



# **VIHREÄ KOODI**

## **Energiatehokkaat ohjelmistoratkaisut**

Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Tietojenkäsittelyn koulutus

kevät, 2024

Niklas Sundell

Tietojenkäsittelyn koulutus

Tiivistelmä

Tekijä Niklas Sundell

Vuosi 2024

Työn nimi Vihreä koodi  
– Energiatehokkaat ohjelmistoratkaisut

Ohjaaja Ismo Turve

---

## TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, mitä vihreä koodi tarkoittaa ja pohtia aiheen merkitystä ICT-alan kestävän kehityksen siirtymässä. Aiheen ollessa ajankohtaisempi kuin koskaan, muiden alojen tavoin myös ICT-alan yrityksiltä odotetaan vastuullisempaa roolia ympäristömme ylläpitämisessä. Opinnäytetyön toimeksiantaja oli Netum Oy.

Työn teoriaosuus koostui neljästä luvusta. Luvut käsittelivät yleistä termistöä, nykyisten ohjelmistojen energiankulutusmallia, kestävän kehityksen merkitystä ICT-alalla, energiatehokkaita menetelmiä sekä vihreän siirtymän hyötyjä ja haasteita.

Opinnäytetyö oli luonteeltaan tutkimuksellinen. Työssä tehdyn tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, millainen vihreän koodin nykytila on IT-yrityksissä ja miten näiden työntekijät suhtautuvat vihreään siirtymään. Tutkimustyö toteutettiin ICT-alan ammattilaisille kohdennetulla kyselylomakkeella, johon vastattiin nimettömästi.

Johtopäätöksenä voitiin todeta, että ICT-alan osallistuminen kestäväan kehitykseen on kasvanut. Esille onnistuttiin tuomaan myös muutamia seikkoja, jotka tulisi ottaa huomioon tulevaisuutta silmällä pitäen. Moni vastanneista ilmoitti kuulleensa vihreästä koodista aiemmin, mutta vain harva kertoi toteuttavansa sitä nykyisessä työssään. Yleiset mielipiteet IT-yritysten vihreästä siirtymästä olivat pääosin positiivisia.

Avainsanat Vihreä koodi, Vihreä IT, Kestävä kehitys, Energiatehokkuus

Sivut 32 sivua ja liitteitä 5 sivua

Degree Programme in Business Information Technology

Abstract

Author Niklas Sundell

Year 2024

Subject Green coding  
– Energy-efficient software solutions

Supervisor Ismo Turve

---

## ABSTRACT

The purpose of this thesis was to find out what green coding means and to consider its importance in the transition of sustainable development in the ICT industry. As the topic is more relevant than ever, like other fields, companies in the ICT sector are also expected to play a more responsible role in maintaining our environment. The thesis was commissioned by Netum Oy.

The theory part of this thesis consisted of four chapters. These chapters covered basic terminology, energy consumption model of modern software, importance of sustainable development in the ICT sector, energy-efficient methods along with benefits and challenges of green transition.

This thesis was research-based. The aim of the research work was to create an overview of the current state of green coding in IT companies. The research was carried out by using a questionnaire aimed exclusively at ICT professionals, which was answered anonymously.

In conclusion, it could be stated that ICT industry's participation in sustainable development has grown. A few points were also brought up that should be considered with an eye to the future. Many stated that they had heard about green coding before, but only a few said that they implement it in their current work. The general opinions on the green transition of IT companies were mostly positive.

Keywords Green coding, Green IT, Sustainable development, Energy efficiency

Pages 32 pages and appendices 5 pages

## Sanasto

Algoritmi	Kuvaus tai ohje, jonka avulla prosessi tai tehtävä suoritetaan.
Data	Koneellisesti luettavissa olevaa tietoa, jota tallennetaan tietojärjestelmiin.
Green Coding	Erilaisia menetelmiä, joilla ohjelmistojen energiankulutusta pyritään minimoimaan.
Green IT	Informaatioteknologiaa, jolla pyritään mahdollisimman ympäristöystävällisiin ratkaisuihin ja tekoihin.
Green Office	Toimistoille tarkoitettu ympäristöpalvelu.
ICT	Tieto- ja viestintäteknikka, lyhenne englannin kielen sanoista Information and Communication Technology
Kirjasto (tietotekniikka)	Kokoelmia, aliohjelmia sekä luokkia, joita käytetään tietokoneohjelmien kehittämisessä ja suorittamisessa.
Käyttöliittymä	Osa ohjelmistosta, joka mahdollistaa vuorovaikutuksen käyttäjän ja tietokoneen välillä.
Käännettävä ohjelmointikieli	Ohjelmointikieli, jonka lähdekoodi muunnetaan konekieliseksi ohjelmaksi kääntäjän avulla.
Net Zero	Ilmaston lämpenemiselle asetettu nollapäästötavoite.
Ohjelmistokehitys	Prosessi, jossa luodaan tietokoneohjelmia.
Ohjelmistokehys	Ohjelmistotuote, jonka valmiin rungon päälle rakennetaan tietokoneohjelmia.
Ohjelmointikieli	Kieli, jolla algoritmi toteutetaan ohjelmoinnissa.
OKR-malli	Tavoitejohtamisen malli, jolla johdetaan yrityksen tavoitteita ja strategiaa.
Optimointi	Menetelmiä, joilla pyritään tehostamaan ohjelmakoodin suoritusta.

Pilvipalvelu	Tietotekninen palvelu, jota tarjotaan verkon välityksellä.
Tulkattava ohjelmointikieli	Ohjelmointikieli, jota tulkitaan rivi riviltä tulkin avulla. Lähdekoodia ei muunneta ohjelmaksi ennen sen suoritusta.
Versionhallinta	Tekniikka, jolla pidetään kirjaa tiedostoihin tehdyistä muutoksista ja säilytetään vanhemmat versiot.
Vi-editori	Tekstieditorin tavoin toimiva visualisointityökalu.

## Sisälllys

1	Johdanto .....	1
2	Vihreä koodi.....	2
2.1	Energiatehokkaan ohjelmiston toteutus .....	3
2.2	Ohjelmointiperiaatteiden uudistaminen .....	4
2.3	Vihreän koodin hyödyt.....	4
2.4	Vihreän siirtymän haastavuus.....	5
3	Kestävän kehityksen merkitys ICT-alalla .....	7
3.1	ICT-alan osuus globaalista energiankulutuksesta .....	8
3.2	Internetin yleistymisen ja kysynnän kasvu .....	9
4	Nykyisten ohjelmistojen energiankulutusmalli .....	11
4.1	Palvelinkeskusten laitteisto .....	12
4.2	Tiedonsiirtoon kuluva energia .....	13
4.3	Päätelaitteilla toimivat ohjelmistot .....	13
5	Energiatehokkaat menetelmät.....	14
5.1	Kehitysprosessin optimointi.....	14
5.1.1	Ohjelmakirjastojen ja -kehysten vääränlainen käyttö .....	14
5.1.2	Turhan koodin poistaminen .....	15
5.2	Ohjelmointikielen valinta .....	16
5.3	Pilvipalvelut .....	17
6	Tutkimustyön tavoite ja tarkoitus .....	19
6.1	Toimeksiantaja .....	19
6.2	Tutkimusprosessi .....	19
7	Vihreän koodin nykyinen tila IT-yrityksissä .....	21
7.1	Vihreän koodin toteutus työpaikoilla .....	23
7.2	Vihreän koodin tarve ICT-alalla .....	27
8	Johtopäätökset ja yhteenveto .....	29
	Lähteet.....	30

## Kuvat ja taulukot

Kuva 1 Vihreän IT:n avaintekijät (Dittrich, 2022, mukailleen).....	2
Kuva 2 Energiatehokkaan ohjelmiston tukipilarit (Suárez;Bax;& Ferreres, 2021, s. 5, mukailleen). .....	3
Kuva 3 ICT:n energiankulutuksen arvioitu osuus vuosien 2010–2030 välillä (Andrae & Edler, 2015).....	8
Kuva 4 Internetin käyttäjien määrä vuosien 2005–2022 välillä (Kansainvälinen televiestintäliitto, 2022). .....	9
Kuva 5 Sivustojen keskimääräisen koon kasvu ajan kuluessa (Teague, 2021).....	10
Kuva 6 Kyselylomakkeen kolmannen kysymyksen vastaukset.....	21
Kuva 7 Kyselylomakkeen neljännen kysymyksen vastaukset.....	21
Kuva 8 Kyselylomakkeen neljännen kysymyksen tarkentavat vastaukset .....	22
Kuva 9 Kyselylomakkeen toisen kysymyksen vastaukset .....	22
Kuva 10 Kyselylomakkeen ensimmäisen kysymyksen vastaukset .....	23
Kuva 11 Kyselylomakkeen viidennen kysymyksen vastaukset.....	24
Kuva 12 Kyselylomakkeen viidennen kysymyksen tarkentavat vastaukset .....	24
Kuva 13 Kyselylomakkeen kuudennen kysymyksen vastaukset .....	25
Kuva 14 Kyselylomakkeen kuudennen kysymyksen tarkentavat vastaukset.....	25
Kuva 15 Kyselylomakkeen seitsemännen kysymyksen vastaukset .....	26
Kuva 16 Kyselylomakkeen seitsemännen kysymyksen tarkentavat vastaukset .....	27
Kuva 17 Kyselylomakkeen kahdeksannen kysymyksen vastaukset .....	28
Taulukko 1 Eri laitteiden osuus ICT:n yhteenlasketusta energiankulutuksesta vuonna 2019 (Bordage, 2019, mukailleen). .....	12
Taulukko 2 Energiatehokkaimmat ohjelmointikielet (Pereira, ym., 2017, mukailleen). ..	17
Taulukko 3 Energiatehottomimmat ohjelmointikielet (Pereira, ym., 2017, mukailleen). ..	17

## Liitteet

Liite 1	Aineistonhallintasuunnitelma
Liite 2	Kyselylomake

## 1 Johdanto

Tänä päivänä yhä useamman alan siirtyessä kohti kestävämpää kehitystä, olisi myös ICT-alan syytä toimia samoin. Suuresta hiilijalanjäljestään huolimatta ICT-ala huomioidaan harvoin, kun luodaan kulutusarvioita tai määritetään ilmastotavoitteita. Kasvavan energiankulutuksen ja ilmastonkuormituksen syitä ovat muun muassa internetin nopea yleistymisen sekä teknologian jatkuva kehitys. Kohoavat tilastot huolettavat monia ja herättävät heille ajatuksia siitä, miten ICT-ala voisi vähentää osuuttaan globaalista energiankulutuksesta. Pohdinnan seurauksena alalle on syntynyt uusia trenditermejä, joista yksi on vihreä koodi. Uskon vahvasti, että vihreä koodi voisi olla merkittävässä osassa ongelman ratkaisua. Muutoksia tulisi tehdä ripeästi, jotta energiaa ja luonnonresursseja riittäisi jokaiselle myös tulevaisuudessa.

Vihreä koodi on ICT-alalla uusi käsite, joka kasvattaa suosiotaan maailmanlaajuisesti. Sen tavoitteena on uudistaa ICT-alalle juurtuneita periaatteita ja arvoja, jotka kuormittavat ilmastoamme. Organisaatiot ja näiden työntekijät ovatkin onnistuneet ehkäisemään nykyistä ohjelmistoistaan aiheutuvaa energiahukkaa käyttäen apunaan erilaisia energiatehokkaita ohjelmistoratkaisuja. Energiatehokkuuden lisäksi on tutkittu, että IT-yritykset voivat hyötyä vihreästä koodista myös muilla sektoreilla. Hyödyt ovat positiivisten ilmastovaikutteiden ohella näkyneet ohjelmistojen parantuneessa suorituskyvyssä, yrityksen kilpailukyvyssä sekä kasvavassa asiakastytyväisyydessä.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on havainnoida vihreän koodin lukuisia mahdollisuuksia sekä aiheen kasvavaa yhteiskunnallista merkitystä. Työssä tutustutaan energiatehokkaisiin menetelmiin ja modernien ohjelmistojen energiankulutusmalliin. ICT-alan ammattilaisille kohdennetulla kyselyllä puolestaan selvitetään, kuinka hyvin vihreä koodi tunnetaan IT-yrityksissä sekä miten työntekijät suhtautuvat vihreään siirtymään. Opinnäytetyön toimeksiantaja on Netum Oy.

