



John Parta

Verkkosivujen hiilijalanjälki

Verkkosivujen vastuullinen suunnittelu ja verkkosivujen käyttäjien kokemus verkkosivujen hiilijalanjäljestä

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Muotoilija

Muotoilun tutkinto-ohjelma

Opinnäytetyö

16.5.2025

Tiivistelmä

Tekijä(t):	John Parta
Otsikko:	Verkkosivujen hiilijalanjälki – Verkkosivujen vastuullinen suunnittelu ja verkkosivujen käyttäjien kokemus verkkosivujen hiilijalanjäljestä
Sivumäärä:	36 sivua + 1 liite
Aika:	16.5.2025
Tutkinto:	Muotoilu
Tutkinto-ohjelma:	Muotoilun tutkinto-ohjelma
Pääaine:	Digitaalinen muotoilu
Ohjaaja(t):	Asiantuntija Jussi Linkola

Opinnäytetyön tavoitteena on lisätä ymmärrystä verkkosivuista hiilidioksidipäästöjen aiheuttajana sekä tutkia, miten verkkosivuja suunnitellaan siten, että niiden käyttämisestä aiheutuu mahdollisimman vähän päästöjä. Opinnäytetyön aihe on rajattu vain verkkosivujen selainpuoleen kirjoittajan oman mielenkiinnon ja opintojen suuntautumisen pohjalta.

Opinnäytetyön teoreettinen viitekehys käsittelee ilmastonmuutosta ja Internetin, verkkosivujen sekä ICT-alan osuutta hiilidioksidipäästöjen aiheuttajana. Teoreettisessa viitekehyksessä käsitellään lisäksi, miten verkkosivujen hiilijalanjälkeä voidaan arvioida, ja esitellään ominaisuuksia, jotka verkkosivujen selainpuolella vaikuttavat niiden käyttämisestä aiheutuviin päästöihin. Kvalitatiivisella haastattelututkimuksella selvitettiin verkkosivujen käyttäjien suhtautumista verkkosivujen käyttämisestä aiheutuviin päästöihin. Lisäksi tutkittiin haastateltavien valvutuneisuuden tasoa Internetistä päästöjen aiheuttajana ja tarkasteltiin, kuinka helppoa haastateltavan oli ymmärtää esimerkkinä käytetyn verkkosivun hiilidioksidipäästöjä esittelevää raporttia.

Tutkimuksen tuloksena voidaan sanoa osan Internetin käyttäjistä tiedostavan Internetin ja verkkosivujen käyttämisestä aiheutuvat päästöt. Päästöjen määrästä tietoiseksi tuleminen koettiin aiheuttavan huolestuneisuutta ja omat vaikutusmahdollisuudet koettiin vähäisiksi. Arvio verkkosivun päästöjen määrästä koettiin helposti ymmärrettäväksi, mutta kehitysehdotuksiakin annettiin. Tällaisten raporttien esittäminen verkkosivuilla tulisi tehdä vertaamalla päästöjä muihin helposti ymmärrettäviin esimerkkeihin ja hyvä käytettävyys huomioiden. Opinnäytetyön tuloksia voidaan soveltaa verkkosivujen kehityksessä sekä niiden aiheuttamien hiilidioksidipäästöjen raportoinnin ja koostamisen suunnittelussa.

Asiasanat: Verkkosivustot, hiilijalanjälki, kestävä suunnittelu

Opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author(s): John Parta
Title: Carbon Footprint of Websites – Sustainable Web Design and Website Users' Experience of Website Carbon Footprint
Number of Pages: 36 pages + 1 appendix
Date: 16 May 2025

Degree: Bachelor of Culture and Arts
Degree Programme: Design
Major: Digital Design
Instructor(s): Jussi Linkola, Specialist

The aim of this thesis is to increase understanding of websites as a source of carbon dioxide emissions and to explore how websites can be designed with minimal emissions. The topic of the thesis is limited to the frontend of websites, based on the author's own interests and the focus of their studies.

In this thesis climate change and the role of the Internet, websites, and the ICT sector as contributors to carbon dioxide emissions were explored. The theoretical framework of the thesis discusses how the carbon footprint of websites can be assessed and presents the frontend features that affect emissions of websites. A qualitative interview study was conducted to investigate website users' attitudes towards emissions caused by using a website. In addition, their level of awareness regarding the Internet as a source of emissions was examined. Lastly, it was observed how easy it was for the interviewees to understand an example report on the carbon dioxide emissions of a website.

The results of the study indicate that some Internet users are aware of the emissions caused by the use of the Internet and websites. Becoming aware of websites as a source of emissions can cause concern and personal possibilities for influence can be considered limited. The report on the emissions of a website was found to be easily understood and suggestions for improvements were given. The presentation of such reports on websites should be done by comparing emissions to other easily understandable examples and by considering good usability. All in all, the results of the thesis can be applied in the development of websites and in the planning of reporting and compiling website carbon dioxide emissions.

Keywords: Websites, carbon footprint, sustainable development

This thesis has been checked using Turnitin Originality Check service.

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Ilmastonmuutos ja hiilijalanjälki	2
3	Internetin osuus ilmastokriisissä	4
3.1	Internetin ja verkkosivujen määrittelyä	4
3.2	ICT-alan hiilidioksidipäästöt	4
3.3	Verkkosivujen hiilijalanjälki	6
4	Verkkosivun hiilijalanjälkeen vaikuttavia tekijöitä	8
4.1	Verkkosivujen suunnitteleminen ja selainpuoli	8
4.2	Hakukoneoptimointi	9
4.3	Värien valinta ja saavutettavuus	10
4.4	Fontit ja typografia	11
4.5	Verkkosivujen toteuttaminen ja niiden sisältämä media	12
5	Verkkosivun hiilijalanjäljen arvioiminen ja sääntely	13
5.1	Verkkosivuja ohjaavat standardit	13
5.2	Hiilijalanjäljen arvioiminen	14
5.3	ICT-alan hiilijalanjäljen sääntely	17
6	Tutkimus ja metodit	20
6.1	Tutkimusvalinnat	20
6.2	Tutkimuksen toteuttaminen	21
7	Tutkimuksen tulokset	23
7.1	Tutkimuksen taustaa	23
7.2	Haastateltujen henkilöiden kokemukset Internetin päästöistä	23
7.3	Haastateltavien valitsemat verkkosivut	24
7.3.1	Päästötiedon sijoittaminen tutkituille verkkosivuille	26
7.3.2	Haastateltujen henkilöiden ajatuksia päästöihin liittyen	26
8	Lopuksi	28
	Lähteet	33
	Kuvalähteet	36
	Liitteet	37
	Liite 1. Haastattelukysymykset	37

1 Johdanto

Kiinnostukseni opinnäytetyön aiheen tutkimiseen syntyi omien mielenkiinnon kohteideni pohjalta, sillä haluan suunnittelijana ja kuluttajana olla mahdollisimman vastuullinen ja tehdä työtäni niin ekologisesti kuin vain mahdollista. Tästä syystä haluan kasvattaa ymmärrystäni ekologisesta verkkosivujen suunnittelusta ja saada selville, miten voin omilla suunnitteluvalinnoillani vaikuttaa verkkosivujen hiilijalanjälkeen. Opinnäytetyössä tuon esiin, miksi ICT-alalla tarvitaan tietoa alan vaikutuksista ympäristöön, mitkä ovat Internetin vaikutukset ilmastomuutokseen ja miksi ihmiset harvoin tiedostavat verkkosivujen aiheuttavan hiilidioksidipäästöjä. Opinnäytetyön toiminnallisessa osassa tutkin laadullisin menetelmin, miten haastattelemanani henkilöt suhtautuvat verkkosivujen päästöihin ja miten verkkosivujen päästöistä tulisi jakaa tietoa verkkosivujen käyttäjille.

Opinnäytetyössä esittelen niitä verkkosivujen hiilijalanjälkeen vaikuttavia tekijöitä, joihin verkkosivujen muotoilijoilla ja kehittäjillä on mahdollisuus vaikuttaa. Opinnäytetyö onkin suunnattu ICT-alalla työskenteleville henkilöille, jotka ovat kiinnostuneet omassa työssään tekemään kestävämpiä valintoja. Tällaisia työtehtäviä ovat esimerkiksi käyttöliittymäsuunnittelija tai kehittäjä. Tietoisuuden lisääminen verkkosivujen aiheuttamista päästöistä on mielestäni tärkeää, joten opinnäytetyö on suunnattu myös kaikille Internetin kuluttajille.

Opinnäytetyö jakautuu karkeasti kolmeen osaan, ensimmäisessä osassa käsitelen Internetin ja verkkosivujen hiilijalanjälkeä sekä siihen vaikuttavia asioita. Toinen osa keskittyy verkkosivujen hiilijalanjäljen raportoimiseen. Lopuksi opinnäytetyön toiminnallisessa osassa avaan tutkimusprosessiani ja sen tuloksia. Tutkimus toteutettiin teemahaastatteluina, joiden aikana jokaiselle haastatellulle esitettiin arvio heidän usein käyttämänsä verkkosivun hiilijalanjäljestä. Tutkimuksen tavoitteena oli tutkia yleisesti kuluttajien tietoisuuden tasoa verkkosivujen hiilijalanjäljestä, ja tutkimus yhdistettynä teoreettiseen viitekehykseen antaa kattavamman kuvan siitä, millä tavalla verkkosivujen hiilijalanjäljestä kannattaa jakaa tietoa ja miten kuluttajat suhtautuvat verkkosivujen päästöihin.

Opinnäytetyön laajuuden pitämiseksi tarpeeksi rajattuna keskityn nimenomaan verkkosivujen hiilijalanjälkeen, vaikka laajemmin erilaiset Internetiin yhteydessä olevat palvelut, sovellukset ja muu teknologia muodostavat verkkopalveluiden ja niiden aiheuttamien päästöjen kokonaisuuden. Viittaan kuitenkin myös tämän kokonaisuuden hiilijalanjälkeen tässä opinnäytetyössä. Muiden verkkopalveluiden hiilijalanjäljestä ei myöskään useimmiten ole mahdollista kuluttajan tai yksittäisen tutkijan itse etsiä tietoa. Monet tässä opinnäytetyössä esitetyt toimenpiteet ovat kuitenkin sovellettavissa muidenkin verkkopalveluiden kehittämiseen.

2 Ilmastonmuutos ja hiilijalanjälki

Ilmastonmuutoksesta käytetään myös termiä ilmastokriisi, mutta mitä sillä tarkalleen ottaen tarkoitetaan? Ilmastonmuutoksella viitataan pitkän ajan muutoksiin lämpötiloissa ja sään vaihteluissa. Monet muutokset maapallon ilmastossa ovat luonnollisia, mutta 1800-luvun jälkeen ihmisen toiminta on alkanut vaikuttamaan ilmastossa tapahtuviin muutoksiin pääasiassa fossiilisten polttoaineiden käyttämisen ja maatalouden myötä. Fossiilisia polttoaineita ovat esimerkiksi öljy ja hiili. Nämä ihmisen toiminnat aiheuttavat kasvihuonepäästöjä, kuten hiilidioksidia ja metaania. Edellä mainitut kaasut estävät ilmakehään päästyään aurion säteilyn poistumisen maapallolta. Tämä puolestaan nostaa maapallon lämpötilaa ja siten aiheuttaa ilmastonmuutoksen. (United Nations i.a.)

Maapallon keskilämpötila on noussut 1800-luvun jälkeen noin 1,1 celsiusasteella, ja edellinen kulunut vuosikymmen oli mittaushistorian lämpimin. Ilmastonmuutos aiheuttaa muun muassa maailmanlaajuisesti lämpötilojen nousua ja siten kuivuutta, laajoja maastopaloja, merien vedenpinnan nousua, tulvia, napajäiden sulamista, katastrofaalisia myrskyjä sekä luonnon monimuotoisuuden laskua. Tämä kaikki uhkaa terveyttämme ja tekee niin ihmisten kuin muidenkin eläinlajien elämästä yhä vaikeampaa johtaen esimerkiksi nälänhätään ja pienentyneisiin asuinalueisiin. (United Nations i.a.)

Suurin vastuu ilmastokriisin torjunnassa on alueilla, jotka tuottavat päästöjä eniten. Näihin alueisiin kuuluvat Yhdysvallat, Euroopan unioni, Kiina, Intia, Venäjä, Indonesia sekä Brasilia. Esimerkiksi vuonna 2020 nämä alueet aiheuttivat suurimman osan maailmanlaajuisista kasvihuonepäästöistä. Maailmanlaajuisesti ilmaston lämpötila tulisi pitää alle 1,5 celsiusasteessa, jotta pahimmilta edellä mainituilta ilmastovaikutuksilta vältyttäisiin. Jotta ilmaston lämpenemistä saataisiin rajoitettua, tulisi esimerkiksi fossiilisten polttoaineiden käytöstä siirtyä aurinko- ja tuulivoiman kaltaisiin uusiutuviin energianlähteisiin. (United Nations i.a.)

