services." *Journal of Industrial Ecology* 17 (6): 800–813.
- Seger, B. T., Burkhardt, J., Straub, F., Scherz, S., & Nieding, G. (2023). Reducing the individual carbon impact of video streaming: a seven-week intervention using information, goal setting, and feedback. *Journal of Consumer Policy*, 46(2), 137-153.

SolarWinds. (2018). How 3rd party trackers impact the performance of the world's top news sites. <https://www.pingdom.com/blog/trackers-impact-performance/>

Wood, S., Shabajee, P., Schien, D., Hodgson, C., & Preist, C. (2017). Energy use and greenhouse gas emissions in digital news media: Ethical implications for journalists and media organisations. In *The Future of Journalism: In an Age of Digital Media and Economic Uncertainty* (pp. 64-75). Routledge.

Wright, L, Kemp, S, Williams, I, (2011). 'Carbon footprinting': towards a universally accepted definition, *Carbon Management*, 2:1, 61-72, DOI: 10.4155/cmt.10.39