

Vastaanottaja

**Kuopion kaupunki, Iisalmen kaupunki, Kehitysyhtiö SavoGrow Oy ja Navitas
Kehitys Oy**

Asiakirjatyyppi

Raportti

Päivämäärä

Tammikuu 2025

Pohjois-Savon kuntien ilmastotoimenpiteiden vaikuttavuusarviointi



Pohjois-Savon kuntien ilmastotoimenpiteiden vaikuttavuusarviointi

Projekti **Kuntien ilmastotoimenpiteiden vaikuttavuusarviointi**

Projekti nro **1510086929**

Vastaanottaja **Kuopion kaupunki, Iisalmen kaupunki, Kehitysyhtiö SavoGrow Oy ja Navitas Kehitys Oy**

Asiakirjatyyppi **Pdf raportti**

Versio **2. Lisätty liite ja tehty korjauksia.**

Päivämäärä **31.1.2025**

Laatijat **Pirita Meskanen, Inka Koskinen, Ella Tuukkanen, Olivia Kuronen ja Anna-Maria Rauhala**

Ramboll
PL 25
Itsehallintokuja 3
02601 ESPOO

P +358 20 755 611
F +358 20 755 6201
<https://www.ramboll.com/fi-fi/>

Tiivistelmä

Tämä raportti käsittelee Pohjois-Savon kuntien ilmastotoimenpiteiden vaikuttavuusarviointia, joka on osa Suunnitelmallisen ilmastotyön juurruttaminen Pohjois-Savoon (SISU) -hanketta. Hankkeen tavoitteena on tukea alueen kuntia ilmastotyössä hiilineutraaliuden tavoitteiden saavuttamiseksi.

Raportin ensimmäinen osa keskittyy 15 Pohjois-Savon kunnan ja kaupungin yhteisiin ilmastotoimenpiteisiin ja liitteessä on lisäksi Kuopion kaupungin ja Siilinjärven kunnan toimenpiteiden arviointi. Arvioinnin tarkoituksena on ollut tuottaa suuntaviivoja hankkeeseen osallistuvien kaupunkien ja kuntien ilmastotyölle tunnistamalla kustannustehokkaimmat toimenpiteet ja niiden vaikutukset päästöjen vähenemiseen.

Vaikuttavuusarviointi toteutettiin asiantuntijatyönä yhdistäen määrällisiä ja laadullisia menetelmiä. Määrällinen arviointi keskittyi toimenpiteiden päästö- ja talousvaikutuksiin, kun taas laadullinen analyysi tarkasteli laajempia yhteiskunnallisia ja ympäristöllisiä vaikutuksia. Arvioinnissa käytettiin kuntakohtaista dataa, yleisiä päästökertoimia ja esimerkkilaskelmia, jolloin tulokset huomioivat paikalliset erityispiirteet.

Raportin tueksi kehitettiin laskuri, joka auttaa hankkeeseen osallistuneita kaupungeja ja kuntia arvioimaan ilmastotoimenpiteidensä vaikutuksia päästöihin ja talouteen. Työkalu mahdollistaa eri skenaarioiden tarkastelun ja antaa konkreettista tietoa päästövähennyksistä ja kustannuksista sekä investointien takaisinmaksuajoista. Tulosten soveltamisessa on tärkeää huomioida arvioinnin rajaukset ja epävarmuudet, paikalliset erityispiirteet ja tarkentaa laskelmia tapauskohtaisesti.

Arvioinnissa tarkasteltiin 13 yhteistä ilmastotoimenpidettä ja 10 Kuopion ja Siilinjärven toimenpidettä, jotka jaettiin teemoittain energiaan, liikenteeseen ja liikkumiseen, maankäyttöön ja kaavoitukseen, ruokaan sekä hiilinieluihin ja hiilivarastoihin. Lisäksi arvioitiin ilmastokoordinaattorin roolia kuntien ilmastotyössä. Toimenpiteet käsittivät muun muassa uusiutuvan energian käyttöönottoa, vähäpäästöisiin käyttövoimiin siirtymistä, maamassojen hyödyntämistä, kasvisruokapäivien lisäämistä, ruokahävikin vähentämistä, metsitystä, kasvillisuusalueiden lisäämisen ja säilyttämisen vaikutuksia sekä julkisen liikenteen kehittämistä.