Hiilijalanjälki käsitteenä pitää sisällään ihmisen toiminnasta aiheutuneet ilmastopäästöt, kuten hiilidioksidin ja metaanin. Hiilijalanjälki voidaan määrittää yksittäisten ihmisten lisäksi yritykselle, toiminnalle, tuotteelle tai organisaatiolle. (Sitra i.a.) Hiilijalanjälkeä mitataan hiilidioksidiekvivalenttina, joka on yleismitta kasvihuonepäästöjen mittaamiseen. Suomalaisen keskimääräinen hiilijalanjälki vuonna 2023 oli 9610 hiilidioksidiekvivalenttia, mikä tarkoittaa päästöinä 9610 kilogrammaa hiilidioksidia per henkilö per vuosi. Näistä päästöistä viidenneksen eli 2060 hiilidioksidiekvivalenttia muodostavat tavaroiden ja palveluiden kuluttaminen, johon lasketaan mukaan elektroniikka. (Sitra 2023.)

Käsittelen seuraavassa luvussa, mikä on Internetin ja verkkosivujen osuus ilmastokriisissä ja mistä eri tekijöistä verkkosivujen hiilijalanjälki muodostuu. Näitä tekijöitä huomioimalla voivat verkkosivujen suunnittelijat ja kehittäjät vaikuttaa verkkosivujen hiilijalanjälkeen.

3 Internetin osuus ilmastokriisissä

3.1 Internetin ja verkkosivujen määrittelyä

Määrittelen ensin, mitä Internet käsitteenä pitää sisällään. Internet on maailmanlaajuinen järjestelmä, joka muodostuu monista yhteen liitetystä tietoverkoista. Nämä tietoverkot ovat joko julkisia tai yksityisiä, ja ne yhdistyvät toisiinsa palvelintietokoneiden kautta. Nämä palvelintietokoneet muodostavat Internetin rungon. (Verkkohaltuun.fi i.a.) Käytännössä Internetiä käytetään laajasti verkkosivujen kautta.

Verkkosivut koostuvat erilaisista tiedostoista, jotka on kirjoitettu sivunmerkkauksiä käyttäen. Tavallisesti verkkosivut sisältävät tekstiä, kuvia, videoita tai muuta niillä esitettävää materiaalia. Verkkosivun sisältävät tiedostot julkaistaan Internetiin lataamalla ne edellä mainitulle palvelintietokoneelle. Jotta verkkosivu olisi helppo löytää, sille annetaan URL-osoite, jonka tietokoneen verkkoseläimen käyttäjä kirjoittaa osoiteriville ja siten pääsee tarkastelemaan verkkosivun sisältöä. (GeeksforGeeks 2023.) Koko Internet ja siten verkkosivut ovat siis riippuvaisia palvelintietokoneista ja muista sitä käyttävistä tai sen käyttämiseen tarvittavista laitteista, jotka luonnollisesti toimiakseen vaativat sähköenergiaa. Palaan alaluvussa 3.3 verkkosivujen elinkaaren aikaiseen energiankulutukseen, mutta tarkastelen seuraavaksi koko ICT-alan roolia ilmastokriisissä. ICT-ala vastaa esimerkiksi Internetin ja muiden tietoliikennejärjestelmien toiminnasta, rakentamisesta ja ylläpidosta (Työmarkkinatori i.a.).

3.2 ICT-alan hiilidioksidipäästöt

On ennustettu, että vuoteen 2025 mennessä ICT-ala käyttäisi kaikesta maailman tuotetusta sähköstä 20 prosenttia ja että sen hiilidioksidipäästöt olisivat 5,5 prosenttia koko maailman päästöistä. Suurin osa tästä energiankulutuksesta on lähtöisin datakeskuksista. Datakeskukset ovat suuria rakennuksia, jotka sisältävät suuren määrän palvelintietokoneita. Noin puolet maailman datakeskuksista ovat kokoluokaltaan sellaisia, että niistä jokainen sisältää noin 5000 palvelintie-

tokonetta. Datakeskukset saavat tarvitsemansa sähkön paikallisesta sähköverkosta, ja useimmissa maissa tämä tarkoittaa uusiutumattomilla energianlähteillä tuotettua sähköä. (Kettle 2021.)

Koko maailmassa datakeskuksia on noin 8000 kappaletta, joista 33 prosenttia sijaitsee Yhdysvalloissa, jossa suurin osa tuotetusta energiasta tulee juuri uusiutumattomista energianlähteistä. On ennustettu, että tekoälysovellusten sekä kryptovaluuttojen käytön kasvamisen vuoksi datakeskusten kuluttama energian määrä tulisi kaksinkertaistumaan vuoteen 2026 mennessä vuoden 2024 tasosta. Käytännössä tämä tarkoittaisi vähintään koko Ruotsin sähkökulutusta vastaavan energiamäärän lisäämistä maailmalaajuiseen energiatarpeeseen. Yksittäinen Google-haku siihen lisätyn tekoälyominaisuuden vuoksi kuluttaisi kymmenen kertaa enemmän energiaa. Maailmanlaajuisesti uusiutuvien energianlähteiden käyttö on nousussa, mutta se ei pysy liian nopean datakeskusten määrän lisääntymisen vauhdissa mukana. (Calma 2024.)

Palvelinkeskukset ovat käynnissä kellon ympäri vuoden jokaisena päivänä, ja tämä luonnollisesti vaatii energiaa. Tästä energiasta palvelimet käyttävät toimintaansa noin 6-12 prosenttia, ja loput energiasta kuluu muun muassa palvelinten jäähdyttämiseen sekä virtapiikeiltä suojautumiseen. Monet suuret internetyhtiöt, kuten Apple ja Google, ovat kuitenkin siirtyneet enenevässä määrin käyttämään uusiutuvia energianlähteitä. Palvelintietokoneiden kuluttaessa suuria määriä energiaa on suunnittelijoiden tärkeää valita palvelimen tarjoava yritys tarkasti. (Frick 2016b, 38–40.)

Vuonna 2022 MTV Uutiset uutisoi Suomessa sijaitsevien palvelinkeskusten energian käytöstä. Uutisoinnista ilmenee, että Suomen tasolla palvelinkeskusten energiankulutusta ei ole virallisesti arvioitu eikä keskusten tarkka lukumäärä ole tiedossa. Niiden kuluttaman energiamäärän voi karkeasti arvioida olevan kymmeniä megawatteja. Esimerkiksi pelkästään Suomessa toimivan teleoperaattori Elisan datakeskukset kuluttavat vuosittain noin tuhannen omakotitalon vuosikulutuksen verran sähköä. (Ekström 2022.)

3.3 Verkkosivujen hiilijalanjälki

Verkkosivut vaativat energiaa useilla eri osa-alueilla niiden koko elinkaaren ajan. Ne tarvitsevat energiaa niiden suunnitteluun, luomiseen, testaamiseen, julkaisemiseen, ylläpitoon, jakeluun sekä käyttäjien niiden kanssa tapahtuvaan vuorovaikutukseen, jossa käyttäjät lataavat ja tarkastelevat niiden sisältöä. (Frick 2016b, 28.)

Keskimääräisen verkkosivuston koko oli vuonna 2016 2,3 megatavua, mikä on 24 kertaa enemmän kuin vuonna 2003 (Frick 2016b, 34). HTTP Archiven kerrotaan raportoineen verkkosivujen koon olleen vuonna 2021 yhä kahden megatavun luokkaa (Chan 2021). Selvää on, että verkkosivujen koko on ollut nousussa. Tähän ovat vaikuttaneet erilaisten prosessointitehoa vaativien elementtien lisääntyminen verkkosivuilla. Tällaisia ovat muun muassa videoiden laaja hyödyntäminen, kuvakaruseellit, korkealaatuiset kuvat sekä mainonnan lisääntyminen. Näistä etenkin videoiden suoratoistaminen vaatii nopean Internet-yhteyden. Arvioiden mukaan suosituksen videoiden suoratoistopalvelun ja verkkosivun YouTubea kautta toistetaan satoja miljoonia tunteja sisältöä joka päivä. Vuonna 2015 YouTube muodosti noin 15 % Internetin suoratoistoliikenteestä Netflixin muodostaessa noin 37 %. (Frick 2016b, 34.)

Kaiken kaikkiaan koko Internetin dataliikenteestä videoiden suoratoistaminen muodostaa Internetin kuluttajaliikenteestä noin 70 %. Tämän on ennustettu kasvavan entisestään, ja kaikki tämä dataliikenne luonnollisesti tarvitsee paljon sähköenergiaa. Monet videoiden suoratoistopalvelut toimivat Amazon Web Servicesin (AWS) palvelintietokoneiden kautta, ja on tutkittu, että kolmasosa Internetin käyttäjistä tulee käyttäneeksi ainakin kerran päivässä jotakin palvelua, kuten verkkosivua, joka on AWS:n palvelimella. Hiilijalanjäljen näkökulmasta tarkasteltuna tämä on ongelmallista, sillä AWS ei ole tarpeeksi avoin siitä, miten sen palvelinten käyttämä energia on tuotettu. (Frick 2016b, 36.)

Website Carbon on arvioinut keskimääräisen verkkosivun tuottavan noin 1,76 grammaa hiilidioksidia jokaisella katselukerralla käyttäjän ladattua sisällön verkkoselaimella tarkasteltavakseen. Tällöin 100000 katselukertaa kuukaudessa tuottaa noin 2112 kilogrammaa hiilidioksidia vuosittain. Mitä enemmän sisältöä verkkosivu sisältää, sitä enemmän energiaa sen lataaminen vaatii ja sitä isompi verkkosivun hiilijalanjälki on. Ilmastoystävälliset verkkosivut muodostavat yhä pienen osan kaikista verkkosivuista, mutta ihmisten tietoisuus Internetin päästöistä on kasvamassa. (Chan 2021.)

Koska Internetin ja siten verkkosivujen hiilijalanjälki hajautuu monelle eri osaluueelle ja usein eri mantereelle, on tavallisen verkkosivun käyttäjän hankala hahmottaa omaa osuuttaan päästöjen tuottajana. Tälle yksi syy on se, että Internetin käytöstä syntyvät päästöt eivät näy kuluttajan omalla sähkölaskulla vaan sähkönkulutus tapahtuu palvelinkeskuksessa. Palvelinkeskuksen sijaintikin on asia, johon esimerkiksi Internetissä videota katseleva kuluttaja ei voi vaikuttaa. Lisäksi monet laskevat erilaisilla Internetistä löytyvillä laskureilla omaa hiilijalanjälkeään ja esimerkiksi omien elintapojensa vaikutusta. Nämä laskurit eivät kuitenkaan ota huomioon Internetin käytöstä johtuvia päästöjä. (Laakso & Terävä 2019.) Monet ihmiset eivät siis tiedosta verkkosivujen ja Internetin aiheuttamia päästöjä, ja niiden käyttäminen kasvattaa ihmisten tiedostamatta heidän hiilijalanjälkeään. Tästä syystä haluankin tutkia tässä opinnäytetyössä, tiedostavatko haastattelemanani henkilöt verkkosivujen aiheuttavan hiilidioksidipäästöjä.

Internetin energiankulutus on ollut alan itsensä tiedossa pitkään, mutta Aalto-yliopiston tutkijan Kari Hiekkasen mukaan alan toimijat eivät itse halua julkisesti puhua siitä. Hän myös painottaa, kuinka tärkeää on yleisen tietoisuuden lisääminen ICT-alan päästöistä niiden vähentämiseksi. Monella osa-alueella digitalisaation nähdään vähentävän päästöjä, mutta usein digitaalisia vaihtoehtoja kuitenkin käytetään yhä enemmän. Ala kehittyy nopeasti ja tutkimukset ovat nopeasti vanhentuneita. (Laakso & Terävä 2019.)

Suomessa esimerkiksi videoiden katsomisesta aiheutuvat päästöt ovat maailman suurimpia, koska täällä mobiililiittymät ovat edullisia ja usein käytännössä rajattomia käytettävissä olevan tiedonsiirron suhteen. Esimerkiksi vuonna 2017 keskivertosuomalainen käytti mobiilidataa 15,45 gigatavua kuukaudessa vastaavan määrän oltua Ruotsissa 5,7 gigatavua ja Saksassa 1,7 gigatavua. (Laakso & Terävä 2019.)

4 Verkkosivun hiilijalanjälkeen vaikuttavia tekijöitä

4.1 Verkkosivujen suunnitseminen ja selainpuoli

Verkkosivun elämänkaaren ajalta sen sähköenergiaa vaativat osat voidaan jakaa tiivistetysti näihin osiin: verkkosivun suunnittelu, toteutus, testaaminen, ylläpito sekä käyttäjien vuorovaikutus verkkosivun kanssa (Frick 2016b, 28). Frick käsittelee kirjassaan, kuinka suunnittelijat tai kehittäjät eivät tarkoituksella suunnittele verkkosivuista energiaa tuhlaavia, mutta usein halu tehdä näyttäviä verkkosivuja tai asiakkaiden toiveiden täyttämisen ajavat energian säästämisen ohi. Tähän Frick ehdottaa ratkaisuksi, että eri kohdissa kehitysvaihetta pysähdyttäisiin pohtimaan, ovatko jokaisen vaiheen aikana tehdyt valinnat tehokkaimpia ja ekologisimpia. (Frick 2016b, 3.)