Opinnäytetyön tutkimuskysymykset ovat:

- Mitä vihreä koodi tarkoittaa?
- Kuinka paljon erilaiset laitteistot kuluttavat energiaa?
- Millainen vihreän koodin nykytila on IT-yrityksissä?



## 2 Vihreä koodi

Vihreä koodi eli Green Coding on ICT-alalla suosiotaan kasvattava trenditermi, jolla tarkoitetaan menetelmiä, joiden avulla tuotetaan energiatehokkaita ohjelmistoratkaisuja. (Koljonen, 2022) Niin kutsutut energiatehokkaat ohjelmistoratkaisut pyritään kehittämään niin, että ne vaatisivat toimiakseen entistä vähemmän tallennustilaa, laskentaa ja tiedonsiirtoa. (Manner, 2021) Vihreä koodi on yksi Green IT:n eli vihreän IT:n osa-alueista. (IBM Cloud Education, 2023) Vihreällä IT:llä puolestaan tarkoitetaan kaikkia niitä toimintatapoja, joilla pyritään hillitsemään nykyisestä teknologiastamme aiheutuvia negatiivisia ympäristövaikutuksia. Nykyistä hiilijalanjälkeä yritetään vähentää muun muassa IT-yritysten korkean intensiteetin toimissa, kuten tuotantolinjoissa, datakeskuksissa sekä projektitiimien päivittäisessä työssä. (IBM Cloud Education, 2022)

Tutkimukset ovat osoittaneet, että jo pelkän vihreän koodin avulla ohjelmiston energiankulutusta voidaan vähentää jopa 30 %. Ohjelmiston energiatehokkuus perustuu pääasiassa prosessorin sekä muistin pienempään rasitukseen ja käyttöön. Ohjelmiston optimoinnin seurauksena luonnollisesti myös ohjelman suorituskyky paranee. Alla oleva kuva nostaa esiin vihreän IT:n avaintekijät. Kuvasta voidaan nähdä, miten yksittäisiä laitteistoinfrastruktuureja, menetelmäpohjaisia työkaluja sekä ohjelmistoja voidaan ottaa käyttöön vihreän IT:n tavoin (Kuva 1). (Dittrich, 2022)

Kuva 1 Vihreän IT:n avaintekijät (Dittrich, 2022, mukaillen).

### Tekniikka ja alusta

- Optimaalinen laitteistokokoonpano
- Olemassa olevien järjestelmien analysointi ja optimointi



### Innovatiiviset menetelmät

- Agile ja Lean kehitysmenetelmät
- Avoimen lähdekoodin mukauttaminen
- Jatkuva integraatio

### Vihreä koodi

- Turhan koodin poistaminen
- Tehokkaat ohjelmointirajapinnat, progressiivinen web-sovellukset ja sisällönjakoverkot



### Organisaatio ja prosessit

- Pilvipohjaiset data- ja IT-ekosysteemit
- Tekoälypohjaiset sovellukset
- Kyberturvallisuus

## 2.1 Energiatehokkaan ohjelmiston toteutus

Energiatehokkaan ohjelmiston toteutus perustuu pohjimmiltaan arkkitehtonisiin periaatteisiin. Sitä tukevat kolme niin kutsuttua pilaria, joita ovat logiikka, metodologia sekä alusta. Jokaisella näistä kolmesta pilarista on oma tehtävänsä, mitä tulee ohjelmiston kirjoittamiseen, kehittämiseen ja suorittamiseen (Kuva 2). Jokainen pilari myös vaikuttaa ohjelmiston toimintaan eri tavoin, josta syystä ne tulee käsitellä erikseen. Aivan ensimmäisenä tehtävänä on kuitenkin luoda perusta, jolle nämä pilarit rakentuvat ja tehdä korkean tason kuvaus projektista ennen toteutusprosessiin ryhtymistä. Vihreän koodin toimeenpano aloitetaan siis jo projektia suunniteltaessa, jolloin sen alustavat vaatimukset analysoidaan. (Suárez;Bax;& Ferreres, 2021, s. 5)

Projektin suunnitteluvaiheessa on lisäksi tärkeää valita sopiva alusta kehitysprosessia varten, jotta vihreää koodia voidaan implementoida oikein. Tutkimukset ovat myös osoittaneet, että jo pelkästään käytetyllä ohjelmointikielillä on suuri vaikutus ohjelmiston vaatimaan energiaan ja nopeuteen. Mikäli sopivimman ohjelmointikielen valinta mahdollistetaan ohjelmistokehittäjän toimesta, voidaan tehdä valtavia parannuksia ohjelmiston energiatehokkuuteen ja suorituskykyyn. (Suárez;Bax;& Ferreres, 2021, s. 4)

Kuva 2 Energiatehokkaan ohjelmiston tukipilarit (Suárez;Bax;& Ferreres, 2021, s. 5, mukaillen).



## 2.2 Ohjelmointiperiaatteiden uudistaminen

Vihreän koodin menetelmät kulkevat käsi kädessä olemassa olevien ohjelmointikäytäntöjen kanssa, eikä näitä tulisi nähdä erillisinä ratkaisuna. Pikemminkin vihreää koodia tulisi pitää integroitavana ratkaisuna, joka voidaan yhdistää ammattilaisten vakiintuneisiin tapoihin luoda ohjelmistoja ja sovelluksia. (Mleczo, 2022) Nykyisten ohjelmistokehittäjien tulisi näin ollen sisällyttää uudenlaiset ratkaisut tämänhetkisiin periaatteisiinsa, jotka otettaisiin huomioon ohjelmiston suunnittelu- ja toteutusvaiheessa. Näin voidaan edesauttaa sitä, että ohjelman toiminnallisuus ja energiankäyttö pysyy tasapainossa. (Donnelly) Yritysten siirtyessä liiketoiminnallisiin muutoksiin kestävämpien käytäntöjen avulla, joudutaan näissä perehtymään syvälle vakiintuneisiin prosesseihin. Tähän sisältyy liiketoiminnan rakenteen uudelleenarviointia tehokkaammasta tietojen tallentamisesta aina koodin kirjoittamiseen asti. (IBM Cloud Education, 2023)

Loppujen lopuksi vihreällä koodilla tarkoitetaan siis uuden kysymyksen lisäämistä IT-yritysten yleiseen suunnitteluprosessiin. Projektitiimien tulee miettiä, onko parempia tapoja tuottaa haluttu hyöty pienemmällä energiamäärällä. Kysymykseen saaduilla vastauksilla voi olla valtavia vaikutuksia projektin suunnittelu- sekä toteutusvaiheessa. Tämä voisi johtaa esimerkiksi "palvelimettomaan" lähestymistapaan infrastruktuurin optimoimiseksi. (Suárez;Bax;& Ferreres, 2021, s. 5)

Vaikka vihreän koodin toteuttaminen on monesti vielä alkeellista, hienosäädetyt algoritmit, tehokas tiedonkäyttö, tiedon tallennus sekä oikeanlainen arkkitehtuuri ovat tekijöitä, joista on tulossa yhä tärkeämpi osa innovatiivista ohjelmointia sekä IT-käyttöä. Jokaisella koodirivillä on mahdollista vähentää ohjelmiston energiankulutusta ja sen käytöstä aiheutuvaa ympäristökuormitusta. (Dittrich, 2022) Vihreällä koodilla on suurta potentiaalia aloittaa kansainvälinen liike ohjelmistokehittäjien keskuudessa ja sitä pidetään rohkeana uutena suunnannäyttäjänä ICT-alan energiatehokkaassa siirtymässä. (Suárez;Bax;& Ferreres, 2021, s. 21)

## 2.3 Vihreän koodin hyödyt

Vihreä koodi mahdollistaa kattavasti etuja yritykselle, työntekijälle sekä ympäristölle. Energiatehokkailla menetelmillä pystytään vähentämään yrityksen hiilijalanjälkeä viemällä tämän

liiketoimintaa entistä kevyempään ja kestävämpään suuntaan varsinkin pidemmällä aikavälillä. Positiivisten ympäristövaikutteiden ohella vihreän koodin implementointi voi parhaimmillaan myös nostaa yrityksen suosiota sekä asiakasuskollisuutta. Nykyiset kuluttajat ovat entistä tietoisempia kestävä kehityksen merkityksestä ja suosivat yhä enemmän ympäristöystävällisiä tuotteita sekä palveluita. Mainitun lisäksi vihreän koodin käyttöönotto voi auttaa yrityksiä houkuttelemaan ja säilyttämään huippuosaajia. Monet uudemman sukupolven työntekijöistä ovat intohimoisia ympäristöasioista ja haluavat tästä syystä työskennellä yrityksissä, jotka jakavat tällaisia arvoja. (Szydłowska, 2022)

Hyödyttä eivät jää myöskään yritysten nykyiset työntekijät. Vihreän koodin menetelmien avulla monimutkaisia infrastruktuureja on mahdollista yksinkertaistaa. Yksinkertaisemmat ohjelmistoratkaisut säästävät esimerkiksi ohjelmistokehittäjien aikaa sekä tuovat helpotusta heidän työhönsä, sillä kirjoitettavan koodin määrää vähenee. Lisäksi tutkimukset osoittavat, että vihreän koodin käyttöönotto voi johtaa korkeampiin tuloihin. IBM 2022 CEO Study-tutkimuksen mukaan kestävä kehityksen aloitteita toteuttavat toimitusjohtajat raportoivat korkeamman keskimääräisen käyttökattteen kuin heidän kilpailijansa. (IBM Cloud Education, 2023)

Nykyään suurella osalla yrityksistä on nollapäästötavoitteita tai strategisia aloitteita päästöjen vähentämiseksi. Kun sähköenergiaa käytetään vähemmän, luonnollisesti myös sähkönkulutus vähenee. Sähkön hinnan muuttuessa yhä epävakammaksi, yritykset haluavat vähentää sähkönkulutustaan ympäristön hyvinvoinnin lisäksi myös liiketoiminnallisen kestävyden ylläpitämiseksi. (IBM Cloud Education, 2023) Vihreän koodin johdattaessa organisaatioita tuottamaan ja käyttämään kevyempiä ohjelmistoja, vähentyvät niiden toiminnasta aiheutuvat hiilidioksidipäästöt automaattisesti. Energiatehokkaiden menetelmien käyttöönotto auttaa siis yrityksiä säästämään rahaa, kilpailemaan globaaleilla markkinoilla sekä houkuttelemaan uusia osaajia ja asiakkaita. (Szydłowska, 2022)

## **2.4 Vihreän siirtymän haastavuus**

Vihreän koodin ollessa vielä uusi käsite, on osaajista luonnollisesti pulaa. Energiatehokkaat menetelmät edellyttävät ICT-alan ammattilaiselta tietotaitoa, jollaista vain harvalta tällä hetkellä löytyy. Laadukkaan ohjelmiston tuottaminen vaatii teoreettista ymmärrystä, teorian soveltamista ja ihmisten ymmärtämistä. Tästä syystä huomiota tulisi kiinnittää eritoten ohjelmistoalan yliopisto-

ja korkeakoulutuksen tarpeeseen. Matemaattisluonnontieteelliseen pohja, insinööritaitojen opiskelu ja poikkitieteellinen ajattelu ovat kaikki tekijöitä, jotka vaikuttavat ammattilaisten tapoihin luoda energiatehokkaita ohjelmistoratkaisuja. Tähän asti alan korkeakoulutuksessa on syvennyt liian harvoin energiankulutuksen näkökohtiin. Kansallisten ja alueellisten tavoitteiden, kuten ICT-alan ilmastostrategian ansiosta tilanne on kuitenkin parantumassa. Jotta nykyisten osaajien määrä kasvaisi entisestään, työntekijöille voisi tarjota esimerkiksi kurssimuotoista täydennyskoulutusta. (Manninen, 2022)