Työn lopputulokset tarjoavat kunnille tietoa päätöksenteon tueksi ja voivat toimia pohjana ilmastotyön jatkolle Pohjois-Savossa. Tulokset antavat suuntaa siitä, miten eri toimenpiteet vaikuttavat ilmastoon ja missä ajassa investoinnit voivat tuottaa säästöjä. Vaikuttavimpien toimenpiteiden tunnistamisessa olennaista on arvioida kunnan suurimpia päästölähteitä ja valita niistä ne, joihin kunta voi vaikuttaa joko suorasti tai epäsuorasti. Olennaista on tuntea myös paikalliset olosuhteet ja resurssit. Kokonaisuudessaan tämä arviointi tukee Pohjois-Savon kuntien ilmastotyön jatkuvaa kehittämistä ja vaikuttavimpien toimenpiteiden tunnistamista.

Keskeiset havainnot yhteisistä toimenpiteistä:

Merkittäviä päästövähennysmahdollisuuksia ilmeni energiasektorilla. Uusiutuvan ja päästöttömän sähkön käyttöön siirtyminen voi merkittävästi vähentää päästöjä, mutta kuntakohtaiset sähkösopimushinnat ja markkinahinnat vaikuttavat taloudellisiin vaikutuksiin, mikä korostaa kilpailutuksen ja kokonaishinnan arvioinnin tärkeyttä. Aurinkoenergian hyödyntämisessä kunnallisten kiinteistöjen katoilla on potentiaalia, mutta sen onnistunut toteutus vaatii tarkkaa suunnittelua ja asiantuntemusta. Lisäksi öljylämmityksestä kaukolämpöön siirtyminen tarjoaa merkittäviä taloudellisia ja ympäristöllisiä etuja, erityisesti alueilla, joilla kaukolämpöverkko on jo olemassa. Vaikka alkuinvestoinnit ovat suuria, kaukolämpö on pitkällä aikavälillä kustannustehokas ja ympäristöystävällinen ratkaisu.

Kevyen liikenteen edistäminen ja siirtyminen vähäpäästöisiin työkoneisiin sekä ajoneuvoihin tuovat ilmastohyötyjä ja taloudellisia säästöjä. Pyöräilyn ja kävelyn edellytysten parantaminen vähentää liikenteen päästöjä ja edistää kansanterveyttä, kun taas vähäpäästöisten kalustojen käyttö vähentää energiakustannuksia ja tukee ilmastotavoitteita. Vaikka siirtymisessä on haasteita, erityisesti maaseudulla ja infrastruktuurin kehittämisessä, pitkällä aikavälillä toimenpiteet edistävät kunnallisten palveluiden kestävyttä ja ilmastoystävällisiä ratkaisuja.

Maamassojen ja purkumassojen hyödyntäminen paikan päällä tai kierrättämällä tarjoaa taloudellisia ja ilmastohyötyjä. Maamassojen läjittäminen puuttomalle alueelle paikan päällä on suositeltavaa, mutta puuston poistaminen ja kuljetukset lisäävät päästöjä. Purkumateriaalien kierrätys vähentää raaka-aineiden tarvetta ja ympäristövaikutuksia, mutta vaatii huolellista suunnittelua ja ennakkointia.