On arvioitu, että verkkosivujen frontend eli selainpuoli muodostaisi jopa 40 prosenttia koko Internetin aiheuttamasta hiilijalanjäljestä (Frick 2016b, 54). Selainpuolella tarkoitetaan käytännössä verkkosivun ulkonäköä (W3Schools i.a.). Toisin sanoen se on verkkosivun osa, jonka verkkoselaimen käyttäjä näkee. Tällöin selainpuolta suunnittelevien muotoilijoiden vastuulla on merkittävä osa verkkosivujen päästöistä. Vaikuttaakin siltä, että päästöjen minimointi jää jokaisen suunnittelijan ja kehittäjän omalle vastuulle.

Verkkosivut siis koostuvat tiedostoista, ja niiden yhteenlaskettu koko vaikuttaa siihen, kuinka paljon niiden lataaminen vaatii energiaa ja siten aiheuttaa päästöjä. Yksi tapa arvioida verkkosivun tiedonsiirron määrää on arvioida verkkosivun tiedostojen koko (englanniksi *page weight*), jolla tarkoitetaan verkkosivun

sisältämien tiedostojen kokoa kilobiteissä, kun verkkosivun sisältö ladataan verkkoselaimen käyttäjän nähtäville ensimmäisen kerran. Monet verkkosivujen analysoimiseen käytetyt työkalut näyttävät tiedostojen koon. Vertailemalla eri verkkosivujen tiedostojen kokoa voidaan vertailla niiden tehokkuutta päästöjen näkökulmasta. Ennen verkkosivun kehittämistä on myös mahdollista asettaa tavoite- *page weight*. Matalampi *page weight* johtaa parempaan verkkosivun tehokkuuteen, ja mitä vähemmän verkkosivun tiedostojen siirtoon tarvitaan energiaa, sitä vähemmän se tarkoittaa esimerkiksi fossiilisten polttoaineiden hyödyntämistä tuon energian tuottamiseksi. (Greenwood 2021, 36, 39.)

Koska olen pääasiassa selainpuolta suunnitteleva muotoilija ja aion opinnäytetyön toiminnallisessa osassa tutkia verkkosivujen käyttäjien suhtautumista verkkosivujen käyttämisestä aiheutuviin päästöihin, on luontevaa seuraavaksi tarkastella, mitkä asiat verkkosivun kanssa vuorovaikutuksessa olemisessa aiheuttavat päästöjä. Nämä asiat liittyvät usein verkkosivujen ulkonäköön ja rakenteeseen, mutta myös niiden muihin ominaisuuksiin. Nämä vuorovaikutuksen osat on päätetty verkkosivun suunnittelu- ja kehitysvaiheissa.

4.2 Hakukoneoptimointi

Hakukoneoptimoinnilla tarkoitetaan prosessia, jossa verkkosivun sisältö optimoidaan siten, että se löytyy Internetin eri hakukoneiden tuloksissa mahdollisimman helposti ja sijoittuu niiden listauksissa mahdollisimman korkealle. Hakukoneet keräävät tietoa verkkosivuilta noudattaen tiettyjä sääntöjä. Ne esimerkiksi analysoivat verkkosivun sisältöä, sen lähdekoodia sekä linkkejä muille verkkosivuille. (MDN Web Docs i.a.) Hakukoneet ovatkin tunnetusti yksi yleisimmistä Internetin käyttäjien väylistä verkkosivuille, ja siksi hakukoneoptimointi on oleellinen osa verkkosivun suunnittelua.

Frick kirjoittaa, kuinka verkkosivun käyttäjien ajan säästäminen kulkee yhdessä palvelimen käyttämisen energian kanssa. Kun Internetin käyttäjä etsii tietoa hakukoneen kautta, olisi matalan hiilijalanjäljen mahdollistamiseksi hyvä, että käyttäjä löytää nopeasti tarvitsemansa tiedon (Frick 2016b, 141). Vastakohtana tälle

on tilanne, jossa käyttäjä turhaan avaa useita eri verkkosivuja ja siten kuormittaa useita palvelintietokoneita. Mikäli käyttäjä sen sijaan löytää nopeasti haluamansa tiedon ja verkkosivun, aiheutuu tällöin vähemmän kuormitusta ja päästöjä.

Verkkosivujen kehittäjien tulisi suunnitella verkkosivuja, jotka sisältävät tarpeeksi yksityiskohtaiset hakusanat sekä kattavat vastaukset vierailijoiden kysymyksiin. Tällöin verkkosivun vierailijat jäävät todennäköisemmin kyseiselle sivulle, mikä on tehokasta energian käyttöä verkkosivun ja hakukoneen palvelinten kannalta. Mikäli hakukoneen käyttäjä joutuu selaamaan hakutuloksia kauan, kuluttaa prosessi myös käyttäjän laitteen akkua. Googlen vuonna 2009 tekemien laskelmien mukaan tuhat Google-hakua kuluttaa saman verran energiaa kuin yhden kilometrin ajaminen autolla. Tällöin päästöjen määrä ei yhdelle haulle laskettuna ole suuri, mutta vuonna 2009 palvelun kautta tehtiin 1,2 biljoonaa hakua, jolloin päästöt ovat huomattavasti suuremmat. (Frick 2016b, 139–141.) Vuonna 2023 Googlen päästöt olivat 1,4 miljoonaa tonnia hiilidioksidia, mikä on 48 % enemmän kuin vuonna 2019. Päästöjen kasvun kerrotaan johtuvan palvelinkeskusten kasvaneesta energian tarpeesta sekä tekoälysovellusten kouluttamisesta ja käyttämisestä. (Dixit 2024.)

4.3 Värien valinta ja saavutettavuus

Verkkosivujen värimaailmallakin on oma vaikutuksensa niiden hiilijalanjälkeen. Nykyaikaisissa OLED-näytöissä jokainen pikseli tuottaa oman valonsa. Tällöin esimerkiksi mustalla taustalla oleva verkkosivu ei sytytä näytöllä mustissa kohdissa pikseleitä, ja tämä osaltaan säästää näytön käyttämää energiaa. Tämä saattaa kuitenkin saavutettavuuden kohdalla tuottaa ongelmia, koska tummalta taustalta voi olla vaikea erottaa tekstiä tai muuta sisältöä. (Frick 2016b, 170.) Saavutettavuudella tarkoitetaan sitä, voivatko kaikki käyttäjät käyttää palvelua fyysisistä ominaisuuksistaan riippumatta. Saavutettavuutta ohjataan lakien tasolla, ja sen takaaminen hyödyttää kaikkia käyttäjiä tehden palveluista helpommin ymmärrettäviä. (Interaction Design Foundation i.a.)

Saavutettavassa muotoilussa esimerkiksi verkkosivusta tehdään näytönlukuohjelmien kanssa yhteensopiva. Tällöin näytönlukuohjelma lukee ääneen tietokoneen näytöllä esitetyn sisällön, jotta erilaiset fyysiset ominaisuudet omaavat henkilöt voivat käyttää tietokoneita ja verkkosivuja. Usein digitaalisten palveluiden ja tuotteiden kohdalla saavutettavuudesta puhuttaessa viitataan WCAG-saavutettavuusohjeisiin. Ne auttavat suunnittelijoita luomaan saavutettavia ja siten kestäviä ratkaisuja. Ohjeita noudattavan verkkosivun sisällön on oltava ymmärrettävää ja luettavaa. Tällöin esimerkiksi tekstin on erotuttava taustasta tarpeeksi hyvin. (Frick 2016b, 181–182.)

Väreistä valkoinen on kaikkein eniten energiaa kuluttava tummempien värien kuluttaessa vähemmän energiaa. Värien välillä on kuitenkin eroja. Esimerkiksi siniset pikselit kuluttavat 25 prosenttia enemmän energiaa kuin vihreät tai punaiset. (Greenwood 2021, 70–71.)

4.4 Fontit ja typografia

Verkkosivuilla käytettävän tekstin eli typografian valintakin vaikuttaa verkkosivun hiilijalanjälkeen. Fontit eli kirjaintyytit voidaan jakaa web- ja systeemifontteihin. Systeemifontteja pidetään hiilijalanjäljen kannalta parempana vaihtoehtona, sillä verkkosivu hakee ne käyttäjän omalta tietokoneelta eikä webfonttien tapaan lataa niitä toiselta palvelintietokoneelta, mistä aiheutuu siten suurempaa energian kulutusta. Pelkkiä systeemifontteja ei kuitenkaan löydy tietokoneilta suurta määrää, mikä rajoittaa verkkosivun ulkonäön muotoilua. Hyvä käytäntö verkkosivujen ekologisen suunnittelun kannalta on käyttää enintään kahta eri fonttia, joista ainakin toinen olisi mahdollisuuksien mukaan systeemifontti. (Frick 2016b, 171–172.)

Systeemifontteja ovat esimerkiksi Arial, Helvetica ja Roboto. Otsikoissa ja valikoissa voidaan hyödyntää käyttäjän huomion kiinnittävää tyylitellympää webfonttia, mutta usein leipätekstissä voidaan käyttää pelkistetymppää systeemi-fonttia. Myös fontit voivat olla erillisiä tiedostoja, joten pienempi vaihtelu fon-

teissa tarkoittaa matalampaa kokonaisenergian kulutusta ja nopeampaa verkkosivun latautumista. (Greenwood 2021, 80.) Kuten edellä mainittiin, tiedostojen määrä vaikuttaa koko verkkosivun kokoon ja siten sen aiheuttamien päästöjen määrään.

4.5 Verkkosivujen toteuttaminen ja niiden sisältämä media

Verkkosivuilla käytettävät kuvat lisäävät verkkosivun kokoa huomattavasti ja siten vaikuttavat sen hiilijalanjälkeen. Suurempi verkkosivu tarkoittaa enemmän ladattavaa informaatiota ja siten enemmän sähkön kulutusta. Tällöin kuvien määrä tulisi pitää tarkoituksenmukaisena. Myös kuvien eri tiedostomuodoilla on oma vaikutuksensa verkkosivun kokoon. Vektorikuvat eli SVG-tiedostoina olevat kuvat ovat eri mittakaavoihin skaalautuvia eivätkä lisää verkkosivun kokoa tarpeettomasti. Niitä ei kuitenkaan suositella käytettäväksi kuin logoissa ja ikoneissa. (Frick 2016b, 173–174.) Koenkin, että tarvittaessa niillä voidaan esimerkiksi kuvittaa verkkosivua valokuvien sijaan pitäen verkkosivun koko maltillisempana.

Valokuvien kohdalla tulisi hyödyntää JPG- ja PNG-tiedostomuotoja eli niin sanottuja rasterikuvia. Rasterikuvat koostuvat kiinteästä määrästä pikseleitä ja saattavat tästä syystä olla vektorikuvia suurempia tiedostokooltaan. Myös kuvien pakkaamista suositellaan esimerkiksi erilaisia siihen tarkoitettuja palveluita käyttäen, koska tällöin kuvien tiedostokokoa voidaan pienentää poistamalla esimerkiksi niiden sisältämää metadataa. (Frick 2016b, 173–175.) Kuvia enemmän energiaa kuluttavat videot. Onkin tärkeää, että videoita hyödynnetään vain tarpeen mukaan ja että videot eivät käynnisty automaattisesti. Tällöin verkkosivun käyttäjä voi halutessaan käynnistää videon ja vaikuttaa käytetyn energian määrään. (Greenwood 2021, 75, 77.)

Verkkosivuja voi toteuttaa useilla eri tavoilla. Verkkosivun lähdekoodin voi kirjoittaa alusta alkaen itse tai sitten verkkosivun luomiseen voi käyttää Squarespacen tai Wixin kaltaisia verkkosivueditoreja. Nämä palvelut mahdollistavat kenelle tahansa verkkosivun luomisen taidoista riippumatta, mutta tämä johtaa

myös valtavaan määrään verkkosivuja, joiden suunnittelussa ei ole huomioitu edellä mainittujen asioiden vaikutusta verkkosivun hiilijalanjälkeen. Ilman oikeaoppista toteutusta verkkosivusta tulee helposti saavutettavuuden ja energian käytön kannalta ongelmallinen. (Frick 2016b, 227.) Nämä palvelut eivät oman kokemukseni mukaan pyri takaamaan matalaa hiilijalanjälkeä vaan päinvastoin kannustavat luomaan näyttäviä suuren tiedostokoon omaavia verkkosivuja.

5 Verkkosivun hiilijalanjäljen arvioiminen ja sääntely

5.1 Verkkosivuja ohjaavat standardit

Verkkosivujen ja Internetin saatetaan ajatella olevan ympäristöystävällinen vaihtoehto verkkosivujen esimerkiksi korvatessa paperisia lomakkeita tai kirjeitä. Vaikka yhteen Google-hakuun tai sosiaalisen median julkaisuun tarvittava energian määrä on pieni, on sillä suuri kertaantuva vaikutus, kun yli puolet maailman väestöstä tekee sitä päivittäin. (Frick 2016a, 27). Tällä hetkellä ei ole olemassa virallisia standardeja, jotka ohjaisivat kehittäjiä luomaan Internetiin ratkaisuja, jotka olisivat päästöjen suhteen neutraaleja ja huomioisivat tällaisten ratkaisujen energiankulutuksen (Frick 2016b, 52).