Harvat tulevat ajatelleeksi ICT-alaa, kun puhutaan ilmaston lämpenemisestä tai lisääntyvästä energiankulutuksesta. Tämä näkyy suoranaisesti siinä, että yksi suurimmista haasteista alan vihreässä siirtymässä on ihmisten huolen puute. Suurelle organisaatiolle esimerkiksi palvelimen turvallisuus voi olla suurempi huolenaihe kuin sen ympäristövaikutukset. Opiskelijalle taas pienempi laite, jota on helpompi kuljettaa, voi mennä kierrätettävyyden edelle. Tämän lisäksi ICT-alan markkinat ovat kehittyneet siten, että etusijalle asetetaan yleensä pienempien ja nopeampien ohjelmistojen sekä laitteiden kehittäminen ympäristöystävällisten vaihtoehtojen sijaan. (IBM Cloud Education, 2022)

Energiatehokkuuden edistämistä varjostaa lisäksi teknologian jatkuva kehitys, joka asettaa omat haasteensa tuotteiden elinkaaren pidentämisessä. Perinteisestä datakeskuksesta tai toimistosta vihreämpiin ratkaisuihin siirtyminen vaatii yritykseltä myös usein huomattavia etukäteissijoituksia, jotka muodostavat omat lisäesteensä. (IBM Cloud Education, 2022)

### 3 Kestävän kehityksen merkitys ICT-alalla

Ilmastonmuutos ja sen vastaiset toimet ovat viime vuosien aikana olleet keskeisessä osassa poliittista keskustelua eri puolilla maailmaa. Pariisissa vuonna 2015 pidetty ilmastokokous COP21 toimi kiihdyttäjänä eri toimialojen siirtyessä kohti ilmastoystävällisempää huomista. Kokouksen päätavoitteena oli rajoittaa ilmaston lämpeneminen alle 1,5°C verrattaessa esiteolliseen aikaan. (Kalliola, 2022, s. 1) Kasvihuonekaasupäästöjen ja fossiilisten energianlähteiden määrää tulisi siis vähentää nopeasti, jotta nämä ympäristötavoitteet voitaisiin saavuttaa. Muun muassa kasvihuonekaasupäästöjen on vähennyttävä 45 % vuoteen 2030 mennessä vuoden 2010 tasosta. Näin olisi mahdollista saavuttaa niin sanottu Net Zero eli nollapäästötavoite vuoden 2050 tienoilla ja pysyttäisiin 1,5°C:n tavoitteessa. (Lange;Pohl;& Santarius, 2020)

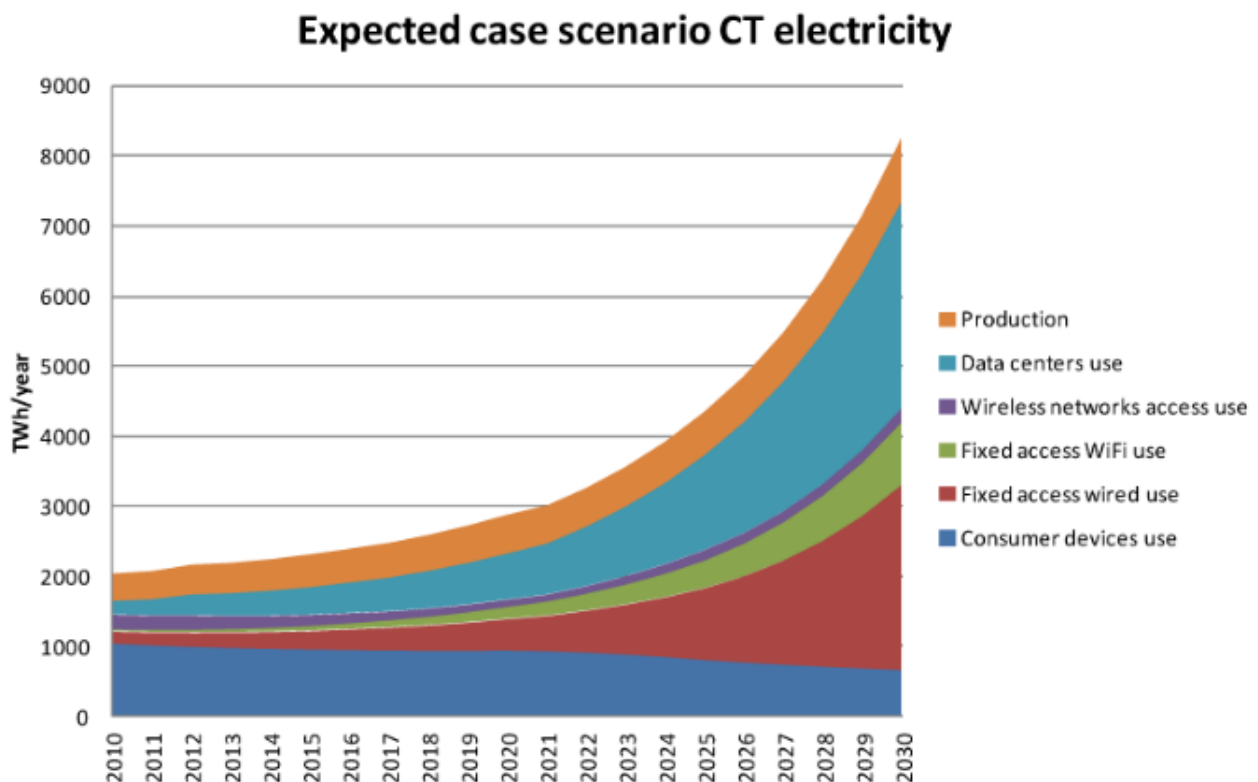
ICT-alan tämänhetkinen osuus on noin kymmenesosa globaalista sähköenergian kulutuksesta. Arvioiden mukaan tämän osuuden odotetaan nousevan jopa 21 prosentin tietämille vuoteen 2030 mennessä. Ohjelmistokehitys onkin aiemmin ollut miltei ainoa insinöörialaa, jossa energiankulutukseen ei juurikaan kiinnitetty huomiota. Tilanne on kuitenkin parantumassa, sillä viime vuodet osoittavat, että myös ICT-alalla on havahduttu äityvään tilanteeseen ja alettu osallistumaan entistä näkyvämmiin kestävään kehitykseen. (Koljonen, 2022) Tällä on suuri merkitys, sillä ICT-alalla on potentiaalia vähentää myös muiden alojen energiankulutusta sekä kasvihuonekaasupäästöjä. Tästä hyvänä esimerkkinä voidaan pitää liikenteen alaa, jossa digitaalisten palveluiden ansiosta joukkoliikenteestä on tehty houkuttelevampaa ja palveluilla on myös mahdollistettu älykäs liikenteen ohjaus. Lisäksi etätyöskentely on yleistynyt merkittävästi koronapandemian myötä. Liikennettä on tämän seurauksena onnistuttu korvaamaan etätyöllä- ja kokouksilla. (Liikenne- ja viestintäministeriö, 2021)

Maailmalla ollaan siirtymässä uusiutuvien sähköntuotantotapojen lisääntymisen takia suurempaan volatilitettiin energian kustannuksissa, eikä muutoksen oleteta poistuvan näkyvistä muutaman vuoden sisällä, sillä energian varastointi on monesti vielä alkeellista. Tämän lisäksi alkuvuonna 2022 alkaneesta Ukrainan sodasta aiheutunut energiakriisi on nostanut energiatehokkuuden ajankohtaisuutta entisestään. (Kalliola, 2022, s. 61)

### 3.1 ICT-alan osuus globaalista energiankulutuksesta

Ohjelmistot sekä älylaitteet ovat välttämätön osa nykymaailmaa. Tästä huolimatta valtaväestön tulisi tiedostaa näiden tuottamisesta ja käytöstä aiheutuvat negatiiviset vaikutukset ympäristön kestävyydelle. Energian ja luonnonresurssien tarve kasvaa jatkuvasti erilaisia laitteistoja ja ohjelmistoja valmistettaessa. (Raisian;Yahaya;& Deraman, 2022) ICT-alan osuus maailman sähkönkulutuksesta on arviolta noin 4–10 %. Alan osuus kasvihuonekaasupäästöistä on puolestaan noin 3–5 %. (Liikenne- ja viestintäministeriö, 2021) Syynä suurille luvuille ovat muun muassa viestintäverkot, datakeskukset sekä älylaitteet, jotka vaativat toimiakseen sähköä sekä luonnonmateriaaleja. Energiankulutuksen kokonaisuuden on arvioitu nousevan jopa 21 prosenttiin vuoteen 2030 mennessä (Kuva 3). (Andrae & Edler, 2015)

Kuva 3 ICT:n energiankulutuksen arvioitu osuus vuosien 2010–2030 välillä (Andrae & Edler, 2015).

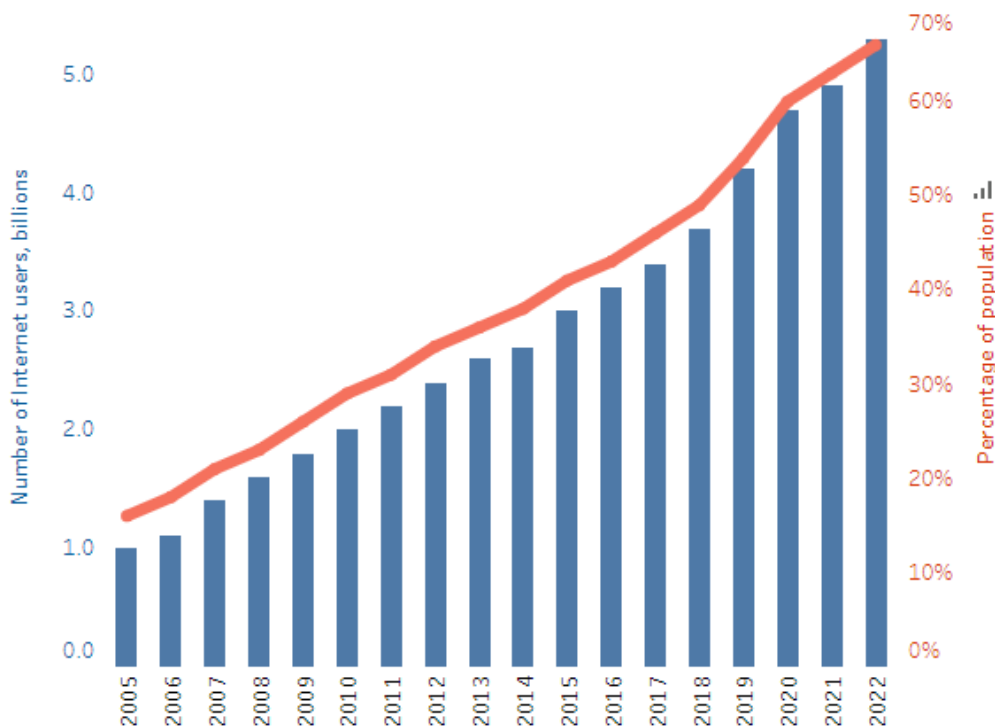


### 3.2 Internetin yleistyminen ja kysynnän kasvu

Kansainvälisen viestintäliiton raportin mukaan maailmalla rekisteröitiin 5.3 miljardia internetin käyttäjää vuonna 2022 (Kuva 4). Tämä vastaa 66 prosenttia maailman tämänhetkisestä väestöstä. Käyttäjien määrä on kasvanut vuosittain valtavalla tahdilla. Esimerkiksi vuoteen 2019 verrattaessa määrä on kasvanut 24 %, mikä vastaa noin 1.1 miljardia uutta käyttäjää eri puolilla maailmaa. (Kansainvälinen televiestintäliitto, 2022)

Kuva 4 Internetin käyttäjien määrä vuosien 2005–2022 välillä (Kansainvälinen televiestintäliitto, 2022).