Kasvisruokapäivien lisääminen kouluissa voi tuoda taloudellisia hyötyjä ja vähentää päästöjä pitkällä aikavälillä. Suositeltavia toimenpiteitä ovat kasvisruokapäivien lisääminen, ruokahävikin vähentäminen, paikallisten raaka-aineiden hyödyntäminen ja tiedonkeruun kehittäminen. Ruokahävikin vähentäminen taas pienentää päästöjä ja voi tuoda kustannussäästöjä, erityisesti kun ruokailujen ilmastovaikutuksia pienennetään. Hävikin vähentämiseksi on tärkeää optimoida ruokalistat ja suunnitella annoskoot oppilaiden tarpeita vastaaviksi. Kouluruoan ilmastovaikutusten pienentäminen ja oppilaiden osallistaminen ruokalistasuunnitteluun voivat lisätä kasvisruoan suosiota ja vähentää hävikkiä.

Metsityksellä ja niittyjen lisäämisellä on merkittäviä ilmastohyötyjä kunnille. Metsitykseen liittyvät taloudelliset ja ekologiset vaikutukset edellyttävät tasapainottelua resurssien ja kestävyuden kanssa. Kuntien omistamien maiden metsityksellä voidaan lisätä hiilivarastoja ja -nieluja sekä parantaa viihtyisyyttä, vaikkakin metsitykseen soveltuvia alueita tunnistettiin vain vähän. Myös puuston ja viheralueiden lisäämisellä ja säilyttämisellä on merkitystä. Niittyjen ja puistojen lisääminen parantaa hiilensidontaa, voi myös tuoda kustannussäästöjä ja parantaa luonnon monimuotoisuutta.

Ilmastokoordinaattorin palkkaaminen tehostaa kunnallista ilmastotyötä, tukee päästövähennystavoitteiden saavuttamista ja parantaa eri toimialojen yhteistyötä. Koordinaattorin asiantuntemus ja strateginen rooli voivat tuottaa merkittäviä ilmastollisia, taloudellisia ja yhteiskunnallisia hyötyjä. Hyötyjen suuruus kuitenkin riippuu kunnan resursseista ja sitoutumisesta. On tärkeää asettaa selkeät tavoitteet, jakaa hyviä kokemuksia ja mukauttaa ilmastotyötä jatkuvasti muuttuviin olosuhteisiin.

Keskeiset havainnot Kuopion ja Siilinjärven toimenpiteistä:

Joukkoliikenteen kehittämiseen, kävelyn ja pyöräilyn edellytysten parantamiseen ja yksityisautoilun vähentämiseen tähtäävät toimenpiteet tukevat ilmastotavoitteiden saavuttamista, parantavat asukkaiden hyvinvointia ja tuovat taloudellisia säästöjä. Joukkoliikenteen kulkutapaosuuden kasvaminen vähentää liikenteen päästöjä, mutta vaatii investointeja infrastruktuuriin, kalustoon ja palvelutason parantamiseen, ja sen tueksi tulee lisätä reittejä, nopeuttaa vuorotarjontaa ja integroida maankäyttöä joukkoliikenteeseen. Kimppakyytien edistämiseksi kunnissa, kaupungeissa ja työpaikoilla tulee kehittää digitaalisia työkaluja ja taloudellisia kannustimia.

Autopaikkainormien päivittäminen joustavammaksi ja markkinaperusteisemmaksi voi vähentää yksityisautoilua ja päästöjä. Latauspisteverkon laajentaminen Kuopiossa ja Siilinjärvellä tukee sähköautoilun yleistymistä ja päästöjen vähentämistä. Latauspisteiden sijoittamisen hyvä suunnittelu on tärkeää, jotta ne ovat hyödynnettävissä helposti. Lainsäädäntö, kuten AFIR-asetus, ohjaa verkoston kehittämistä ja tehokkuuden maksimoimista.