World Wide Web Consortium (W3C) kehittää standardeja ja ohjeistuksia muun muassa verkkosivujen kehittämiseen siten, että sivut ottaisivat huomioon esimerkiksi saavutettavuuden sekä turvallisuuden (World Wide Web Consortium i.a.). W3C ei kuitenkaan ole luonut standardeja, joilla puututtaisiin verkkosivujen aiheuttamiin päästöihin. Asiantuntijoiden mukaan tällaisten standardien luominen ei ole toimiva ratkaisu, koska Internet kehittyy niin nopeasti eivätkä standardit pysyisi kehityksen perässä. Frick peräänkuuluttaakin laajempaa muutosta tavassa ajatella digitaalisten tuotteiden ja palveluiden kehittämistä. Kestävämät ratkaisut olisivat myös tehokkaampia niiden käyttäessä resursseja vain tarpeen mukaan. Vaikka on olemassa arvioita koko Internetin päästöjen määrästä, ei yksittäisten palveluiden päästöjen laskemiseen ole olemassa laajasti hyväksyttyä metodologiaa. (Frick 2016b, 52, 54.) Verkkosivujen hiilijalanjäljen arviointiin on kuitenkin olemassa työkaluja, joista yhtä tarkastelen seuraavassa alaluvussa.

5.2 Hiilijalanjäljen arvioiminen

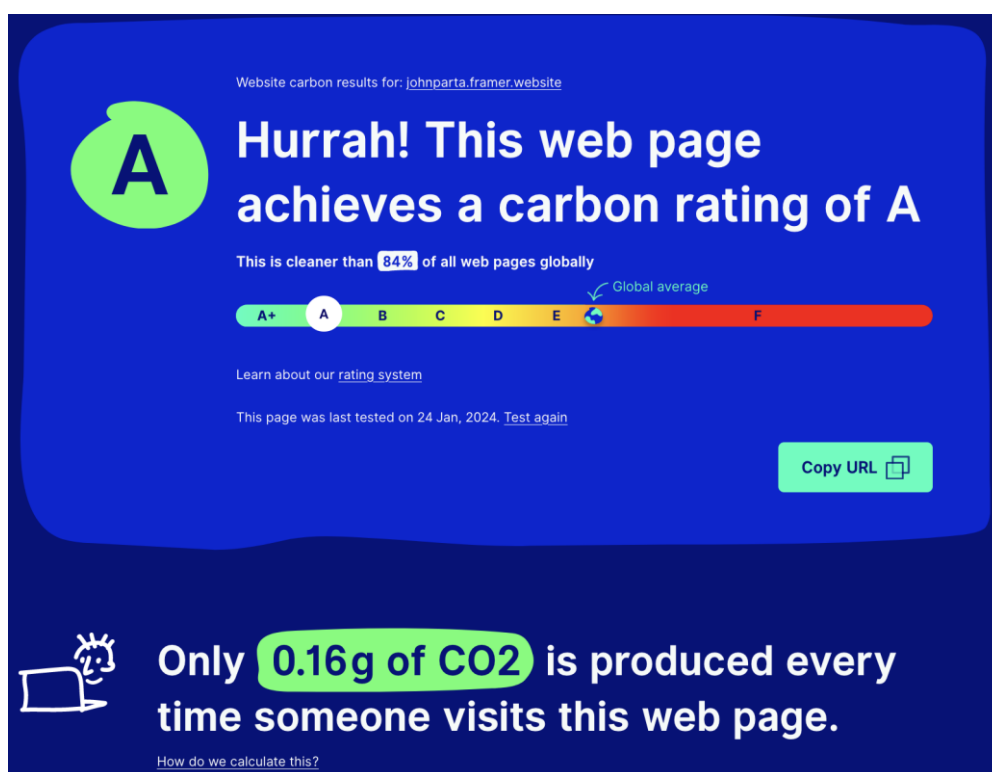
Yksiselitteistä ja tarkkaa keinoa verkkosivun hiilijalanjäljen laskemiseen ei ole olemassa, vaan parhaimmillaankin voidaan saada vain arvio hiilijalanjäljen koosta. Tärkeää olisi pyrkiä arvioimaan verkkosivun tuottamaa hiilijalanjälkeä jokaisessa sen kehittämisen vaiheessa eikä esimerkiksi jälkikäteen, jolloin sen arvioiminen on hankalampaa ilman kehittämisen aikana kerättyä tietoa. (Frick 2016b, 231.)

Koska tarkkoja tietoja esimerkiksi palvelintietokoneiden tai käyttäjien laitteiden energian tarpeesta on hankalaa saada, täytyy verkkosivun hiilijalanjäljen arvioimiseksi luottaa mahdollisimman uuteen tilastotietoon kyseisten laitteiden energian tarpeesta, mikäli sellaista on saatavilla. Lisäksi teknologian kehittyessä jatkuvasti olisi arvioiden tarkkuuden vuoksi tilastoja päivitettävä säännöllisesti. Koska emme voi myöskään tietää, millä tavoin Internetin käyttäjä muodostaa Internet-yhteytensä, voi siihen vaadittavan energian määrän sisällyttää arvioon vain keskimääräisen tilastotiedon pohjalta. (Frick 2016b, 237–238.)

Yksi verkkosivujen hiilijalanjäljen arvioimiseen kehitetyistä palveluista on nimeltään Website Carbon. Tämän Wholegrain Digitalin kehittämän palvelun verkkosivulle voidaan syöttää sellaisen verkkosivun URL-osoite, jonka hiilijalanjäljestä halutaan saada arvio. Tämän jälkeen palvelu laskee ja näyttää raportin arvioitujen hiilidioksidipäästöjen määrästä. Raportti sisältää hiilidioksidipäästöjen määrän lisäksi arvosanan, vertailun maailmanlaajuisesti verkkosivujen keskimääräisiin päästöihin, tiedon käytetäänkö verkkosivun ylläpitämiseen uusiutuvaa energiaa ja erilaisia havainnollistuksia siitä, miten hiilijalanjälki vertautuu vaikkapa älypuhelimien akun lataamisen vaatiman sähköenergian määrään. Website Carbon on voittoa tavoittelevan yrityksen ylläpitämä ja samalla mainostaa heidän palveluitaan, mutta perustuu avoimeen lähdekoodiin. (Wholegrain Digital i.a.a.)

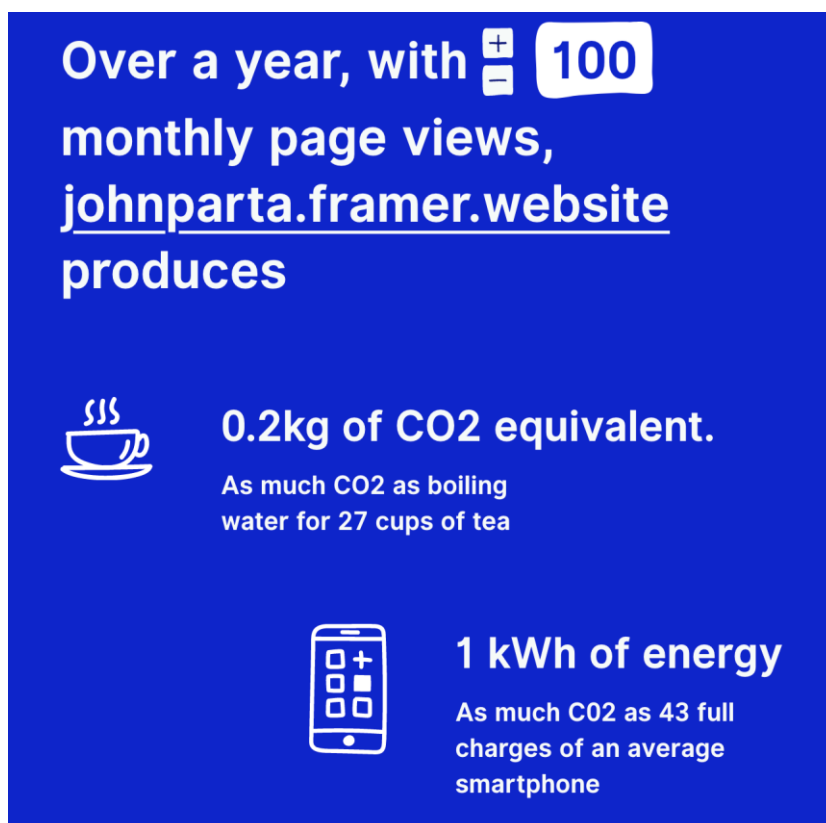
Website Carbon perustaa arvionsa seuraaviin tietoihin: verkkosivun lataamiseksi siirretyn tiedon määrä, tiedonsiirrossa käytetyn energian määrä palvelintietokoneiden ja käyttäjän laitteen osalta, palvelintietokoneen käyttämän energian puhtaus sekä sähköverkon energian hiilijalanjälki. Näiden tietojen sekä erilaisten laskentakaavojen perusteella sivu tuottaa arvion verkkosivun aiheuttamien hiilidioksidipäästöjen määrästä. (Wholegrain Digital i.a.b.)

Alaluvussa 3.3 käsittelemme, kuinka Website Carbonin mukaan keskimääräinen verkkosivusto tuottaa noin 1,76 kilogrammaa hiilidioksidia jokaisella katselukerralla. Kuten alla oleva kuva 1 esittää, Website Carbonin asteikolla keskimääräinen verkkosivu jää huonon tuloksen kategoriaan. Yksinkertainen ja vähän mediatiedostoja sisältävä verkkosivu voi tuottaa esimerkiksi vain 0,16 grammaa hiilidioksidia per katselukerta, kuten kuvasta 1 on nähtävissä.



Kuva 1. Website Carbon -laskurin laskema arvio verkko-osoitteessa johnparta.framer.website sijaitsevan verkkosivun hiilidioksidipäästöistä. Kuva-kaappaus verkkosivusta Website Carbon Calculator (2024).

Opinnäytetyön toiminnallisessa osassa hyödynsin Website Carbon -laskuria kuvassa 2 esiteltynä havainnollistusten vuoksi, koska niiden avulla tutkimuksen osallistujille oli mahdollista konkreettisemmin havainnollistaa heidän käyttämänsä verkkosivun hiilijalanjäljen kokoa. Kuvassa 2 havainnollistetaan, kuinka vuoden aikana sata vierailua esimerkkinä käytetyllä verkkosivulla vastaa samaa hiilidioksidin määrää, joka aiheutuu 27 teekupin keittämisestä.



Kuva 2. Hiilidioksidipäästöjen määrää havainnollistavia esimerkkejä Website Carbonin laskemalla ja esittämällä arviolla. Kuvakaappaus verkkosivusta Website Carbon Calculator (2024).

Hiilijalanjäljen koko numeerisena arvona voi olla hankala ymmärtää ilman syvällisempää perehtymistä asiaan. Toinen vastaavanlainen palvelu on nimeltään Ecograder, joka Website Carbonista poiketen esittää verkkosivun arviossaan luvussa 4 esiteltynä verkkosivun ulkonäköön ja rakenteeseen vaikuttavia seikkoja, kuten esimerkiksi kuvien tiedostokoon.

5.3 ICT-alan hiilijalanjäljen sääntely

Oleellista verkkosivujen hiilijalanjäljen raportointia käsitellessä on tarkastella, miten niihin liittyvää raportointia sekä ICT-alan hiilijalanjälkeä säädellään. Vastuullisuusraportoinnin pakollisuus Euroopan unionin (EU) tasolla koskee yritysten toimintaa kokonaisuudessaan eikä erikseen vaadi verkkosivujen päästöjen raportoinnista. Verkkosivujen hiilijalanjäljen ilmoittaminen perustuu siis pitkälti vapaaehtoisuuteen.

Verkkosivujen sisältöön sen sijaan EU:n lainsäädäntö voi puuttua. Vuoden 2024 alussa voimaantullut EU-laki puuttuu yritysten tekemään viherpesuun. Laki kieltää harhaanjohtavat tuotetiedot sekä viherpesun. Markkinoinnissa saa tällöin käyttää vain hyväksytyihin sertifiointijärjestelmiin perustuvia tai viranomaisten laatimia kestävyysmerkintöjä. (Ojamo, Saloranta & Purhonen 2024.)

Viherpesulla tarkoitetaan palveluiden tai tuotteiden markkinointia ympäristöystävällisinä, vaikka ne eivät sitä todellisuudessa ole. Viherpesuun sortuvat yritykset yrittävät tällä tavoin näyttää vastuullisilta ja kasvattaa myyntiään. Verkkosivujen palvelintilaa myyvien yritysten on helppoa tehdä viherpesua, koska alalla on laajasti puutteita läpinäkyvyydessä. (Frick 2016a, 23.) Tuore esimerkki alalla tapahtuvasta viherpesusta on vaatteiden verkkokauppaa harjoittava Zalando, joka joutui EU-direktiivin johdosta poistamaan verkkosivuiltaan tuotteiden viereen merkittyjä perusteettomia ympäristöystävällisyydestä viestiviä symboleja (Pelli 2024).