#### Individuals using the Internet

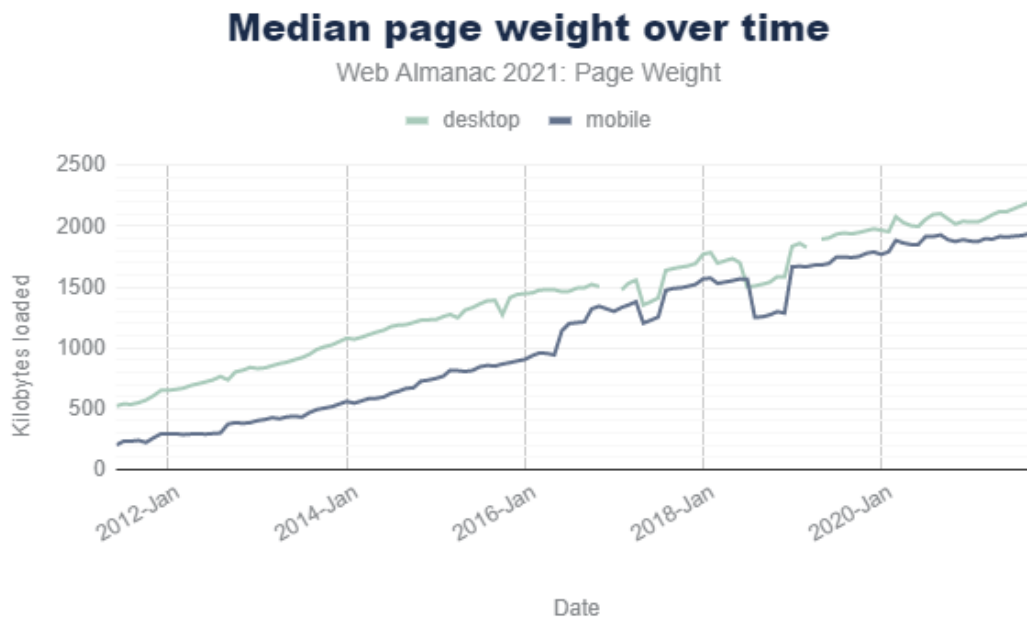


Viimeisen vuosikymmenen aikana myös verkkosivujen keskimääräinen koko on kasvanut huimaa tahtia. Vuoteen 2012 verrattaessa verkossa sijaitsevien sivustojen nykyinen koko on noussut kolminkertaiseksi, keskimäärin noin 484 kilotavusta 2 205 kilotavuun (Kuva 5). Tämä kasvu johtuu yksiselitteisesti lisääntyvästä kysynnästä sekä tarjonnasta. Nopeammat tietokoneprosessorit, tiedonsiirto, tietojen tallentaminen ja asettelu ovat edistyneet vähitellen, jotta pysyttäisiin ajan tasalla erilaisen median, tiedonkeruun ja -käsittelyn sekä yhdistettyjen palvelujen lisääntyessä. (Teague, 2021)



Myös datakeskusten ja palvelimien laitteiden virransyöttöön kuluu paljon energiaa. Voimme vähentää kokonaisenergian tarvetta pitämällä tiedostojemme hyötykuormat pienempänä, mikä myös pitää hyötykuorman siirron nopeampana ja tehokkaampana. (Teague, 2021)

Kuva 5 Sivustojen keskimääräisen koon kasvu ajan kuluessa (Teague, 2021).



## 4 Nykyisten ohjelmistojen energiankulutusmalli

Valtaosa tänä päivänä kehitettävistä ohjelmistoista perustuu asiakas–palvelin -malliin. Tämä tarkoittaa sitä, että verkossa on palvelin, joka tarjoaa erilaisia palveluja päätelaitteessa toimivaan sovellukseen. Käytännössä kaikki selaimella käytettävät palvelut noudattavat tätä mallia. Samoin myös suurin osa mobiilisovelluksista sekä kasvava määrä työpöytäsovelluksista. Erilaisten ohjelmistojen välillä yksityiskohdat voivat vaihdella merkittävästi, mutta niiden energiankulutuksen pääalueet voidaan kuitenkin kiteyttää kolmen eri tekijän välille. Näitä ovat palvelinkeskus, tietoliikenne ja päätelaite. (Kalliola, 2022, s. 21)

Jokaisen IT-järjestelmän tehtävänä on käsitellä tietoa ja esittää sitä käyttäjälle ymmärrettävässä muodossa. Tiedonkäsittely voi sijaita sekä palvelinkeskuksessa että päätelaitteessa. Käsittelyn sijainnilla on merkittävä vaikutus siirrettävän tiedon ja laskentakertojen määrään. Sovelluksen arkkitehtuurin suunnittelussa tulee pyrkiä tasapainoiseen ratkaisuun, jotta voidaan minimoida sekä tiedonkäsittely että tiedonsiirto. Tällöin otetaan huomioon jokaisen osa-alueen toteutuksen erityispiirteet energiankulutuksen kannalta. (Kalliola, 2022, s. 23)

Taulukosta 1 (Taulukko 1) nähdään, kuinka suuren osan erilaiset laitteet kuluttavat ICT:n yhteenlasketusta energiasta. Palvelinkeskuksissa sijaitsevat laitteet kuluttivat vuonna 2019 yhteenlasketusta energiasta noin 10–20 %, verkkolaitteet taas 20–30 % ja päätelaitteet puolestaan noin 60 %. Taulukkoon on ilmoitettu myös laitteiden ja käyttäjien arvioidut lukumäärät vuoden 2019 tienoilla. Vihreän koodin avulla mainittujen laitteiden ympäristökuormitusta voidaan hillitä, sillä tavoilla, joilla ohjelmistoja luodaan, on suora vaikutus näiden kaikkien laitteiden energiankulutukseen. (Koljonen, 2022)

Taulukko 1 Eri laitteiden osuus ICT:n yhteenlasketusta energiankulutuksesta vuonna 2019 (Bordage, 2019, mukaillen).

Käyttäjät (n. 4,1 miljardia)	Päätelaitteet (n. 22 miljardia)	Tietoliikenne (n. 1 miljardi)	Palvelinkeskukset (n. 65 miljoonaa)
Energia	65 %	20 %	15 %
Kasvihuonekaasupäästöt	67 %	20 %	13 %
Vesi	82 %	10 %	8 %
Luonnonvarat	73 %	18 %	9 %
Sähkö	54 %	27 %	19 %

#### 4.1 Palvelinkeskusten laitteisto

Palvelinkeskuksessa sijaitsee varsinainen sovelluspalvelin. Sovelluspalvelimella on ohjelmiston keskitetty liiketoimintalogiikka ja se varmistaa yhteydenpidon päätelaitteessa olevan sovelluksen kanssa. Käytössä on yleensä myös tallennus- ja tietokantapalvelimia sekä näiden lisäksi mahdollisesti erilaisia apupalvelimia. Apupalvelimia ovat esimerkiksi palautus- ja varmennusratkaisut. (Kalliola, 2022, s. 21)

Ohjelmisto, joka toimii pilviympäristössä voi olla rajoiltaan vaihtelevampi, koska se tukeutuu pilviympäristön valmiisiin palveluihin. Nämä palvelut ovat samalla olennainen osa ohjelmiston ajoympäristöä. Tähän samaan momenttiin lasketaan mukaan palvelinkeskuksen sisäinen tiedonsiirto. (Kalliola, 2022, s. 21)

## 4.2 Tiedonsiirtoon kuluva energia

Siirrettävän tiedon sisältö voi vaihdella huomattavasti erilaisten sovellusten välillä.

Energiankulutus pysyy kuitenkin tavu tavulta samana datan kulkiessa samaa siirtotietä. Laskennan kannalta tiedonsiirrossa kuluva energia on helpointa ajatella lineaariseksi suhteessa datan määrään. Siirtoteiden välillä voi puolestaan olla merkittäviäkin tehoeroja. (Kalliola, 2022, s. 22)

Palvelinkeskuksen kulutukseen lasketaan mukaan tiedonkäsittely palvelimessa. Tiedonkäsittelyä ovat muun muassa tiedon siirtokuntoon laittaminen, pakkaus, salaaminen ja purkaminen.

Vastaavasti samat toimet päätelaitteessa kuuluvat tämän kulutukseen. (Kalliola, 2022, s. 22)

## 4.3 Päätelaitteilla toimivat ohjelmistot

Päätelaitteella toimivat ohjelmistot voivat olla keskenään hyvin erilaisia. Ohjelmistot voivat olla todella yksinkertaisia sekä staattisia verkkosivuja tai monipuolisia ja -mutkaisia päätelaitteelle asennettuja sovelluksia. Energiankulutuksen laskennan kannalta ei sinänsä ole vaikutusta, ajetaanko sovellusta laitteessa vai toimiiko se selaimen sisällä. Jälkimmäisessä tapauksessa selaimen kuluttama energia lasketaan mukaan osaksi sovelluksen energiankulutusta. (Kalliola, 2022, s. 22)

## 5 Energiatehokkaat menetelmät

Ohjelmiston energiatehokkuuteen vaikuttavat monet erilaiset tekijät. Ohjelmointi- sekä ajoympäristön osuus tästä on merkittävä. Ohjelmiston toimiakseen vaatima energia riippuu myös algoritmivalinnoista, käytetystä ohjelmointikielestä ja ulkoisista ohjelmakirjastoista sekä -kehyksistä. (Kalliola, 2022, s. 2)

### 5.1 Kehitysprosessin optimointi

Kehitysprosessin optimoinnilla on suuri vaikutus ohjelman energiatehokkuuteen. Jos vertaamme ohjelmien nykyistä kehitysprosessia 20 vuoden takaiseen, havaittavissa on huolestuttava trendi. (Acharya, 2022) Ennen nykyaikaa tietokoneet olivat hyvin tehottomia ja niiden käyttömahdollisuudet rajoitettuja. Myös tallennustilan määrät olivat nykyiseen verrattaessa mitättömiä. Tästä syystä ohjelmista tuli luoda tehokkaita, jotta ne voitiin toteuttaa. Tänä päivänä tehoa on käytössä miltei rajattomasti ja tallennustilan määrät ovat huipussaan. Tämän seurauksena hukkakulutusta ei huomioida entiseen tapaan. Nykyisin kehitysprosessin optimointia hyödynnetään vain erityiskäytössä, kuten tieteellisessä laskennassa, tekoälyn opettamisessa tai suurten datamassojen käsittelyssä. (Kalliola, 2022, s. 32) Sivustojen optimoinnilla voi olla suuria vaikutuksia varsinkin ilmastonmuutoksen näkökulmasta, mikäli tähän aletaan panostamaan laajemmin. Nykyisin tuotetut ratkaisut aiheuttavat tarpeetonta ympäristökuormaa niiden kuluttaessa aivan liikaa energiaa. Tämän lisäksi kuluttajien on myös uusittava laitteistojaan jatkuvasti. (Manner, 2021)

#### 5.1.1 Ohjelmakirjastojen ja -kehysten vääränlainen käyttö

Aiemmin käytössä ei myöskään ole ollut valmiita ohjelmakirjastoja eikä -kehysiksi. Kirjastojen ja kehysten yleistynyt käyttö näkyy nykyisin tuotetun koodin heikentyneessä laadussa, joka on rakenteeltaan usein liian pitkää sekä hiomatonta. Vaikka kirjastoista ja kehyksistä on todistettu ollut myös merkittävää hyötyä kasvavan digitalisaation aikana, on tällä varjopuolensa. Useat kehykset ja kirjastot heikentävät ohjelmiston laatua, sillä ohjelmiston on luettava pidempiä koodirivejä tietyn pyynnön käsittelemiseksi. Tästä syntyy energiahukkaa. (Acharya, 2022)