Julkisen liikenteen runkolinjat voivat vähentää päästöjä, parantaa saavutettavuutta ja tukea taloudellista kasvua, mutta niiden onnistuminen edellyttää maankäytön ja infrastruktuurin kehittämistä sekä tiivistä yhteistyötä eri toimijoiden kanssa. Runkolinjojen integrointi muihin liikennemuotoihin ja palvelutason parantaminen ovat keskiössä. Samalla yhdyskuntarakenteen tiivistäminen tarjoaa ilmasto- ja taloushyötyjä, mutta vaatii huomiota luontoarvojen säilyttämiseen, viheralueiden lisäämiseen ja osallistamiseen. Kunta- ja kaupunkikohtaiset suunnitelmat ja pitkäjänteinen maankäytön kehittäminen tukevat tavoitteiden saavuttamista.

Peruskorjauksen ja uudisrakennuksen välistä eroa ilmastovaikutusten näkökulmasta arvioitiin Kuopion Jynkänlahden koulun ja Siilinjärven Kasurilan koulun esimerkkilaskennoilla. Peruskorjaus voi olla vähäpäästöisempi vaihtoehto, mutta ero vaihtelee paljon muun muassa peruskorjauksen laajuuden ja suunnitteluratkaisujen mukaan. Siilinjärvellä Kasurilan koulun uudisrakennus oli vähäpäästöisempi, mutta Jynkänlahden koulun tapauksessa ero oli vähäinen. Ilmastovaikutuksia voi vähentää muun muassa materiaalivalinnoilla, energiatehokkuudella ja työmaiden vähäpäästöisyydellä.

Kestävä metsänhoito ja puuston sekä maaperän säilyttäminen rakentamisessa ovat keskeisiä ilmastonmuutoksen hillinnässä ja sopeutumisessa. Toimenpiteet, kuten jatkuva kasvatus, sekametsät ja hakkuutähteen jättäminen, tukevat metsien roolia hiilinieluinä ja -varastoina, lisäävät monimuotoisuutta ja parantavat sopeutumiskykyä ilmastonmuutokseen. Kestävä metsänhoito vaatii pitkän aikavälin suunnittelua, jossa taloudelliset ja ekologiset tavoitteet tasapainotetaan. Rakentamisessa puuston ja maaperän säilyttäminen vähentää hiilidioksidipäästöjä ja parantaa ympäristön hyvinvointia. Kaavoituksessa voidaan määrittää säilytettävä osuus puustosta ja maaperästä paikalliset olosuhteet huomioiden.

Sisältö

| | | |
|------------|---|-----------|
| 1. | JOHDANTO | 7 |
| 1.1 | Työn tausta ja tavoitteet..... | 8 |
| 2. | MENETELMÄT JA EPÄVARMUUDET | 9 |
| 2.1 | Työmenetelmät..... | 9 |
| 2.2 | Ilmastovaikutusten arviointi..... | 10 |
| 2.3 | Taloudellisten vaikutusten arviointi | 10 |
| 2.4 | Laadullinen analyysi | 11 |
| 2.5 | Laskuri..... | 11 |
| 2.6 | Epävarmuudet | 12 |
| 3. | TOIMENPITEIDEN ARVIOINTI | 13 |
| 3.1 | Arvioitavat toimenpiteet..... | 13 |
| 3.2 | Toimenpide 1: Siirtyminen uusiutuvaan ja päästöttömään energiaan kunnan kiinteistöjen sähkönkulutuksessa | 14 |
| 3.2.1 | Toimenpiteen kuvaus | 14 |
| 3.2.2 | Vaikutusten arviointi | 14 |
| 3.2.3 | Epävarmuudet..... | 16 |
| 3.2.4 | Johtopäätökset ja suositukset..... | 16 |
| 3.3 | Toimenpide 2: Aurinkoenergian potentiaali | 17 |
| 3.3.1 | Toimenpiteen kuvaus | 17 |
| 3.3.2 | Vaikutusten arviointi | 18 |
| 3.3.3 | Epävarmuudet..... | 20 |
| 3.3.4 | Johtopäätökset ja suositukset..... | 21 |
| 3.4 | Toimenpide 3: Öljylämmityksestä luopuminen kunnan kiinteistöissä | 21 |
| 3.4.1 | Toimenpiteen kuvaus | 21 |
| 3.4.2 | Vaikutusten arviointi | 22 |
| 3.4.3 | Epävarmuudet..... | 25 |