EU:n tasolla säädellään myös yritysten vastuullisuusraportointia. Vuonna 2024 voimaan tullut Euroopan kestävyysraportointidirektiivi CSRD velvoittaa suuret ja pörssiin listatut yritykset raportoimaan kestävyystietoa. Raportista on käytävä ilmi, mitä yritys näkee omassa toiminnassaan riskeinä ja mahdollisuuksina liittyen sosiaalisiin ja ympäristöä koskeviin asioihin. Lisäksi yritysten on kerrottava, miten niiden toiminta vaikuttaa ympäristöön. Direktiivin piiriin kuuluvat myös pienemmät pörssiin listatut yritykset vuodesta 2026 eteenpäin. (European Commission i.a.a.; Kuparinen 2023.)

Verkkosivujen ja laajemmin ICT-alan hiilijalanjäljen kannalta merkittävänä voi nähdä EU:ssa heinäkuussa 2024 voimaan tulleen ESPR-lain (Ecodesign for Sustainable Products Regulation), joka pyrkii takaamaan, että uudet EU:ssa myytävät tuotteet on helpompi kierrättää ja korjata. Samalla pyritään takaamaan tuotteiden matalampi energian ja muiden resurssien kulutus. Eri tuotekategoriat, kuten vaatteet ja älypuhelimet, tulevat saamaan omat säädöksensä edellä lueteltujen asioiden takaamiseksi. ICT-alalla käytetyt laitteet tulevat olemaan ensimmäisten säädeltävien tuotteiden joukossa. Lainsäädäntöön kuuluu oleellisesti tietoisuuden levittäminen sen piiriin kuuluvien tuotteiden kestävydestä, joka pyritään takaamaan eri tuotteisiin merkityllä passilla (englanniksi *Digital Product Passport*). Merkintä tulee olemaan älypuhelimella skannattavassa muodossa, jolloin kuluttajien on helpompi tehdä vastuullisia valintoja tuotetta tarkastellessaan. (Directorate-General for Environment 2024; European Commission i.a.b.)

Tällöin esimerkiksi tietokoneet ja älypuhelimet olisivat helpommin korjattavissa, kuluttaisivat vähemmän energiaa ja olisivat pitkäikäisempiä. Tällä olisi välillisesti vaikutusta myös siihen, miten paljon energiaa laite kuluttaisi verkkoselaimen ja siten verkkosivujen käytön aikana. Uudella laitteella verkkosivun kehittämisen aikana kulunut energian määrä olisi tällöin pienempi ja kuluttajien tietoisuus laitteiden aiheuttamista päästöistä kasvaisi.

Suomikin on julkaissut vuonna 2021 oman ICT-alan ilmasto- ja ympäristöstrategian. Strategia sisältää kuusi tavoitetta ja toimenpiteitä tavoitteiden saavuttamiseksi. Strategia pyrkii esimerkiksi nostamaan energiatehokkuutta ja hyödyntämään palvelinkeskusten hukkalämpöä osana muuta lämmönjakelua. Strategian toinen kohta käsittelee ohjelmistojen ja palveluiden, kuten verkkosivujen, suunnittelua siten, että ne käyttäisivät mahdollisimman vähän energiaa. Strategia mainitaan, että hankintahinnaltaan edullinen palvelu voi vaatia enemmän prosessointitehoa ja siten energiaa. Lisäksi strategiassa peräänkuulutetaan kuluttajien tietoisuuden lisäämistä ICT-alan ympäristövaikutuksista, koska kuluttajien käyttäytyminen vaikuttaa ICT-alan ympäristövaikutuksiin. Tätä voitaisiin tehdä esimerkiksi perusopetuksen ja kuluttajakampanjoiden kautta. Strategia

huomioi myös, miten vähän tietoa digitalisaation ilmastovaikutuksista on tarjolla, ja pyrkii saamaan vertailukelpoista tietoa ICT-alan hiilijalanjäljestä. Tuolloin Liikenne- ja viestintäministeriö sekä Liikenne- ja viestintävirasto Traficom ovat seuranneet strategian toimeenpanoa järjestämällä kaksi foorumia, joista edellinen järjestettiin vuonna 2022. Strategian takana oleva hanke päättyi touku-kuussa 2025. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2021; Valtioneuvosto 2022.)

Strategian vaikutuksen voinee olettaa jäävän melko pieneksi, sillä siihen kuuluvat toimenpiteet ovat jääneet keskustelutilaisuuksien ja kyselyiden tasolle. Tämä osaltaan kuvaa, miten vähän tutkittua tietoa on saatavilla ja miten hankalaa on toimeenpanna ICT-alan hiilijalanjälkeä suitsivia toimenpiteitä. Toisaalta on positiivista, että alan päästöt on tiedostettu ministeriötasolla ja aiheesta keskustellaan alan sisällä.

Traficom on suorittanut vuonna 2021 kyselyn teleyrityksille, ja sen perusteella suomalaiset ymmärtävät hyvin laitteiden kierrätyksen ja pitkän käyttämisen merkityksen niiden ympäristövaikutusten vähentämisessä. Kyselyn tuloksista käy ilmi, että verkon eri palveluiden käyttötapojen vaikutukset tunnetaan huonosti. Lisäksi Traficom selvitti, että enemmistö suomalaisista olisi valmiita muuttamaan Internet-palveluiden käyttöään, jos saisivat tietoa palveluiden ympäristövaikutuksista. Monet olisivat myös valmiita vaihtamaan ympäristöystävällisempiin palveluihin, mutta neljännes vastaajista ei muuttaisi käyttötapojaan millään tavalla. (Ojala & Oksanen 2021, 25.)

Kyselyn tulokset peilaavat, kuinka vähän kuluttajat tiedostavat Internetin käytöstään aiheutuvaa hiilijalanjälkeä. Tietoisuuden tason nostamisella voisi olla positiivisia vaikutuksia hiilijalanjälkeen kuluttajien ollessa valmiita tekemään muutoksia saatuaan enemmän tietoa. Koska osa kuluttajista olisi valmiita vaihtamaan toiseen palveluun, voi aidosti ympäristöystävällisellä palvelulla olla kysyntää ja siten kilpailuetuakin.

6 Tutkimus ja metodit

6.1 Tutkimusvalinnat

Tutkimukseni yhdistettynä teoreettisen viitekehyksen tietoon antaa minulle kattavamman näkemyksen siitä, millä tavalla verkkosivustojen hiilijalanjäljestä kannattaa jakaa tietoa ja miten verkkosivujen vierailijat suhtautuvat tuohon tietoon. Tutkimuksen kohteena ovat käyttäjien omat kokemukset, joita on tarkoituksenmukaista arvioida laadullisia tutkimusmenetelmiä hyödyntäen. Laadullinen tutkimus tarkastelee ihmisten asioille antamia merkityksiä ja pyrkii tavoittamaan ihmisten omat kuvaukset kokemastaan todellisuudesta. Tällöin pyritään siis ymmärtämään jotakin ilmiötä. (Vilka 2021, 118–119.)

Laadullisessa tutkimuksessa tutkimusaineistoa voi kerätä useilla eri menetelmillä. Tällaisia ovat esimerkiksi haastattelut ja havainnointi. Ne ovat kuitenkin vasta tutkimuksen aikana kerättyä materiaalia, jonka pohjalta luodaan tulkinta tutkimusongelmaan. Tulkinta muodostuu, kun kerätty aineisto on luokiteltu teorialähtöisesti ja tulkittu teoreettisen viitekehyksen avulla. Tällöin saadaan vastaus tutkimusongelmaan. (Vilka 2021, 156.) Viimeisessä luvussa peilaan keräämäni tutkimusmateriaalia opinnäytetyön teoreettiseen viitekehykseen ja esitän vastauksia tutkimusongelmaani.

Haastattelun voi toteuttaa teemahaastatteluna, jolloin tutkimusongelmasta valitaan keskeiset aiheet, joita tutkimusongelman ratkaisemiseksi on välttämätöntä käsitellä. Tutkimusaineisto on tarkoituksenmukaista kerätä haastatteluina, mikäli tutkitaan ihmisten kokemuksia puheen muodossa. (Vilka 2021, 122, 124.)

Koen nimenomaan tutkimushaastattelun sopivimmaksi tutkimusmenetelmäksi, koska tutkin haastateltavien omia kokemuksia ja ajatuksia verkkosivujen hiilijalanjäljestä. Koen, että juuri haastattelujen avulla minun on mahdollista päästä tarpeeksi syväälle tutkimukseen osallistuvien kokemuksiin ja mielipiteisiin.

Teemahaastattelusta käytetään myös nimitystä puolistrukturoitu haastattelu. Strukturoidussa haastattelussa tutkija päättää ennalta esitettävien kysymysten muodon ja esittämisjärjestyksen. Strukturoitu haastattelu on hyvä tapa kerätä aineistoa, kun tutkimuksen tavoitteena on yhtä rajattua asiaa koskevien käsitysten ja kokemusten kuvaaminen. (Vilka 2021, 123-124.)

Toteuttamani haastattelu on osin myös strukturoitu, koska haluan taata tutkimuksen yhteneväisyyden jokaisen haastateltavan kohdalla ilman, että jokin kysymys unohtuu ja jotta kysymykset on muotoiltu siten, että ne pyrkivät tuomaan esiin tutkimuksen kannalta tarkoituksenmukaisia vastauksia. Tutkimuksen aikana esitän valmiiksi muotoiltuja kysymyksiä, jotka kirjaan haastateltavan puolesta lomakkeelle. Puolistrukturoidusti esitän haastattelun aikana tarkentavia juuri tietyn haastateltavan vastauksiin liittyviä kysymyksiä ja käydyn keskustelun kautta pyrin saamaan lisää tietoa tutkittavasta ilmiöstä.

Itselläni on hieman tutkimuksen aiheesta eli verkkosivustojen hiilidioksidipäästöistä esiymmärrystä, joka on muodostunut digitaalisen muotoilun opintojeni kautta. Kuten alaluvussa 3.3 esitin, eivät monet Internetin käyttäjät kuitenkaan ole tietoisia verkkosivujen aiheuttamista päästöistä. Tätä esiymmärrystä ei minullakaan ollut ennen ilmiöön perehtymistä. Tutkimukseni tarkoitus onkin osin lisätä tietoisuutta ICT-alan päästöistä, mutta ennen kaikkea lisätä ymmärrystä siitä, mikseivät monet ole tietoisia näistä päästöistä ja miten he kokisivat tiedon jakamisen niistä itselleen helposti ymmärrettäväksi. Tätä tietoa voidaan hyödyntää esimerkiksi kehitettäessä tapoja jakaa verkkosivuilla tietoa niiden hiilijalanjäljestä.

6.2 Tutkimuksen toteuttaminen

Tutkimusongelmani on: miten verkkosivuja suunnitellaan siten, että niillä olisi mahdollisimman matala hiilijalanjälki? Tässä on myös tutkimukseni fokus. Tutkimuksen alaongelmia ovat: Miten verkkosivujen hiilijalanjäljestä voi saada tietoa? Miten verkkosivujen käyttäjät suhtautuvat verkkosivujen hiilijalanjälkeen?

Miksi verkkosivujen käyttäjät eivät mahdollisesti tiedosta verkkosivujen hiilijalanjälkeä?

Tutkimuksen osallistujiksi kutsuin tuntemiani henkilöitä, jotka käyttävät päivittäin Internetiä ja verkkosivuja. Tällöin haastateltavilla on kokemuksia verkkosivujen käyttämisestä ja he toiminnallaan tuottavat hiilidioksidipäästöjä. Osallistujia valittiin eri ikäryhmistä, jotta tutkimuksessa voidaan tarkastella, onko eri ikäisillä henkilöillä erilaisia käsityksiä ja kokemuksia tutkittavasta ilmiöstä. Muina taustatietoina selvitettiin, tekevätkö haastateltavat ympäristöystävällisiä valintoja, ovatko he huolissaan ilmastokriisistä ja ovatko he aiemmin tiedostaneet verkkosivujen käyttämisestä aiheutuvan päästöjä.

Tutkimus toteutettiin teemahaastatteluina käyttäen valmiiksi mietittyjä haastattelukysymyksiä, jotka ovat luettavissa liitteestä 1. Haastattelukysymykset mietittiin etukäteen ja vastaukset täytettiin paperille tulostettuun lomakkeeseen jokaisen haastateltavan puolesta. Jokainen haastateltava sai ennen haastattelun aloitusta tiedotteen tutkimuksen sisällöstä ja henkilötietojen käsittelystä luettavakseen ja allekirjoitti suostumuksen tutkimukseen osallistumisesta.

Haastattelun aluksi haastateltaville esitettiin taustakysymyksiä, joista siirryttiin ydinkysymyksiin. Näillä kysymyksillä kartoitettiin syitä sille, miksi haastateltavalla oli tai ei ollut ennakkoon tietoa verkkosivujen aiheuttamista päästöistä ja mistä he tällaista tietoa verkkosivulta etsisivät. Haastattelukysymysten lisäksi kullekin haastateltavalle esitettiin heidän usein käyttämänsä verkkosivun hiilijalanjäljestä Website Carbon -laskurilla laskettu raportti. Tutkimuksessa käytettiin haasteltavien itse valitsema verkkosivuja, jotta tuloksen aiheuttama reaktio olisi paremmin suhteutettavissa heidän omaan Internetin käyttöönsä. Tämän jälkeen kysyin haastateltavilta ajatuksista, joita heille heräsi heidän saatuaan tietoa verkkosivun käytöstä aiheutuvasta hiilijalanjäljestä.