Kehityksen myötä myös sovellusten ja niiden ajoympäristöjen ominaisuudet ja monimutkaisuus ovat kasvaneet merkittävästi. Tästä syystä yrityksissä nähdään järkeväksi toteuttaa sovellus kerrosteisesti, jotta laatu ja kehitys voidaan varmistaa. On helpompaa ja edullisempaa valita valmis kirjasto kuin kirjoittaa ohjelma itse, vaikka ratkaisu olisikin yksinkertainen. Valmis ratkaisu on todennäköisimmin testattu ja koetaan olevan siten luotettavampi. Tosiasiassa valmiiden kirjastojen sisältöön tutustutaan harvoin. Osasta kirjastoista on olemassa vastaavasti myös kevyempi versio. Tällainen versio voi tehdä esimerkiksi jopa 90 % halutuista toiminnoista paljon pienemmällä määrällä koodia. (Kalliola, 2022, ss. 32, 57)

### 5.1.2 Turhan koodin poistaminen

Sovelluksen kokoa voidaan pienentää vähentämällä tähän käytettyä koodia. Pienempi sovellus on kevyempi siirtää verkon yli ja sen käynnistyminen saattaa nopeutua ja tehostua. Koodia tulisi karsia sitä mukaan, kun sovelluksen tiettyä osaa ei enää tarvita. Mikäli siihen on tulevaisuudessa tarvetta palata, voi poistetun koodin palauttaa versionhallinnasta. Jos taas versionhallinta ei ole käytössä, olisi se suositeltavaa ottaa pikimmiten käyttöön. Vaikka versionhallinta vaatii sekä tallennustilaa että prosessointikapasiteettia, parantaa se merkittävästi ohjelmistokehitysprosessin luotettavuutta ja karsii virheitä tuotetusta ratkaisusta. (Kalliola, 2022, s. 57)

Lisäksi kirjastojen määrän tulisi vähentyä. Nykyisten sovellusten koodista valtaosa on oletetusti kolmannen osapuolten kirjastoissa. Näistä jotkut ovat pieniä ja tehokkaita, toiset taas kookkaita ja huonosti toteutettuja. Tätä on vaikeaa havaita ulkopuolelta. Mikäli kirjastosta käytetään tai tarvitaan vain pientä osaa, on järkevää pohtia, voidaanko ominaisuus ottaa osaksi omaa sovellusta lisenssiehtojen niin salliessa ja poistaa kirjasto. Tällöin tulee kuitenkin huomata, että korjausvastuu koodin mahdollisista ongelmista siirtyy itselle. (Kalliola, 2022, s. 57)

Aalto-yliopistossa tehdystä verkkosivujen analyysistä selviää, että dataa voidaan säästää paremmalla kuvien käsittelyllä sekä turhan sisällön karsimisella. Turhaa sisältöä verkkosivulla on tässä tapauksessa sellainen sisältö, jota ei oikeasti käytetä. Palvelun aiheuttamasta liikenteestä tällaiset säästöt voivat kattaa jopa 50 %. Joskus on mahdollista päästä 90 % säästöihin ilman, että loppukäyttäjät havaitsevat mitään eroja. (Manner, 2021)

Verkkosivujen optimoinnin hyödyt on jo laajalti huomattu ja esimerkiksi moni verkkokauppa on havainnut, että nopeasti toimivalla verkkosivulla on suoria yhteyksiä parempaan liikevaihtoon. Voidaan siis sanoa, että optimointiin käytetty aika ja vaiva maksaa itsensä takaisin. (Manner, 2021)

## 5.2 Ohjelmointikielen valinta

Energiatehokkuus ei rajoitu yleisestä käsityksestä huolimatta pelkästään käytettävään laitteistoon. Energiatehokkuuteen vaikuttavat myös ohjelmisto ja sen luontiin käytetty ohjelmointikieli. Ohjelmointikielten välillä onkin tutkitusti suuria eroja ja ne soveltuvat erilaisiin tarkoituksiin. Tästä syystä kieli tulee valita tarkasti, jotta vihreän koodin menetelmiä voidaan implementoida oikein. Ohjelmointikielen tehokkuus riippuu energiasta, muistista ja suorittamiseen kuluvasta ajasta. Energiatehokkuutta voidaan parantaa muun muassa virtuaalikoneiden, kääntäjien, optimoitujen kirjastojen sekä paremman lähdekoodin avulla. (Acharya, 2022)

On hyvä tiedostaa, että ohjelmistokielten vertailu ja valinta on monimutkainen prosessi. Tämä johtuu siitä, että esimerkiksi kääntäjä, virtuaalikone ja käytettävissä olevat kirjastot ovat kaikki tekijöitä, jotka vaikuttavat koodin suorituskykyyn. Tietyllä kielellä kirjoitettu ohjelma voi muuttua nopeammaksi, jos lähdekoodia parannetaan tai optimoidaan käytettyjä kirjastoja. (Pajorska, 2022)

Portugalissa Minhon yliopistossa vuonna 2017 tehty tutkimus vertailee 27 eri ohjelmointikielten energiatehokkuutta. Alempana olevat taulukot kuvaavat eri ohjelmointikielten energiankulutusta suhteessa toisiinsa (Taulukko 2 ja Taulukko 3). Tuloksista voidaan havaita muun muassa se, että Perl-ohjelmointikielen energiankulutus on jopa 80-kertainen, jos tätä verrataan C-ohjelmointikieleen. Kaikkia ratkaisuja ei pidä kuitenkaan toteuttaa C-kielellä, vaan tällä tarkoitetaan pikemminkin sitä, että ohjelmistokehittäjän tulisi tiedostaa valintatilanne ohjelmointikielten välillä. Valintatilanne esimerkiksi Javan ja Pythonin välillä tulee helposti vastaan, jolloin energiatehokkuus on yksi niistä näkökulmista, joka tulisi ottaa huomioon ohjelmointikieltä valittaessa. (Koljonen, 2022) Käännetyt kielet, kuten C, C++, Fortran ja Ada ovat tyypillisesti energiatehokkaampia kuin tulkittavat kielet, kuten Python, Perl ja Ruby, mutta käännetyt kielet eivät aina ole yhtä käytännöllisiä. (Radersma, 2022)

Taulukko 2 Energiatehokkaimmat ohjelmointikielät (Pereira, ym., 2017, mukailten).

Ohjelmointikieli	Energia
C	1.00
RUST	1.03
C++	1.34
ADA	1.70
JAVA	1.98
PASCAL	2.14
CHAPEL	2.18
LISP	2.27
OCAML	2.40
FORTRAN	2.52

Taulukko 3 Energiatehottomimmat ohjelmointikielät (Pereira, ym., 2017, mukailten).

Ohjelmointikieli	Energia
RACKET	7.91
TYPESCRIPT	21.50
HACK	24.02
PHP	29.30
ERLANG	42.23
LUA	45.98
JRUBY	46.54
RUBY	69.91
PYTHON	75.88
PERL	79.58

### 5.3 Pilvipalvelut

Perinteisten konesaliin kiinteä kapasiteetti tuhlaa huomattavasti energiaa, sillä tyypillisen palvelimen joutokäyntikuorma on noin 10 %. Palvelin on usein 90 % ajastaan joutokäynnillä. Tätä on vaikea optimoida konesaleissa, jotka koostuvat fyysisistä palvelimista. Varteenotettava muutos onkin skaalautuvien arkkitehtuurien ansiota. Näiden avulla resurssit on mahdollista vapauttaa silloin, kun työkuormaa ei ole. Tästä syystä pilveä voidaan pitää erittäin energiätehokkaana ajoympäristönä sovelluksille. (Koljonen, 2022)



Varjopuolensa tälle asettaa kuitenkin ohjelmistokehittäjien nykyinen taipumus, jossa laitteiden kapasiteettia hyödynnetään niin paljon kuin sitä vain on saatavilla. Tänä päivänä käytettävien laitteiden teho on kehittynyt todella paljon, mutta sovellukset eivät juurikaan toimi niissä nopeammin. Nykyiset sovellukset rakennetaan niin, että niitä voidaan käyttää ainoastaan uusimmilla laitteilla, jotka ovat puolestaan äärimmäisen tehokkaita. Pilvessä tätä kapasiteettia on käytännössä rajattomasti, joka tekee trendistä huolestuttavaa. Kapasiteettiä on alettu käyttämään vastuuttomasti, sillä sen optimointia ei yleensä oteta huomioon. (Koljonen, 2022)

## 6 Tutkimustyön tavoite ja tarkoitus

Opinnäytetyön tutkimuksen ensisijaisena tavoitteena on kartoittaa vihreän koodin tämänhetkistä tilaa kotimaisella ICT-alalla. Tutkimustyön tulosten on tarkoitus toimia opetusmateriaalina toimeksiantajalle ja lukijalle sekä täydentää ja antaa vastavaloa jo aiemmin aiheen parista tehdyille tutkimuksille. Saatujen vastausten avulla pyritään rakentamaan mahdollisimman kattava ja havainnollistava yhteenveto siitä, kuinka hyvin vihreä koodi tunnetaan IT-yrityksissä sekä miten näiden työntekijät suhtautuvat vihreään siirtymään. Tutkimuksella pyritään myös selvittämään, miten erilaiset tekijät, kuten vastaajan tehtäväkuva tai työsuhteen kesto vaikuttavat aiheen tietämuskantaan ja mielipiteisiin.

Tutkimustyön tulosten avulla ICT-alan yritykset, näiden työntekijät sekä aiheesta kiinnostuneet voivat kehittää omaa IT-toimintaansa ilmastoystävällisempään ja energiatehokkaampaan suuntaan. Mikäli taas energiatehokkuus on jo onnistuneesti omaksuttu osaksi organisaation tai ammattilaisen toimintaa, voidaan olemassa olevia ratkaisuja mahdollisesti kehittää tai käyttää saatuja tuloksia perehdytystarkoituksiin. Vihreän koodin ollessa vasta alkuvaiheillaan, aihetta käsittelevät tutkimusaineistot ovat vielä harvassa, joten vastaavanlaisesta materiaalista on kysyntää tällä hetkellä ja tulevaisuudessa.

### 6.1 Toimeksiantaja

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Netum Oy. Yrityksen verkkosivuilla kerrotaan seuraavasti: *"Netum on vahvasti ja kannattavasti kasvava IT-palvelukumppani, joka rakentaa toimivaa ja turvallista digitaalista yhteiskuntaa. Meillä on yli 20 vuoden kokemus vaativista IT-hankkeista. Tavoitteenamme on olla alan luotetuin kumppani ja halutuin työyhteisö vastuullisessa ja turvallisessa digimuutoksessa. Autamme asiakkaitamme digitaalisen liiketoiminnan kehittämisessä suunnittelemalla ja toteuttamalla juuri heidän tarpeisiinsa sopivia ja kestäviä digiratkaisuja – viisaasti ja vastuullisesti. (Netum)"*

### 6.2 Tutkimusprosessi

Opinnäytetyön tutkimusprosessi toteutettiin yksinomaan ICT-alan ammattilaisille kohdennetulla kyselylomakkeella, joka luotiin Google Forms-palvelussa. Kyselylomake koostui kahdeksasta

pakollisesta kysymyksestä ja neljästä vapaaehtoisista täydennyskysymyksestä. Kysely oli tarkoitettu Netum Oy:n sisäiseen jakoon. Kysely jaettiin myös Netumin asiakkaille mahdollisuuksien mukaan. Kyselylomaketta ei luovutettu IT-yritysten ulkopuoliseen käyttöön. Lomakkeelle vastaaminen toteutettiin nimettömästi eli jokainen vastaus anonymisoitiin. Lomake oli avoinna noin kolmen viikon ajan. Vastausajan päätyttyä kysely suljettiin ja saadut vastaukset analysoitiin sekä dokumentoitiin opinnäytetyöhön.