| | | |
|-------------|--|-----------|
| 3.4.4 | Johtopäätökset ja suositukset..... | 25 |
| 3.5 | Toimenpide 4: Kevyen liikenteen edistäminen | 26 |
| 3.5.1 | Toimenpiteen kuvaus | 26 |
| 3.5.2 | Vaikutusten arviointi | 27 |
| 3.5.3 | Epävarmuudet..... | 29 |
| 3.5.4 | Johtopäätökset ja suositukset..... | 29 |
| 3.6 | Toimenpide 5: Siirtyminen vähäpäästöisiin tai päästöttömiin käyttövoimiin urakoissa käytettävissä työkoneissa | 30 |
| 3.6.1 | Toimenpiteen kuvaus | 30 |
| 3.6.2 | Vaikutusten arviointi | 30 |
| 3.6.3 | Epävarmuudet..... | 32 |
| 3.6.4 | Johtopäätökset ja suositukset..... | 33 |
| 3.7 | Toimenpide 6: Siirtyminen vähäpäästöisiin tai päästöttömiin käyttövoimiin liikenteessä (koulukyydit, kunnossapito, kehitysyhtiöiden autot) 33 | 33 |
| 3.7.1 | Toimenpiteen kuvaus | 33 |
| 3.7.2 | Vaikutusten arviointi | 34 |
| 3.7.3 | Epävarmuudet..... | 37 |
| 3.7.4 | Johtopäätökset ja suositukset..... | 38 |
| 3.8 | Toimenpide 7: Maamassojen hyödyntämien paikan päällä..... | 38 |
| 3.8.1 | Toimenpiteen kuvaus | 38 |
| 3.8.2 | Vaikutusten arviointi | 39 |
| 3.8.3 | Epävarmuudet..... | 40 |
| 3.8.4 | Johtopäätökset ja suositukset..... | 40 |
| 3.9 | Toimenpide 8: Purkumassojen hyödyntäminen..... | 40 |
| 3.9.1 | Toimenpiteen kuvaus | 40 |
| 3.9.2 | Vaikutusten arviointi | 41 |
| 3.9.3 | Epävarmuudet..... | 41 |
| 3.9.4 | Johtopäätökset ja suositukset..... | 42 |
| 3.10 | Toimenpide 9: Kasvisruokapäivien lisääminen kouluihin | 42 |
| 3.10.1 | Toimenpiteen kuvaus | 42 |
| 3.10.2 | Vaikutusten arviointi | 42 |
| 3.10.3 | Epävarmuudet..... | 45 |
| 3.10.4 | Johtopäätökset ja suositukset..... | 46 |
| 3.11 | Toimenpide 10: Ruokahävikin vähentäminen kouluissa | 46 |
| 3.11.1 | Toimenpiteen kuvaus | 46 |
| 3.11.2 | Vaikutusten arviointi | 47 |
| 3.11.3 | Epävarmuudet..... | 49 |
| 3.11.4 | Johtopäätökset ja suositukset..... | 50 |

| | | |
|-------------|--|-----------|
| 3.12 | Toimenpide 11: Metsitys | 50 |
| 3.12.1 | Toimenpiteen kuvaus | 50 |
| 3.12.2 | Vaikutusten arviointi | 50 |
| 3.12.3 | Epävarmuudet..... | 52 |
| 3.12.4 | Johtopäätökset ja suositukset..... | 53 |
| 3.13 | Toimenpide 12: Niittyjen lisääminen..... | 53 |
| 3.13.1 | Toimenpiteen kuvaus | 53 |
| 3.13.2 | Vaikutusten arviointi | 53 |
| 3.13.3 | Epävarmuudet..... | 57 |
| 3.13.4 | Johtopäätökset ja suositukset..... | 57 |
| 3.14 | Ilmastokoordinaattorin palkkaaminen | 57 |
| 3.14.1 | Toimenpiteen kuvaus | 57 |
| 3.14.2 | Vaikutusten arviointi | 58 |
| 3.14.3 | Epävarmuudet..... | 59 |
| 3.14.4 | Johtopäätökset ja suositukset..... | 60 |
| 4. | YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET | 60 |
| 5. | LÄHTEET | 62 |