Lopuksi haastateltavilta kysyttiin, onko heidän näkemänsä raportti helposti ymmärrettävässä muodossa ja miten he mahdollisesti kokisivat tuloksen helpommin ymmärrettäväksi. Tällä tavoin pyrin kasvattamaan ymmärrystä siitä, miten

ja missä kohdassa verkkosivua hiilijalanjäljestä kannattaisi jakaa tietoa. Lopuksi pyrin kartoittamaan haastateltavien näkemyksiä siitä, tulevatko he jatkossa huomioimaan Internetin ja verkkosivujen käytöstä aiheutuvia päästöjä. Haastattelun lopussa annoin vielä mahdollisuuden jakaa muita haastattelun aikana heränneitä ajatuksia tutkittavaan ilmiöön liittyen.

7 Tutkimuksen tulokset

7.1 Tutkimuksen taustaa

Tutkimusvaihe kesti kaksi viikkoa. Tutkimuksen lopullisen näytteen koko on yhteensä viisi henkilöä, ja he ovat syntyneet noin vuosien 1970 ja 2010 välillä. Näytteeseen kuuluvia henkilöitä ei muutoin jaoteltu esimerkiksi sukupuolen tai ammatin mukaan. Opinnäytetyön toiminnallinen osa ei pyri kokonaisvaltaisesti selittämään verkkosivujen hiilidioksidipäästöjen taustalla olevaa laajempaa ilmiötä. Tavoitteena on sen sijaan kasvattaa ymmärrystä siitä, miten juuri haastateltavat kokevat verkkosivujen aiheuttamat päästöt ja miten vastausten perusteella verkkosivuilla kannattaisi jakaa tietoa niiden päästöistä. Jaan tutkimuksen tulosten erittelyn eri alalukuihin kysymysten teemojen mukaisesti. Esittelen aluluissa johtopäätöksiäni ja viimeisessä opinnäytetyön luvussa yhdistän johtopäätökset opinnäytetyön teoreettiseen viitekehykseen.

7.2 Haastateltujen henkilöiden kokemukset Internetin päästöistä

Haastatteluista henkilöistä jokainen koki tekevänsä ympäristöystävällisiä valintoja, joita ovat esimerkiksi ruokavalion muuttaminen kohti kasvipohjaisuutta, kierrättäminen, tuotteiden ostaminen käytettynä ja kulkeminen julkisilla liikennevälineillä. Syitä ympäristöystävällisille valinnoille kerrottiin olevan huoli maapallon tilasta ja jälkipolvien toimeentulosta ja se, että ympäristön huomioiminen tuntuu oikealta ja reilulta.

Lisäksi haastateltavilta kysyttiin, kuinka huolissaan he ovat ilmastokriisistä asteikolla yhdestä viiteen. Asteikolla yksi tarkoitti, että haastateltava ei ollut lainkaan huolissaan, ja viisi, että haastateltava oli erittäin huolissaan. Vastausten keskiarvo oli 3,9, jolloin haastateltavien voi sanoa olevan hyvin huolestuneita ilmastomuutoksesta.

Vastauksista käy ilmi, että haastateltavien tietoisuus ilmastokriisistä ja sen vaikutuksista on korkealla tasolla ja he ovat valmiita tekemään toimia sen hillitsemiseksi. Seuraavaksi heiltä kysyttiin, ovatko he tietoisia Internetin käytöstä aiheutuvista päästöistä. Kolme viidestä kertoi olleensa tietoinen Internetin hiilijalanjäljestä. Kuten alaluvussa 3.3 käsiteltiin, on Internetin käyttäjien tietoisuus päästöistä yleisesti vähäistä. Näin ollen oli yllättävää, kuinka moni haastateltava oli tietoinen Internetin hiilijalanjäljestä.

Kysyttäessä, mitä kautta haastateltavat ovat saaneet tietoa verkkosivujen ja Internetin aiheuttamista päästöistä, he kertoivat saaneensa tietoa tuttavaltaan sekä uutisten, opintojen ja työtehtävien kautta. Viime aikoina onkin ollut uutisointia esimerkiksi erilaisten tekoälyä hyödyntävien palveluiden ilmastovaikutuksista (Töyrylä 2024). Kaksi haastateltavaa ei kuitenkaan ollut ennen haastattelua tiedostanut Internetin ja verkkosivujen käytöstä aiheutuvaa hiilijalanjälkeä. Syyksi tälle he kokivat uutisoinnin vähäisyyden sekä sen, ettei verkkosivuilla kerrota niiden hiilijalanjäljestä.

7.3 Haastateltavien valitsemat verkkosivut

Tutkimuksen aikana haastateltavia pyydettiin valitsemaan verkkosivu, jota he käyttävät usein. Koska haastateltavat saattaa tunnistaa valitsemiensa verkkosivujen perusteella, on niiden verkko-osoitteet jätetty kertomatta tässä opinnäytetyössä. Kuvailen kuitenkin kyseisten verkkosivujen ominaisuuksia. Kullekin valitulle verkkosivulle toteutettiin Website Carbon -laskurilla arvio verkkosivun hiilijalanjäljen koosta. Tulosten keskiarvoksi muodostui 0,50 grammaa hiilidioksidia, joka aiheutuu yhdestä vierailukerrasta verkkosivulla. Website Carbon Calculator antaa lisäksi arvion kirjaimena asteikolla A-kirjaimesta F-kirjaimeseen. A-kirjain on

paras tulos ja indikoi matalia päästöjä F-kirjaimen ollessa huonoin tulos korkeilla päästöillä. Asteikko esitetään kuvassa 1, joka on alaluvussa 5.2.

Keskiarvoksi laskettu 0,50 grammaa saa tällä asteikolla arvion D, joka on asteikon keskivaiheilla. Website Carbon -laskurin mukaan E-kirjaimen alapuolelle arvioidut verkkosivut edustavat maailmanlaajuisesti keskiarvoa. Tällaisen verkkosivun päästöt ovat yli 0,80 grammaa hiilidioksidipäästöjä per verkkosivun vierailu. Konkreettisisissa laskurin esittämissä esimerkeissä kymmenen kuukausittaista vierailua 0,80 gramman tuloksen saaneella verkkosivulla vastaa samaa päästöjen määrää, joka aiheutuu kolmentoista teekupillisen lämmittämisestä. Vaihtoehtoisesti samalla energian määrällä lataisi matkapuhelimen akun kaksikymmentäseitsemän kertaa tai ajaisi sähköautolla kaksi kilometriä.

Tässä tutkimuksessa matalimman päästöarvion saaneet verkkosivut sisälsivät esimerkiksi vähän kuvia ja muuta sisältöä, mikä vaikutti matalaan päästöjen määrään. Korkeampia päästöjä aiheuttavat verkkosivut sisälsivät esimerkiksi paljon alasivuja ja kuvia, jotka vaikuttavat verkkosivun tiedostojen kokoon ja siten aiheutuneiden päästöjen määrään. Matalimman tuloksen saanut verkkosivu aiheuttaa noin 0,09 grammaa hiilidioksidipäästöjä per vierailu. Tällä verkkosivulla ei ollut juurikaan kuvia, useita alasivuja tai webfontteja.

Kuten tuloksista käy ilmi, verkkosivun koolla on suuri merkitys sen aiheuttamiin päästöihin. On kuitenkin huomioitava, että laskurin antamat tulokset ovat suuntaa antavia arvioita, koska todellista päästöjen määrää on hankalaa arvioida tietämättä tarkalleen esimerkiksi, missä maassa verkkosivua ylläpitävä palvelin sijaitsee ja kuinka puhtaasti sen käyttämä energia on tuotettu. Tutkimuksen aikana matalan tuloksen saaneiden verkkosivujen voi olettaa sijaitsevan Suomessa tai muussa maassa, jossa energiaa tuotetaan uusiutuvilla energianlähteillä. Kuten alaluvussa 3.3 käsittelin, tuottaa keskimääräinen verkkosivusto noin 1,76 grammaa hiilidioksidia jokaisella katselukerralla. Tämä on huomattavasti korkeampi tulos, kuin mitä tässä tutkimuksessa arvioidut verkkosivut tuottavat, ja asettuu huolestuttavaan valoon Website Carbon -laskurin konkreettisia esimerkkejä tarkasteltaessa.

7.3.1 Päästötiedon sijoittaminen tutkituille verkkosivuille

Yksikään tutkimuksessa arvioiduista verkkosivuista ei kertonut verkkosivun käytöstä tai sen kehittämistä aiheutuneita päästöjä. Halusin kuitenkin kartoittaa, mistä haastateltavat verkkosivulla etsisivät tietoa sen päästöistä. Tällöin voin muodostaa paremman käsityksen siitä, minne verkkosivulla tieto hiilidioksidipäästöistä tulisi sijoittaa. Haastateltavista kaksi aloittivat tiedon etsimisen tavallisesti verkkosivun yläreunassa sijaitsevasta navigaatiopalkista ja etsi sieltä mahdollista linkkiä, joka ohjaisi sivulle, jolla tällainen tieto on. Tämän jälkeen toinen haastateltu siirtyi etsimään tietoa verkkosivun alareunassa sijaitsevasta footeristä eli alatunnisteesta. Alatunnisteesta tietoa etsivät kaiken kaikkiaan kolme viidestä haastatellusta, joten se vaikuttaa parhaalta sijainnilta verkkosivun päästötietojen jakamiseksi. Tyypillisesti alatunnisteesta löytyvät muutkin verkkosivun tiedot, kuten evästeet ja tietosuojalausekkeet, joten tältäkin osin tämä sijainti vaikuttaa loogiselta vaihtoehdolta.

7.3.2 Haastateltujen henkilöiden ajatuksia päästöihin liittyen

Haastateltujen tiedostettua usein käyttämiensä verkkosivujen päästöt olivat heidän reaktionsa vaihtelevia. Kolme viidestä koki huolta tuloksen nähdessään, joten verkkosivujenkin aiheuttamien päästöjen voi nähdä osaltaan aiheuttavan huolta ilmastokriisistä. Tulos koettiin myös yllättäväksi niiden haastateltujen osalta, jotka eivät aiemmin olleet tiedostaneet verkkosivujen käytöstä aiheutuvia päästöjä. Haastatellut miettivätkin, miten omiin päästöihin voisi jatkossa vaikuttaa ja miksi verkkosivujen päästöistä ei puhuta esimerkiksi tiedotusvälineissä enemmän. Kaksi haastatelluista ei yllätynyt tuloksesta tai huolestunut siitä. He olivat tulokseen tyytyväisiä kyseisten verkkosivujen saadessa matalat tulokset päästöjen osalta.

Haastatelluilta henkilöiltä kysyttiin lisäksi, miten heidän mielestään Website Carbon -laskurin esittämä raportti voisi olla helpommin ymmärrettävässä muodossa. Kaikkien mielestä laskurin tulos oli jo helposti ymmärrettävässä muodossa. Etenkin konkreettiset esimerkit, kuten montako kertaa samalla energian määrällä lataisi älypuhelimien akun, koettiin helpottavan päästöjen kokoluokan ymmärtämistä.

Parannusehdotuksiakin esitettiin. Raportin englanninkielisyys koettiin hankalasti ymmärrettäväksi, mikäli raportin lukija ei ymmärrä englannin kieltä. Myös tekstin kirjasimen kokoa pidettiin liian suurena tekstin ymmärrettävyyden kannalta. Raporttiin kaivattiin lisää graafisuutta ja trendien seuraamista pidemmällä ajanjaksoilla. Tällöin saman verkkosivun saamaa tulosta voitaisiin verrata aiempiin tuloksiin ja tarkastella, miten verkkosivuun tehdyt muutokset vaikuttavat pidemmällä aikavälillä. Lisäksi muihin vastaavanlaisiin verkkosivuihin vertaamista pidettiin hyvänä mahdollisena lisäominaisuutena.

Neljä viidestä haastatellusta koki ajattelevansa käyttämiensä verkkosivujen päästöjä jatkossa. Raportin näkemisellä ja päästöistä tietoisiksi tulemisella voitaisiin täten sanoa olevan jonkinasteista vaikutusta sen nähneisiin henkilöihin. Esiin nousi toisaalta myös, miten esimerkiksi uutisten lukeminen verkkosivun kautta paperisen sanomalehden sijaan koetaan ympäristön kannalta paremmaksi. Vastauksissa nousi esiin myös Internetin ja sen käytöstä aiheutuvien päästöjen mittakaava ja epäusko omiin vaikutusmahdollisuuksiin niitä mittakaavaan verrattaessa.

Tutkimuksen lopuksi haastatelluilta kysyttiin, heräsikö heillä vielä muita ajatuksia aiheeseen liittyen. Kaksi haastateltua koki, että Internetin käyttäjien tietoisuutta asiasta pitäisi lisätä ja että verkkosivujen tulisi lähtökohtaisesti olla mahdollisimman matalapäästöisiä. Yksi haastatelluista mainitsi, että vastuun päästöistä ei tulisi olla Internetin ja verkkosivujen käyttäjillä vaan yrityksillä ja valtioilla. Yksi haastatelluista ehdottikin, että verkkosivuilla tulisi aina näkyä niiden aiheuttamien päästöjen määrä tai niiden saama luokitus johonkin yleisessä käytössä olevaan luokitukseen perustuen.