Kyselyn kahdella ensimmäisellä kysymyksellä selvitettiin vastaajan pääasiallinen toimen-/tehtävänkuva sekä työsuhteen kesto ICT-alalla. Valitun toimenkuvan tuli vastata työntekijän nykyisessä työsuhteessa toteutuvaa työtä. Työsuhteen pituuden taas nimenomaan vain ICT-alalla työskennellyjä vuosia. Jo näiden kahden kysymyksen pohjalta pyrittiin luomaan kuvaus siitä, kuinka kokeneita vastaajat olivat ja minkälaisia tehtäviä he pääsääntöisesti työssään toteuttivat.

Seuraavat kaksi kysymystä käsittelivät vihreän koodin tietämyskantaa. Kysymyksillä selvitettiin, olivatko vastaajat kuulleet termeistä ”vihreä koodi” tai ”vihreä ohjelmointi”. Tämän jälkeen vastaajia pyydettiin tarkentamaan, onko aihetta/aiheita käsitelty heidän työpaikallaan vai ovatko he tutustuneet termiin/termeihin jossakin muussa yhteydessä.

Kyselylomakkeen kolmella seuraavalla kysymyksellä selvitettiin, käytetäänkö vastaajan työpaikalla energiatehokkaita menetelmiä, käyttääkö hän itse energiatehokkaita menetelmiä tämänhetkisessä työssään ja huomioiko hän ohjelmiston energiatehokkuuden, kun valitsee tähän käytettäviä työkaluja/ratkaisuja. Kaikkiin näihin kysymyksiin oli mahdollista antaa myös lisätietoa niiden alta löytyviin tekstikenttiin.

Viimeisessä kysymyksessä vastaajilta kysyttiin, kuinka tärkeäksi he itse kokevat energiatehokkaat menetelmät ICT-alalla. Tätä kysymystä käsittelevä arviointitaulukko koostui numeroista 0–6. Numero 0 vastasi vaihtoehtoa ”Hyvin vähäinen”, kun taas numero 6 vaihtoehtoa ”Hyvin suuri”. Kyselyn lopussa oli myös mahdollista jättää vapaa kommentti aiheeseen liittyen.

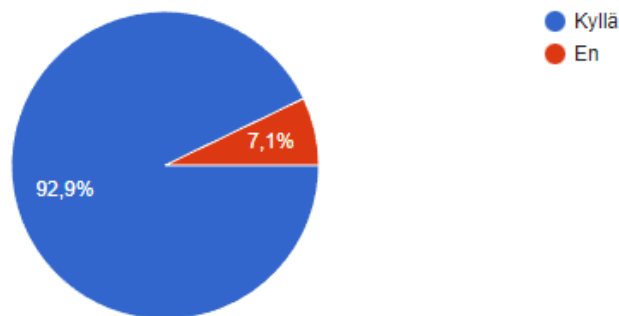
## 7 Vihreän koodin nykyinen tila IT-yrityksissä

Kyselylomakkeelle vastasi kaiken kaikkiaan 14 henkilöä ja saaduilla vastauksilla onnistuttiin kartoittamaan vihreän koodin nykyistä tilaa IT-yrityksissä. Lomakkeen kolmanteen kysymykseen saadut vastaukset kertovat, että termit ”vihreä koodi” ja/tai ”vihreä ohjelmointi” tunnetaan valtaosin työntekijöiden keskuudessa. Vastanneista suurin osa eli noin 93 % kertoi kuulleensa vihreästä koodista tai tähän viittaavasta termistä aikaisemmin (Kuva 6).

Kuva 6 Kyselylomakkeen kolmannen kysymyksen vastaukset

Oletko kuullut termeistä "vihreä koodi" tai "vihreä ohjelmointi"?

14 vastausta

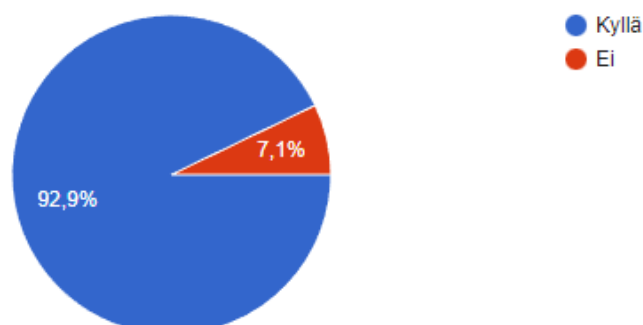


Neljännestä kysymyksestä selvisi, että IT-yritykset ovat alkaneet investoimaan vihreään koodiin. Alla olevasta kaaviosta voidaan havaita, että sama määrä eli noin 93 % kyselyyn vastanneista kertoi kuulleensa termeistä ”vihreästä koodista” ja/tai ”vihreä ohjelmointi” juuri heidän työpaikallaan. Muussa yhteydessä termistä olivat kuulleet vain noin 7 % vastaajista (Kuva 7).

Kuva 7 Kyselylomakkeen neljännen kysymyksen vastaukset

Onko termeistä "vihreä koodi" tai "vihreä ohjelmointi" keskusteltu työpaikallasi?

14 vastausta



Neljänteen kysymykseen saaduista tarkennuksista käy ilmi, että IT-yrityksissä panostetaan kestäväan kehitykseen ja että vihreä koodi on jo liitetty osaksi joidenkin organisaatioiden OKR-mallia. Lisäksi kerrotaan, että työntekijöille on järjestetty jo erinäisiä infotilaisuuksia sekä perehdytyksiä aiheen parista. Yksi vastaaja kertoi myös seuraavansa aktiivisesti podcasteja ja blogeja aiheen parista (Kuva 8).

Kuva 8 Kyselylomakkeen neljännen kysymyksen tarkentavat vastaukset

Jos vastasit kyllä, voit halutessasi tarkentaa edellistä vastaustasi.

4 vastausta

conflun tiedotesivu on yksisyyntaista keskustalua lukijoille päin, esimiehet ovat keskustelleen infotilaisuuksissa ja alamaiset kiltisti sitä kuunnelleet

On pidetty puolen tunnin perehdytysistuntoja Teamsissä

Seuraan erilaisia podcasteja blogeja liittyen vihreään koodaamiseen, tämän lisäksi työpaikallamme on lähdetty satsaamaan vihreään koodaamiseen ja kestäväan kehittämiseen.

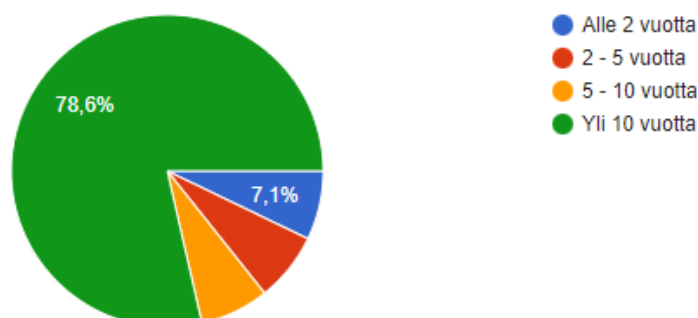
osana OKRää mainittu ja siitä on olemassa myös netumin oma info-tallenne.

Valtaosalta kyselyyn osallistuneilta ammattilaisilta löytyi runsaasti työkokemusta ICT-alalta. Toiseen kysymykseen vastanneista henkilöistä jopa noin 79 % kertoi työskennelleensä ICT-alalla yli 10 vuotta. ICT-alalla lyhyemmän työkokemuksen omaavien vastaajien prosenttiosuus jakautui tasaisesti 7,1 % määrin vastausvaihtoehdoille "Alle 2 vuotta", "2–5 vuotta" ja "5–10 vuotta" (Kuva 9).

Kuva 9 Kyselylomakkeen toisen kysymyksen vastaukset

Kauanko olet työskennellyt ICT-alalla?

14 vastausta

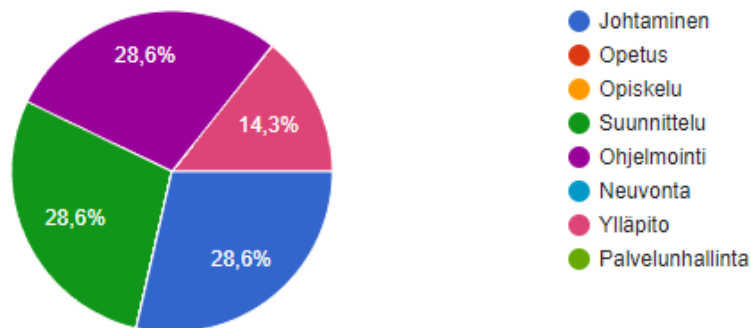


Kyselyyn osallistuneiden ICT-ammattilaisten tehtävänkuvat painottuivat tasaisesti tietyille alueille. Kyselylomakkeen ensimmäiseen kysymykseen vastanneista henkilöistä noin 29 % ilmoitti nykyiseksi toimen-/tehtävänkuvakseen ohjelmoinnin. Sama määrä kyselyyn osallistuneista työntekijöistä eli noin 29 % valitsi vaihtoehtokseen suunnittelun ja vastaavan kokoinen ryhmä puolestaan johtamisen. Noin 14 % vastaajista kertoi työskentelevänsä ylläpidon parissa (Kuva 10).

Kuva 10 Kyselylomakkeen ensimmäisen kysymyksen vastaukset

Mikä on tämänhetkinen toimen-/tehtävänkuvasi?

14 vastausta



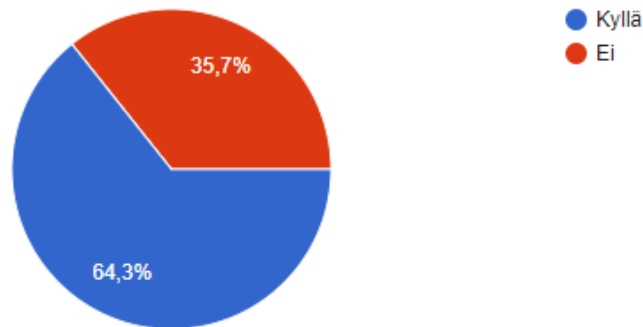
## 7.1 Vihreän koodin toteutus työpaikoilla

Valtaosa kyselyyn vastanneista ICT-ammattilaisista kertoi, että heidän työpaikallaan toteutetaan energiatehokkaita menetelmiä ainakin jossakin muodossa. Viidenteen kysymykseen vastanneista henkilöistä noin 64 % ilmoitti, että heidän työpaikallaan hyödynnetään energiatehokkaita menetelmiä. Loput eli 35,7 % vastaajista kokivat, ettei ”vihreää koodia” tai muita energiatehokkuutta edistäviä menetelmiä hyödynnetä lainkaan heidän työpaikallaan (Kuva 11).

Kuva 11 Kyselylomakkeen viidennen kysymyksen vastaukset

Hyödynnetäänkö työpaikallasi energiatehokkaita menetelmiä?


14 vastausta



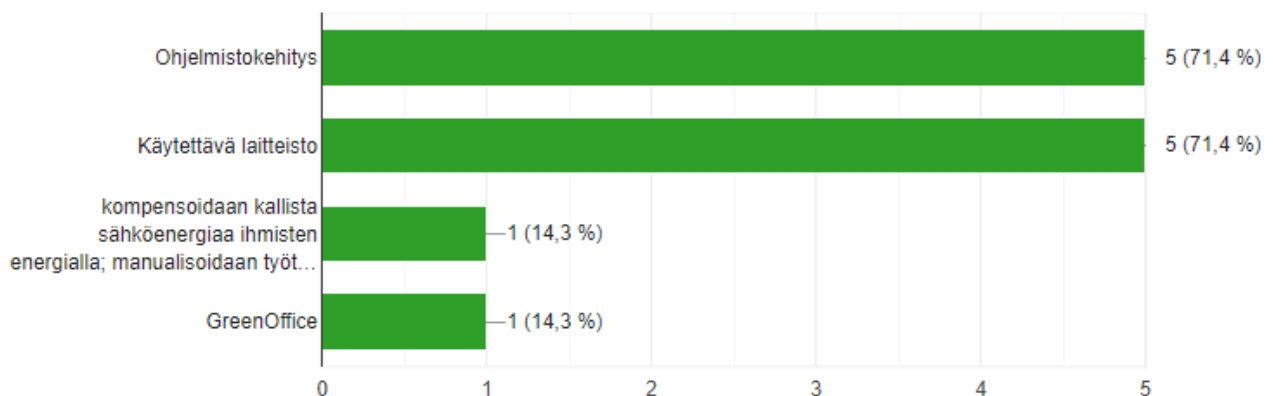
Viidenteen kysymykseen saatiin myös tarkentavia vastauksia yhteensä seitsemältä henkilöltä. Vastaajista viisi lisäsi, että heidän työpaikallaan energiatehokkaita menetelmiä käytetään ohjelmistokehityksessä. Vastaavasti viisi henkilöä ilmoitti niitä hyödynnettävän käytettävässä laitteistossa. Lisäksi yksi vastaajista kertoi työpaikalla käytettävän Green Officea. Yksi vastaajista tarkensi myös, että hänen työpaikallaan pyritään kompensoimaan sähköenergiaa ihmisten energialla eli toisin sanoen pyritään manualisoimaan tehtäviä ja karsimaan turhaa automatisoitua työtä (Kuva 12).