8 Lopuksi

Koin tutkimuksen onnistuneen ja se herätti paljon mielenkiintoa useissa ta-
hoissa, joiden kanssa keskustelin siitä ennen tutkimuksen suorittamista. Tutki-
mukseen osallistuneita henkilöitä ei valittu mukaan sillä perusteella, että olisin
tiennyt heidän ennestään olevan huolissaan ilmastokriisistä, joten vastaukset
säilyivät puolueettomina. Pidemmän aikavälin aikana haastatteluja olisi voitu to-
teuttaa enemmänkin, ja olisikin mielenkiintoista tulevaisuudessa tutkia aihetta
lisää. Haastateltavia pyrin koostamaan eri ikäluokkien edustajista, missä myös
koen onnistuneeni. Nuorempiin ikäluokkiin mukaan luettavat henkilöt olivat kes-
kimäärin painokkaammin huolestuneita ilmastokriisistä ja ilmaisivat haluaan vai-
kuttaa jatkossa Internetin käyttöön. Muuton vastauksissa eri ikäluokkien vä-
lillä ei ollut suuria eroavaisuuksia.

Tutkimuksen tulosten perusteella verkkosivujen käyttäjät suhtautuvat verkkosi-
vujen hiilidioksidipäästöihin huolestuneesti niistä tietoiseksi tultuaan. Kuten
opinnäytetyön teoreettisesta viitekehyksestä ilmenee, ei osalla Internetin käyttä-
jistä ole ollenkaan tietoa Internetin aiheuttamista päästöistä. Syinä tiedon puut-
teelle tutkimukseni tulosten perusteella ovat esimerkiksi vähäinen uutisointi ja
päästötietojen puute verkkosivuilla. Osa haastatelluista oli kuitenkin saanut tie-
toa päästöistä juuri tiedotusvälineiden kautta, mutta uutisointia voisi mielestäni
olla enemmän.

Tehokas tapa tietoisuuden lisäämiseksi olisikin päästötietojen kertominen suo-
raan verkkosivuilla, kuten yksi haastatelluista henkilöistä ehdotti. Tiedon tulisi
haastattelujen perusteella olla verkkosivujen alatunnisteessa muiden verkkosi-
vun tietojen yhteydessä. Verkkosivujen on kerrottava sen käyttämistä evästeistä
heti käyttäjän avattua verkkosivun. Tämä voisi myös olla hyvä sijainti päästötie-
tojen jakamiselle, koska tässä kohtaa käyttäjä voi vielä halutessaan poistua
verkkosivulta. Lisäksi yksi tapa päästötiedon jakamiselle voisi olla suoraan In-
ternetin hakukoneiden tuloksissa. Usein nopeasti latautuva ja mahdollisimman
käyttäjätystävällinen verkkosivu on myös hakukoneiden suosima, joten ilmasto-
ystävällinen suunnittelu on myös taloudellinen kilpailuetu.

Juuri tietoisuuden lisääminen näyttäisi osoittautuvan tärkeäksi osaksi ilmasto-kriisin vaikutusten torjunnassa ICT-alan päästöjen osalta. Verkkosivujen käyttäjät eivät tiedosta verkkosivujen ja Internetin hiilijalanjälkeä, koska niistä ei yleisesti puhuta muiden ilmastokriisin aiheuttajien yhteydessä. Kun otetaan huomioon ICT-alan päästöjen määrä, tämä on huolestuttavaa. Internetiä ei koeta konkreettiseksi päästöjen aiheuttajaksi, kuten vaikkapa fossiilisten polttoaineiden polttamista, koska päästöt aiheutuvat piilossa heistä kaukana olevissa palvelukeskuksissa. Muita syitä Internetin käyttäjien tiedon puutteelle esitin aluvussa 3.3.

Opinnäytetyön tulokset mukailivat ennakko-oletuksiani verkkosivujen käyttäjien tietoisuuden tasosta. Oli kuitenkin mielenkiintoista huomata, että monet ICT-alan ulkopuolella olevat henkilöt ovat asiasta tietoisia. Tämä kävi ilmi niin aluvussa 5.3 esitellystä Traficom:n tutkimuksesta kuin omista haastatteluistani. Haastattelemani henkilöt kokivat verkkosivujen aiheuttamat päästöt huolestuttaviksi, mutta eivät kuitenkaan uskoneet voivansa vaikuttaa niihin. On totta, että vaikutusmahdollisuudet voivat vaikuttaa pieniltä, mutta pienten tekojen kumulatiivinen vaikutus on suuri. Mitä useampi henkilö tiedostaa Internetin päästöjen aiheuttajana, sitä paremmin voimme hillitä päästöjen määrää. Internetin käyttäjät voivat esimerkiksi hyödyntää käyttämäänsä teknologiaa mahdollisimman pitkään, vähentää videoiden katselua ja ostaa uusiutuvilla energianlähteillä tuotettua sähköä.

Verkkosivuilla voitaisiin tarjota Website Carbon -laskurin tulosta mukaileva raportti tai vähintään linkki jonkin päästölaskurin laskelmaan. Haastatteluistat nousseiden laskelman ymmärrettävyyttä käsittelevien tulosten ja parannusehdotusten mukaisesti verkkosivulla esitettävän raportin tulisi olla helposti ymmärrettävässä muodossa. Tätä tukisivat hyvä saavutettavuus, joka tässä tapauksessa pitäisi sisällään vähintään riittävän kokoisen kirjasimen eli fontin koon ja verkkosivun kielivaihtoehtoja mukailevat kielivaihtoehdot. Koska pelkkää luke-
maa päästöjen määrästä hiilidioksidiekvivalentteina voi olla hankalaa ymmärtää, tulisi konkreettisia vertauskohtia käyttää Website Carbon -laskurin antaman laskelman mukaisesti.

Alaluvussa 5.2 käsiteltiin, kuinka tarpeellista ajantasainen tilastotieto palvelintietokoneiden energiantarpeesta on Internetin hiilijalanjäljen arvioimisen kannalta. Tällöin olisi tärkeää, että verkkosivun hiilijalanjälkiraportissa tiedot esitettäisiin helposti tilastoitavassa muodossa ja niitä ylläpidettäisiin säännöllisesti verkkosivuun tehtyjen muutosten jälkeen. Jotta verkkosivujen päästömääriä voitaisiin tehokkaasti seurata, tulisi tällaisia tietoja koostaa organisoidusti esimerkiksi Euroopan unionin tasolla ja vaatia päästöjen sisällyttämistä yritysten kestävyysraportointiin. Tällä hetkellä yritysten verkkosivujen päästöjen sisällyttäminen kestävyysraportointiin riippuu jokaisesta yrityksestä ja vaatisi lisää tutkimusta siitä, kuinka moni yritys sisällyttää verkkosivujensa tai verkkopalveluidensa arvioidut päästöt raportointiinsa.

Kaiken kaikkiaan koen saaneeni hyviä vastauksia tutkimusongelmiini. Verkkosivujen suunnitteleminen mahdollisimman matalalla hiilijalanjäljellä on mahdollista käyttämällä esimerkiksi fontteja, värejä, kuvia ja videoita harkituilla tavoilla. Lisäksi esimerkiksi palvelintietokoneen tarjoava yritys tulisi valita maasta, jossa sähköenergiaa tuotetaan uusiutuvilla energianlähteillä. Alaluvussa 5.3 viittasin Traficomien suorittamaan kyselyyn, jonka perusteella enemmistö suomalaisista olisi valmiita muuttamaan Internet-palveluiden käyttöään, jos saisivat tietoa palveluiden ympäristövaikutuksista. Tämä tukee oman tutkimukseni tulosta siitä, että suurin osa haastatelluista tulisi jatkossa ajattelemaan Internetin käytöstään aiheutuvia päästöjä ja suhtautuu verkkosivujen hiilijalanjälkeen huomioiden niiden osuuden ilmastokriisissä.

Vastuun Internetin hiilijalanjäljen pienentämisestä ei kuitenkaan tulisi olla sen käyttäjillä, eikä monille verkkosivuille ole tarjolla matalapäästöisiä vaihtoehtoja. Koska yritykset salaavat palvelinkeskusten päästöjä, on niitä hankala laskea mukaan päästöarvioihin. Näenkin vastuun päästöistä olevan Internetin palveluntarjoajilla, mutta myös valtioilla. Panostamalla ympäristön kannalta kestävään energiantuotantoon voidaan palvelinkeskusten tarvitsema energia tuottaa matalammilla päästöillä. Lisäksi yritykset voivat päättää, kuinka puhtaan energiatuotannon alueelle perustavat uudet palvelinkeskuksensa. Nämä ovat vain muutamia keinoja. Vastuu on myös verkkopalveluiden suunnittelijoilla, jotka voivat

huomioida työssään esimerkiksi tässä opinnäytetyössä mainittuja keinoja suunnitellessaan verkkosivujen selainpuolta. Kuten yksi haastelluista henkilöistä mainitsi, olisi verkkosivujen oltava lähtökohtaisesti matalapäästöisiä.

Jotkin verkkosivut ilmoittavat sen käytöstä aiheutuvien hiilidioksidipäästöjen määrän, mutta tässä on oltava tarkkana, ettei sitä tulkita viherpesuksi. Entä voiko tulevaisuudessa tässä yhteydessä käyttää johonkin hyväksytyyn sertifiointijärjestelmään perustuvaa kestävyysmerkintää? Lisäksi Website Carbon Calculator tarjoaa mahdollisuuden ladata analysoidulle verkkosivulle pienen kuvan, jolla voi kertoa verkkosivun tarkastelusta aiheutuvien hiilidioksidipäästöjen määrän. Tämä on yksi tapa, jolla verkkosivujen päästöistä voi kertoa vapaaehtoisesti, sillä mikään taho ei siihen velvoita. Tosin kyseisen kuvan käyttäminen lisää verkkosivun tiedostokokoa hieman. Omista päästöistään vapaaehtoisesti ja läpinäkyvästi kertovat verkkosivut voisivat osaltaan tuoda kuluttajien tietoon, että verkkosivujen käytöstä todella aiheutuu päästöjä. Samalla tämä on keino näyttäytyä vastuullisena toimijana.

Mielestäni opinnäytetyön teoreettinen viitekehys luo hyvän kuvan ICT-alan ja verkkosivujen hiilidioksidipäästöistä sekä siitä, mistä verkkosivujen selainpuolen käyttämisessä aiheutuu päästöjä. Kokonaisuudessaan ICT-alan ja verkkosivujen päästöt pitävät sisällään monia muitakin tästä opinnäytetyöstä pois rajattuja asioita. Esimerkiksi eri ohjelmointikielillä on oma vaikutuksensa verkkosivun tai muun verkkopalvelun hiilidioksidipäästöihin. Kuten teoreettisesta viitekehystä sekä haastattelututkimuksesta käy ilmi, eivät monet Internetin ja verkkosivujen käyttäjät ole tietoisia aikaansaamistaan päästöistä. Tietoisuuden voi kuitenkin nähdä myös olevan kasvussa, kuten joistakin haastattelun vastauksista käy ilmi. Ongelman laajuus tunnustetaan, mutta omat vaikutusmahdollisuudet koetaan pieniksi. Ilmastoystävällisten valintojen kumulatiivinen vaikutus on kuitenkin suuri, joten juuri tietoa asiasta tulisi levittää enemmän.

Tiedon puutetta esiintyy myös ICT-alan sisällä. Monet toimijat eivät vapaaehtoisesti kerro toimintansa hiilidioksidipäästöjä julkisuuteen. Koska Internet ja eri

verkkopalvelut koostuvat useilla eri hallintoalueilla sijaitsevista toimijoista ja teknologioista, vaatisi kokonaisuuden tarkempi arvioiminen tiedon keruuta monilta eri tahoilta. Jotta tämä onnistuisi, vaatisi se johdettua toimintaa esimerkiksi sääntelyn kautta. Näenkin juuri sääntelyn ja standardien lisäämisen oleellisena kattavien päästöarvioiden luomisessa. Alan nopean kehityksen vuoksi standardeja ei ole koettu järkeväksi luoda, mutta monia käytäntöjä voitaisiin silti pitää ohjenuorina. Yksi tällainen voisi olla pyrkiminen mataliin päästöihin verkkopalveluita kehitettäessä. Ajantasaisen tiedon puuttuminen vaikutti myös tämän opinäytetyön tekemiseen, sillä kirjallisuutta ja tutkimusta aiheesta löytyi niukasti ja ne olivat jo joitakin vuosia vanhoja. Esimerkiksi kirjallisuutta aiheeseen liittyen toivoisin tuotettavan enemmän.

Tutkimukseni vastausten määrä ei riitä tulosten kattavaan yleistämiseen ja vaatisikin vielä laajempaa tutkimusta, jotta saataisiin esimerkiksi koko Suomen kattava tulos. Etenkin Suomessa tarvittaisiin lisää tutkimusta verkkosivujen ja Internetin käytön päästöistä, sillä täällä käytetään Internetiä todella paljon edullisten, nopeiden ja suuria alueita kattavien Internet-yhteyksien vuoksi. Positiivista kuitenkin on, että Suomessa tuotetaan paljon sähköä uusiutuvilla energianlähteillä ja palvelinkeskusten hukkalämpöä ohjataan esimerkiksi kotitalouksien lämmittämiseen.

Kaiken kaikkiaan kvalitatiivinen haastattelututkimus osoittautui hyväksi keinoksi kartoittaa Internetin käyttäjien kokemuksia verkkosivujen hiilidioksidipäästöistä. Osan kysymyksistä huomasin antavan liian suppeita vastauksia, joten niiden kohdalla esitin vapaammin lisäkysymyksiä, jotka vaihtelivat haastateltavien kohdalla. Myös haastateltavien eri ikäluokkien toiminnan analysointi tuntui lopulta tarpeettomalta vastausten ollessa hyvin samankaltaisia riippumatta vastaajan iästä. Internetin ja verkkosivujen päästöjen kokoluokan ja jatkuvan kasvun vuoksi näen todella kriittisenä, että tulevaisuudessa alaa säänneltäisiin entistä enemmän ja että tietoa päästöjen kokoluokasta kerättäisiin jatkuvasti. Olisi myös mielenkiintoista tutkia, miten verkkosivun käyttäjä suhtautuisi verkkosivun käyttämiseen, jos hän näkisi heti verkkosivun avattuaan lukeman sen käytöstä aiheutuvien hiilidioksidipäästöjen määrästä.

Lähteet

Calma, Justine 2024. AI and crypto mining are driving up datacenters' energy use. Verkkoartikkeli. The Verge.

<https://www.theverge.com/2024/1/24/24049047/data-center-ai-crypto-bitcoin-mining-electricity-report-iaa> (viitattu 1.3.2024).

Chan, Delle 2021. Your website is killing the planet. Verkkoartikkeli. WIRED.

<https://www.wired.com/story/internet-carbon-footprint/> (viitattu 17.6.2024).

Directorate-General for Environment 2024. Sustainable products to become norm for consumers as new law enters into force. Verkkoartikkeli. European Commission.

https://environment.ec.europa.eu/news/sustainable-products-become-norm-consumers-new-regulation-2024-07-19_en (viitattu 3.8.2024).

Dixit, Pranav 2024. Google's greenhouse gas emissions climbed nearly 50 per cent in five years due to AI. Verkkoartikkeli. Engadget.

https://www.engadget.com/googles-greenhouse-gas-emissions-climbed-nearly-50-percent-in-five-years-due-to-ai-002646115.html?guccounter=1&guce_referrer=aHR0cHM6Ly9kdWNrZHVja2dvLmNvbS8&guce_referrer_sig=AQAAAI7JNRNr66hJrkdo8R8qOoXy-fKAXEhJZsxixVH-dv3g9OdOZ8ID3c_X2j8QueI_wdqtGdR_W3JARF-OplYOz_BUAYPgY15TF21AmmCCmtoP4qkAvIKxTiONA4XJVIPq-BzACYe7tSCTZJmHQcdH9s99IV0mSpJYT_ygWSnwj8A (viitattu 20.7.2024).

Ekström, Rasmus 2022. Suomalaisten saunominen murto-osa piikkilangoilla suojattujen datakeskusten sähköntarpeesta – MTV selvitti, miten paljon ne kuluttavat. Verkkoartikkeli. MTV Uutiset.

<https://www.mtvuutiset.fi/artikkeli/suomalaisten-saunominen-murto-osa-piikkilangoilla-suojattujen-datakeskusten-sahkontarpeesta-mtv-selvitti-miten-paljon-ne-kuluttavat/8486782#gs.ayw1oc> (viitattu 1.7.2024).

European Commission i.a.a. Corporate sustainability reporting. Verkkosivu.

https://finance.ec.europa.eu/capital-markets-union-and-financial-markets/company-reporting-and-auditing/company-reporting/corporate-sustainability-reporting_en (viitattu 25.7.2024).

European Commission i.a.b. Ecodesign for sustainable products regulation.

Verkkosivu. https://commission.europa.eu/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/sustainable-products/ecodesign-sustainable-products-regulation_en (viitattu 3.8.2024).

Frick, Tim 2016a. Designing for sustainability. Esipuhe. Sebastopol: O'Reilly Media.

Frick, Tim 2016b. Designing for sustainability. Sebastopol: O'Reilly Media.

Greenwood, Tom 2021. Sustainable Web Design. New York: A Book Apart.

Interaction Design Foundation i.a. Accessibility. Verkkosivu. <https://www.interaction-design.org/literature/topics/accessibility> (viitattu 20.7.2024).

Kettle, Jeff 2021. The internet consumes extraordinary amounts of energy. Here's how we can make it more sustainable. Verkkootikkeli. The Conversation. <https://theconversation.com/the-internet-consumes-extraordinary-amounts-of-energy-heres-how-we-can-make-it-more-sustainable-160639> (viitattu 1.3.2024).

Kuparinen, Noora 2023. Kestävyyssraportointi kehittyy nyt vauhdilla – tiedätkö, mitä tuleva CSRD-direktiivi tarkoittaa yrityksesi kannalta? Verkkootikkeli. Teknolohiateollisuus. <https://teknolohiateollisuus.fi/fi/ajankohtaista/kestavyysraportointi-kehittyy-nyt-vauhdilla-tiedatko-mita-tuleva-csrd-direktiivi> (viitattu 25.7.2024).

Laakso, Ville & Terävä, Hanna 2019. Netti syö kasvavalla tahdilla sähköä ja suurin syyllinen ovat nettivideot – ”epämiellyttävä totuus, josta ei haluta puhua”. Verkkootikkeli. Yle.fi. <https://yle.fi/a/3-10832413> (viitattu 1.7.2024).

Liikenne- ja viestintäministeriö 2021. Suomi julkisti ICT-alan ilmastostrategian: bitit valjastettava ilmastonmuutoksen torjuntaan. Verkkootikkeli. <https://lvm.fi/-/suomi-julkisti-ict-alan-ilmastostrategian-bitit-valjastettava-ilmastonmuutoksen-torjuntaan-1260924> (viitattu 3.8.2024).

MDN Web Docs i.a. SEO. Verkkosivu. <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Glossary/SEO> (viitattu 15.7.2024)

Nitishkumarpatel191 2023. What is a website? Verkkootikkeli. GeeksforGeeks. <https://www.geeksforgeeks.org/what-is-a-website/> (viitattu 13.6.2024).

Ojala, Tuuli & Oksanen, Pinja 2021. ICT-alan ilmasto- ja ympäristöstrategia. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 21(4), 25. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-587-3> (viitattu 4.8.2024).

Ojamo, Janne & Saloranta, Niina & Purhonen, Roosa 2024. Mepit hyväksyivät lain, joka kieltää viherpesun ja harhaanjohtavat tuotetiedot. Verkkootikkeli. Euroopan parlamentti. <https://www.europarl.europa.eu/news/fi/press-room/20240112IPR16772/mepit-hyvaksyivat-lain-joka-kieltaa-viherpesun-ja-harhaanjohtavat-tuotetiedot> (viitattu 25.7.2024).

Pelli, Petja 2024. Zalando joutuu poistamaan sivuiltaan lehdet, puut ja muut ympäristösymbolit. Verkkootikkeli. Helsingin Sanomat. <https://www.hs.fi/talous/art-2000010246714.html> (viitattu 25.7.2024).

Sitra i.a. Hiilijalanjälki. Verkkosivu. <https://www.sitra.fi/tulevaisuussanasto/hiilijalanjalki/> (viitattu 12.2.2024).

Sitra 2023. Keskiwertosuomalaisen hiilijalanjälki. Verkkootikkeli. <https://www.sitra.fi/artikkelit/keskiwertosuomalaisen-hiilijalanjalki/> (viitattu 12.2.2024).

Työmarkkinatori i.a. ICT-ala. Verkkosivu. <https://tyomarkkinatori.fi/ammattitieto/ammattialat/ict-ala> (viitattu 13.6.2024).

Töyrylä, Katriina 2024. Netin käyttö aiheuttaa jopa isommat päästöt kuin lentoliikenne – silti tekoäly voi auttaa hillitsemään ilmastonmuutosta. Verkkootikkeli. Yle.fi. <https://yle.fi/a/74-20109379> (viitattu 10.4.2025).

United Nations i.a. What is climate change? Verkkosivu. <https://www.un.org/en/climatechange/what-is-climate-change> (viitattu 12.2.2024).

Valtioneuvosto 2022. ICT-alan ilmasto- ja ympäristöstrategian seuranta. Verkkosivu. <https://valtioneuvosto.fi/hanke?tunnus=LVM042:00/2022> (viitattu 2.8.2024).

Verkkohaltuun.fi i.a. Internet Suomessa. Verkkosivu. <https://verkkohaltuun.fi> (viitattu 13.6.2024).

Vilka, Hanna 2021. Tutki ja kehitä. Jyväskylä: PS-kustannus.

Wholegrain Digital i.a.a. FAQ. Verkkosivu. <https://www.websitecarbon.com/faq/> (viitattu 18.8.2024.)

Wholegrain Digital i.a.b. How does it work? Verkkosivu. <https://www.websitecarbon.com/how-does-it-work/> (viitattu 11.8.2024.)

World Wide Web Consortium i.a. Our mission. Verkkosivu. <https://www.w3.org/mission/> (viitattu 22.7.2024).

W3Schools i.a. What is a front-end developer? Verkkosivu. https://www.w3schools.com/whatis/whatis_frontenddev.asp (viitattu 22.7.2024).

Kuvalähteet

Kuva 1. Website Carbon Calculator 2024. Website Carbon Calculator. Kuva-kaappaus verkkosivusta <https://www.websitecarbon.com/website/johnparta.framer.website/> (viitattu 18.8.2024).

Kuva 2. Website Carbon Calculator 2024. Website Carbon Calculator. Kuva-kaappaus verkkosivusta <https://www.websitecarbon.com/website/johnparta.framer.website/> (viitattu 18.8.2024).

Liitteet

Liite 1. Haastattelukysymykset

Tutkimuksen nimi: Tutkimus verkkosivujen käyttäjien kokemuksista verkkosivujen hiilijalanjälkeen liittyen

Johdanto: Kiitos tutkimukseen osallistumisesta! Tutkimuksen tarkoituksena on kerätä tietoa siitä, miten Internetiä päivittäin kuluttavat henkilöt suhtautuvat sen käytöstä aiheutuviin hiilidioksidipäästöihin. Tämä tutkimus on osa digitaalisen muotoilun opinnäytetyötäni Metropolia Ammattikorkeakoulussa. Tämä haastattelu kestää noin 15 minuuttia.

Tutkimuksen aikana kysyn teiltä kysymyksiä ja annan tehtäviä suoritettavaksi. Tutkimus voidaan halutessanne keskeyttää koska tahansa ja voitte perua suostumuksen tutkimukseen osallistumisesta niin halutessanne. Tutkimus ja sen tulokset julkaistaan Theseus.fi verkkosivulla ja ne ovat julkisesti tarkasteltavissa.

Varmistan vielä, että olette saaneet tarkasteltavaksi tiedotteen tutkimuksen sisällöstä ja olette allekirjoittaneet suostumuksen tutkimukseen osallistumisesta.

Kysymykset:

Kysymys 1: Minkä ikäinen olet?

Kysymys 2: Teetkö arjessasi mielestäsi ympäristöystävällisiä valintoja ja jos niin miksi? Minkälaisia valintoja teet?

Kysymys 3: Kuinka huolissasi olet ilmastokriisistä asteikolla 1-5?

Kysymys 4: Oletko aiemmin tiedostanut, että Internetin käyttämisestä aiheutuu hiilidioksidipäästöjä?

Kysymys 5: Jos olet jo tietoinen asiasta, mitä kautta olet saanut tietoa asiaan liittyen?

Kysymys 6: Jos et ole aiemmin ollut tietoinen osaatko sanoa mikä tälle voisi olla syynä?

Kysymys 7: Seuraavaksi avaamme verkkoselaimellani verkkosivun, jota käytät usein. Huomioi, että verkkosivu ei saa vaatia kirjautumista tai olla yksityisessä käytössä. Minkä verkkosivun valitsit?

Kysymys 8: Mistä tällä verkkosivulla lähtisit etsimään tietoa sen hiilijalanjäljestä?

Seuraavaksi toteutamme Website Carbon-laskurilla arvion tämän verkkosivun hiilidioksidipäästöjen määrästä. Kirjaan päästöjen määrän.

Kysymys 10: Millaisia ajatuksia tuloksen näkeminen sinussa herättää?

Kysymys 11: Onko tulos mielestäsi helposti ymmärrettävässä muodossa? Missä muodossa se voisi olla helpompi ymmärtää?

Kysymys 12: Koetko, että tulevaisuudessa mietit Internetin kulutuksesta aiheutuvaa hiilijalanjälkeä?

Kysymys 13: Heräsikö sinulla muita ajatuksia aiheeseen liittyen?