Kuva 12 Kyselylomakkeen viidennen kysymyksen tarkentavat vastaukset

Jos vastasit kyllä, voit tarkentaa missä energiatehokkaita menetelmiä käytetään.

 Kopioi

7 vastausta

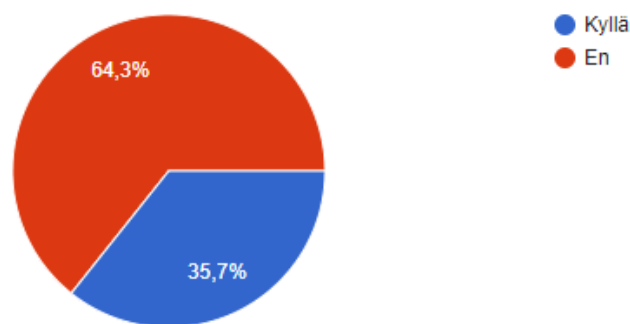


Vihreän koodin vakaasta tietämyskannasta ja IT-yritysten kestävästä kehityksestä siirtymästä huolimatta vain noin 36 % vastaajista kertoi käyttävänsä energiatehokkaita menetelmiä omassa työssään tällä hetkellä. Vastaajista puolestaan suurin osa eli noin 64 % ilmoitti, ettei itse käytä energiatehokkaita menetelmiä missään muodossa tämänhetkisessä työssään (Kuva 13).

Kuva 13 Kyselylomakkeen kuudennen kysymyksen vastaukset

Käytätkö itse energiatehokkaita menetelmiä tämänhetkisessä työssäsi?


14 vastausta



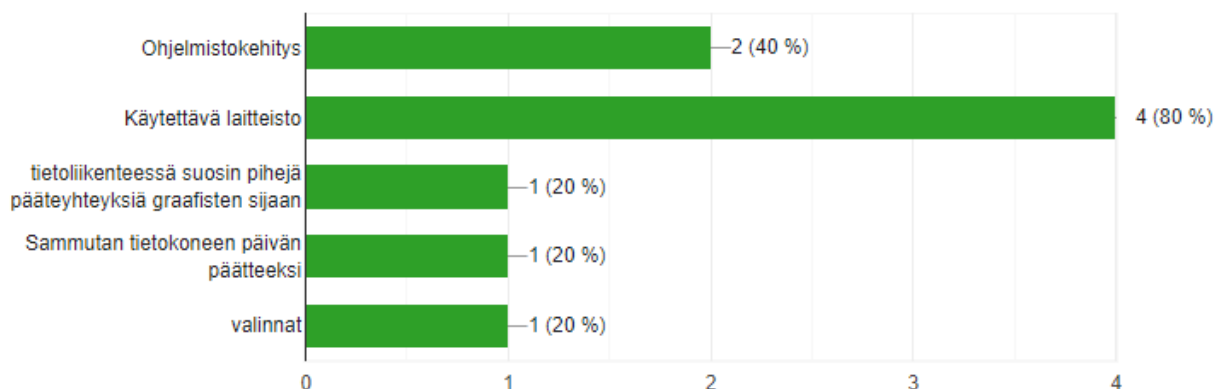
Kuudenteen kysymykseen annettiin lisätietoa viiden henkilön toimesta ja saadut vastaukset kertoivat, että vastaajien kesken energiatehokkaita menetelmiä käytetään pääosin ohjelmistokehityksessä ja käytettävässä laitteistossa. Yksi henkilö ilmoitti, että suosii tietoliikenteessä pihejä pääteyhteyksiä graafisten sijaan. Yksi vastaajista myös ilmoitti sammuttavansa tietokoneen työpäivän päätteeksi (Kuva 14).

Kuva 14 Kyselylomakkeen kuudennen kysymyksen tarkentavat vastaukset

Jos vastasit kyllä, voit tarkentaa missä käytät energiatehokkaita menetelmiä.

 Kopioi

5 vastausta



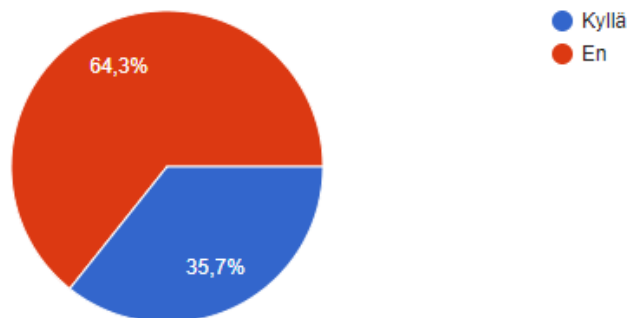


Kuten aiemman kysymyksen vastauksista voitiin todeta, suurin osa kyselyyn osallistuneista ICT-ammattilaisista ei toteuta energiatehokkaita menetelmiä nykyisessä työssään. Tämä näkyy myös kehitettävien ohjelmistojen sekä sovellusten energiankulutuksen vähäisessä huomioinnissa. Seitsemänten kysymykseen saadut vastaukset osoittivat, että noin 64 % prosenttia vastaajista jättää ohjelmien/sovellusten energiankulutuksen huomioimatta, kun valitsee tähän käytettäviä työkaluja tai tekniikoita (Kuva 15).

Kuva 15 Kyselylomakkeen seitsemännen kysymyksen vastaukset

Huomioitko ohjelman/sovelluksen energiankulutuksen, kun valitset tähän käytettäviä työkaluja tai tekniikoita?


14 vastausta



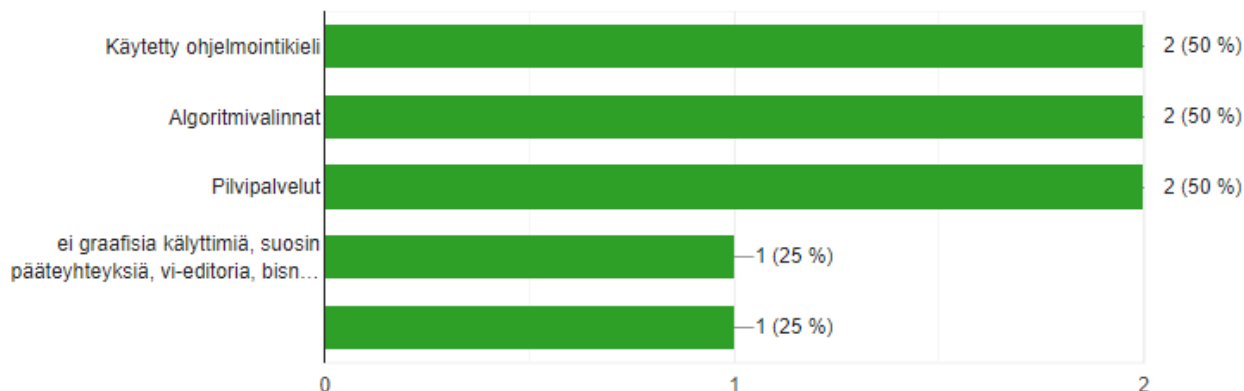
Seitsemänten kysymykseen neljän henkilön antamat tarkennukset kertovat, että energiatehokkaista menetelmistä käytetyimpiä ovat ohjelmointikielen valinta, algoritmivalinnat sekä pilvipalvelut. Äänet näiden välille jakautuivat tasaisesti kahden henkilön voimin. Yksi vastaajista tarkensi myös jättävänsä sovelluksesta pois turhat graafiset ominaisuudet, suosivansa pääteyhteyksiä, Vi-editoria, bisneslogiikan koodausta jo tietokantatasolla ja muuta 70-luvun tehokasta tekniikkaa. (Kuva 16).

Kuva 16 Kyselylomakkeen seitsemännen kysymyksen tarkentavat vastaukset

Jos vastasit kyllä, voit halutessasi tarkentaa edellistä vastaustasi.

 Kopioi

4 vastausta




## 7.2 Vihreän koodin tarve ICT-alalla

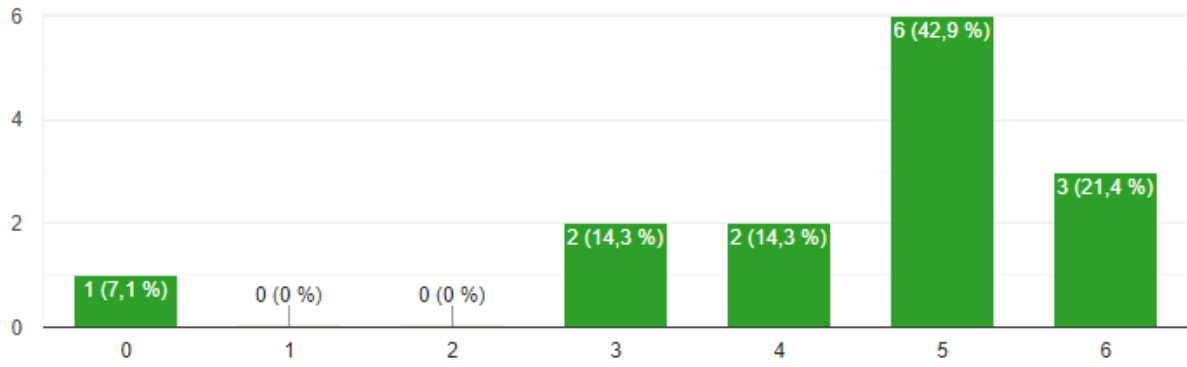
Kyselylomakkeen viimeiseen eli kahdeksanteen kysymykseen valtaosa vastasi, että energiatehokkaat menetelmät ovat heidän mielestään tarpeellisia ICT-alalla. Suurimman määrän vastauksia sai valinta numerolla 5, joka vastaisi kirjallista vaihtoehtoa ”Suuri”. Tämä valinta oli selvästi ylitse muiden prosenttimäärällä 42,9 %. Toiseksi eniten vastauksia annettiin numerolle 6, joka vastaa kirjallista vaihtoehtoa ”Erittäin suuri”. Mielenpitoet olivat täten pääosin positiivisia vihreän siirtymän suhteen. Vastaajista neljä henkilöä sijoitti valintansa arviointitaulukon keskivaiheille. Heistä kaksi valitsi vaihtoehdon numero 3 ja toiset kaksi vaihtoehdon numero 4. Nämä vastaukset voidaan verrata vaihtoehtoon ”Ei mielipidettä/neutraali”. Numerolla 4 olevat vastaukset kääntyvät kuitenkin arastavasti taulukon positiiviselle puolelle, joten voidaan olettaa, että mielenpitoet ovat vihreän siirtymän kannalla. Vastaajista puolestaan vain yksi koki energiatehokkaat menetelmät täysin tai suurilta osin tarpeettomiksi ICT-alalla (Kuva 17).

Kuva 17 Kyselylomakkeen kahdeksannen kysymyksen vastaukset

Arvioi energiatehokkaiden menetelmien tarve ICT-alalla.

 Kopioi

14 vastausta



## 8 Johtopäätökset ja yhteenveto

Opinnäytetyön tutkimuskysymyksiin onnistuttiin vastaamaan kokonaisuudessaan hyvin ja tavoitellut tulokset saavutettiin. Jokaiselle tutkimuskysymykselle saatiin esitettyä työssä selkeä sekä johdonmukainen vastaus. Tutkimuskysymykset oli valittu työhön sopiviksi ja mielestäni ne kattoivat aiheen tärkeimmät pääpiirteet. Tutkimusprosessi eteni suunnitelman mukaisesti ja kyselyyn saatiin kattavasti vastauksia.

Tutkimuksen avulla onnistuttiin kartoittamaan vihreän koodin nykyistä tilaa IT-yrityksissä. Saadut vastaukset osoittivat, että vihreä koodi tunnetaan hyvin kotimaisella ICT-alalla ja ammattilaiset ovat suhtautuneet IT-yritysten vihreään siirtymään valtaosin positiivisesti. Vihreän koodin laajasta tietämuskannasta huolimatta on kuitenkin hyvä huomioida, että vain harva ilmoitti käyttävänsä energiatehokkaita menetelmiä nykyisessä työssään. Jotta trenditermi voitaisiin nostaa maksimipotentiaaliinsa, tulisi useamman toimijan sisällyttää energiatehokkuus osaksi omaa IT-toimintaansa. Tämän lisäksi tuloksista saatiin selkeitä viitteitä aiheeseen liittyvien perehdytyksien lisääntymisestä organisaatioissa. Toimeksiantaja oli tyytyväinen opinnäytetyöhön ja sen tuloksiin. Työstä kerrottiin henkilöstölle myös Netumin sisäisellä viestintäkanavalla.

Valitsin opinnäytetyön aiheen sen kiinnostavuuden ja ajankohtaisuuden vuoksi.

Opinnäytetyöprosessin aikana pääsin tutustumaan minulle täysin uuteen termistöön sekä opin, miten kestävä kehitys vaikuttaa jokapäiväiseen toimintaamme toimialasta ja työnkuvasta riippumatta. Vihreän koodin kasvusta ja suosioista huolimatta, en ollut törmännyt termiin aiemmin. Prosessin myötä pääsinkin itse perehtymään vihreän koodin lukuisiin käyttötarkoituksiin ja mahdollisuuksiin. Aiheen parista oli saatavilla paikoittain vain rajallisesti materiaalia, joka vaikeutti hieman prosessin kulkua. Valmiiksi tehdyt tutkimukset ja artikkelit olivat kuitenkin huolellisesti rakennettuja ja opinnäytetyöhön oli helppoa sisällyttää asiantuntevaa sisältöä.

Työn lopuksi voidaan todeta, että tänä päivänä ja tulevaisuudessa jokaisen tulisi kiinnittää huomiota omasta IT-toiminnasta aiheutuvaan energiankulutukseen niin työpaikalla kuin arjessakin. Toimialastaan riippumatta, jokaisen on mahdollista vähentää energiankulutustaan ja tästä aiheutuvaa ilmastokuormitusta. Energiatehokasta siirtymää voidaan tehostaa, jos henkilöstön perehdyttämistä jatketaan ja siirrytään kestävämpiin ratkaisuihin. Jokaisella teolla on merkitystä, joten ne voivat olla niin suuria kuin pieniäkin.

## Lähteet

- Acharya, D. P. (2022). *Green Coding: What Is It and Why Should You Care?* Retrieved from <https://geekflare.com/green-coding/>
- Andrae, A. S., & Edler, T. (2015). *On Global Electricity Usage of Communication Technology: Trends to 2030*. Retrieved from <https://www.mdpi.com/2078-1547/6/1/117>.
- Bordage, F. (2019). *France Stratégie Appliquer la démarche d'écoconception*. Retrieved from [https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/f\\_bordage\\_2019-02-21-francestrategie-ecodesign.pdf](https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/f_bordage_2019-02-21-francestrategie-ecodesign.pdf)
- Dittrich, S. (2022). *Green coding: innovation for more sustainable IT?* Retrieved from <https://www.zuehlke.com/en/insights/green-coding-innovation-for-more-sustainable-it>
- Donnelly, G. (n.d.). *Green coding: What is it and why is it important to the telecoms industry?* Retrieved from <https://stlpartners.com/articles/sustainability/green-coding-what-is-it/>
- IBM Cloud Education. (2022). *What Is Green Computing?* Retrieved from <https://www.ibm.com/cloud/blog/green-computing>
- IBM Cloud Education. (2023). *Why Green Coding is a Powerful Catalyst for Sustainability Initiatives*. Retrieved from <https://www.ibm.com/cloud/blog/green-coding>
- Kalliola, J. (2022). *Vihreä koodi*. Retrieved from <https://www.exove.com/fi/vihrea-koodi/>
- Kansainvälinen televiestintäliitto. (2022). *Individuals using the Internet*. Retrieved from <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx>
- Koljonen, M. (2022). *Vihreä koodi – mitä on Green Coding?* Retrieved from <https://www.cgi.com/fi/fi/blogi/mita-green-coding-on>
- Lange, S., Pohl, J., & Santarius, T. (2020). *Digitalization and energy consumption. Does ICT reduce energy demand?* Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921800919320622>

- Liikenne- ja viestintäministeriö. (2021). *Suomi julkisti ICT-alan ilmastostrategian: bitit valjastettava ilmastonmuutoksen torjuntaan*. Retrieved from <https://lvm.fi/-/suomi-julkisti-ict-alan-ilmastostrategian-bitit-valjastettava-ilmastonmuutoksen-torjuntaan-1260924>
- Manner, J. (2021). *"Ratkaisu on vihreä koodi" – Monet digitaaliset palvelut on suunniteltu huonosti ja ne vievät valtavasti energiaa*. Retrieved from <https://www.mustread.fi/artikkelit/ratkaisu-on-vihrea-koodi-monet-digitaaliset-palvelut-on-suunniteltu-huonosti-ja-ne-vievat-valtavasti-energiaa/>
- Manninen, O. (2022). *Miten vihreää koodisi olikaan?* Retrieved from <https://softwarefinland.fi/blogi/miten-vihreaa-koodisi-olikaan/>
- Mleczko, A. (2022). *What is green coding? A contribution to save the environment*. Retrieved from <https://www.future-processing.com/blog/what-is-green-coding-a-contribution-to-save-the-environment/>
- Netum. (n.d.). *Vahva ja luotettava suomalainen IT-palvelutalo*. Retrieved from <https://www.netum.fi/yritys/>
- Pajorska, Z. (2022). *The Most Efficient and Environment Friendly Programming Languages*. Retrieved from <https://stratoflow.com/efficient-and-environment-friendly-programming-languages/>
- Pereira, R., Couto, M., Ribeiro, F., Rua, R., Cunha, J., Fernandes, J. P., & Saraiva, J. (2017). *Energy Efficiency across Programming Languages*. Retrieved from <https://greenlab.di.uminho.pt/wp-content/uploads/2017/10/sleFinal.pdf>
- Radersma, R. (2022). *Green Coding: Reduce Your Carbon Footprint*. Retrieved from <https://ercim-news.ercim.eu/en131/special/green-coding-reduce-your-carbon-footprint>

Raisian, K., Yahaya, J., & Deraman, A. (2022). *Green Measurements for Software Product Based on Sustainability Dimensions*. Retrieved from

<https://www.techscience.com/csse/v41n1/44795>

Suárez, G. R., Bax, B., & Ferreres, A. (2021). *Green Coding*. Retrieved from

<https://www.gft.com/int/en/dam/jcr:03015de2-79bd-4444-b62c-25a9e8cfc0f5/gft-thought-leadership-greencoding-en.pdf>

Szydłowska, N. (2022). *Green Software Development: Energy Efficient Programming Languages, Tools and Practices in Coding*. Retrieved from [https://curiosum.com/blog/green-coding-](https://curiosum.com/blog/green-coding-software-development-energy-efficient-programming-languages#what-are-the-benefits-of-green-software-engineering)

[software-development-energy-efficient-programming-languages#what-are-the-benefits-of-green-software-engineering](https://curiosum.com/blog/green-coding-software-development-energy-efficient-programming-languages#what-are-the-benefits-of-green-software-engineering)

Teague, J. (2021). *Page Weight*. Retrieved from <https://almanac.httparchive.org/en/2021/page-weight#fig-3>

## **Liite 1: Aineistonhallintasuunnitelma**

### **Tutkimuksellinen työ:**

Opinnäytetyön kyselylomake toteutetaan Google Forms-palvelussa. Kaikki tutkimusta varten luotu aineisto ja tutkimuksesta saatu materiaali tullaan säilyttämään tekijän tietokoneen C-asemalla opinnäytetyön tekoprosessin ajan. Kaikki materiaali varmuuskopioidaan myös OneDrive-pilvipalveluun säännöllisesti.

Opinnäytetyön aineistoa tullaan säilyttämään hyväksymispäivästä ainakin seuraavan vuoden ajan, jotta opinnäytetyön tulokset voidaan varmistaa tarvittaessa. Opinnäytetyössä ei tulla keräämään henkilötietoja tai muita luottamuksellisia tietoja, joten aineistoa ei tarvitse tuhota säilytysjakson päättyessä.

Opinnäytetyön tekijä omistaa työn aineiston ja tulokset.



## Liite 2: Kyselylomake

### Green coding, vihreä koodi

Tämän kyselyn avulla pyrin kartoittamaan vihreän koodin nykyistä tilaa ICT-alalla. Saadut vastaukset tulevat osaksi opinnäytetyötäni, jossa tutkitaan energiatehokkaita menetelmiä ja niiden vaikutusta IT-yrityksissä.

#### \*Pakollinen

1. Mikä on tämänhetkinen toimen-/tehtäväkuvasi? \*

- Johtaminen
- Opetus
- Opiskelu
- Suunnittelu
- Ohjelmointi
- Neuvonta
- Ylläpito
- Palvelunhallinta

2. Kauanko olet työskennellyt ICT-alalla? \*

- Alle 2 vuotta
- 2–5 vuotta
- 5–10 vuotta

- Yli 10 vuotta

3. Oletko kuullut termeistä "vihreä koodi" tai "vihreä ohjelmointi"? \*

- Kyllä
- En

4. Onko termeistä "vihreä koodi" tai "vihreä ohjelmointi" keskusteltu työpaikallasi? \*

- Kyllä
- Ei

Jos vastasit kyllä, voit halutessasi tarkentaa edellistä vastaustasi.

---

5. Hyödynnetäänkö työpaikallasi energiatehokkaita menetelmiä? \*

- Kyllä
- Ei

Jos vastasit kyllä, voit tarkentaa missä energiatehokkaita menetelmiä käytetään.

- Ohjelmistokehitys
- Käytettävä laitteisto
- Muu: \_\_\_\_\_

6. Käytätkö itse energiatehokkaita menetelmiä tämänhetkisessä työssäsi? \*

- Kyllä

- En

Jos vastasit kyllä, voit tarkentaa missä käytät energiatehokkaita menetelmiä.

- Ohjelmistokehitys
- Käytettävä laitteisto
- Muu: \_\_\_\_\_

7. Huomioitko ohjelman/sovelluksen energiankulutuksen, kun valitset tähän käytettäviä työkaluja tai tekniikoita? \*

- Kyllä
- En

Jos vastasit kyllä, voit halutessasi tarkentaa edellistä vastaustasi.

- Käytetty ohjelmointikieli
- Algoritmivalinnat
- Pilvipalvelut
- Muu: \_\_\_\_\_

8. Arvioi energiatehokkaiden menetelmien tarve ICT-alalla. \*

*Hyvin vähäinen*

- 0
- 1

- 2
- 3
- 4
- 5
- 6

*Todella suuri*

Vapaat kommentit aiheeseen liittyen:

---