1. Johdanto

Tämä raportti käsittelee Pohjois-Savon kuntien ilmastotoimenpiteiden vaikuttavuusarviointia, joka toteutettiin osana Suunnitelmallisen ilmastotyön juurruttaminen Pohjois-Savoon (SISU) -hanketta. Hankkeen tavoitteena on tukea alueen kuntia ilmastotyössä, jonka keskiössä on hiilineutraaliuden saavuttaminen vuoteen 2035 mennessä. Tämä edellyttää kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä 80 % vuoden 2007 tasosta, ja loput päästöt on tarkoitus kompensoida tai sitoa.

Pohjois-Savossa on 19 kuntaa, joista viisi on kaupunkeja. Maakunnassa on viisi seutukuntaa: Kuopion, Ylä-Savon, Varkauden, Sisä-Savon sekä Koillis-Savon seutukunnat. Maakunnan asukasluku on hieman vajaa 250 000. Alla olevassa kuvassa (Kuva 1) on esitetty Pohjois-Savon sijainti ja kunnat.



Kuva 1 Pohjois-Savon maakunnan sijainti ja kunnat. Hankkeeseen osallistuvien kuntien nimet on tummennettu.

Pohjois-Savon kunnilla on jo vahva perusta ilmastotyössä: suurimmalla osalla on käytössään ilmastosuunnitelmia ja -ohjelmia, jotka sisältävät konkreettisia toimenpiteitä päästöjen vähentämiseksi. Kunnat, jotka eivät vielä ole laatineet ilmastosuunnitelmaa, ovat aloittaneet tämän työn. Hankkeessa tarkastellaan erityisesti 15 kunnan yhteisiä ilmastotoimenpiteitä sekä Kuopion ja Siilinjärven kuntakohtaisia toimia, jotta voidaan luoda kuvaa toimenpiteiden vaikuttavuudesta ja kustannustehokkuudesta.

Pohjois-Savon SISU-hankkeeseen ja tähän selvitykseen osallistuvat kunnat ovat Iisalmi, Joroinen, Keitele, Kiuruvesi, Kuopio, Lapinlahti, Leppävirta, Pielavesi, Rautalampi, Siilinjärvi, Sonkajärvi, Suonenjoki, Tervo, Varkaus ja Vesanto. Tämä ilmastotoimenpiteiden vaikuttavuusarviointia koskevat kyseisiä kuntia.

Pohjois-Savon ilmastotyö on tavoitteellista ja monipuolista, perustuen maakunnalliseen ilmastotiekarttaan, joka ohjaa hiilineutraalisuuden saavuttamista vuoteen 2035 mennessä. Ilmastotiekartassa määritellään tavoitteet ja painopisteet, jotka kattavat muun muassa uusiutuvan energian käytön edistämisen, kiertotalouden hyödyntämisen, metsien hiilensidonnan vahvistamisen sekä ilmastomuutokseen sopeutumisen. Ilmastotyö yhdistää maakunnan kuntia, yrityksiä, oppilaitoksia ja muita toimijoita yhteistyöhön, jonka tavoitteena on sekä vähentää päästöjä että lisätä alueen resilienssiä. Tämä työ näkyy myös paikallistasolla, esimerkiksi ilmastosuunnitelmien päivityksinä, kokeiluina ja hankkeina, kuten SISU-hanke, joka juurruttaa suunnitelmallista ilmastotyötä kunnalliseen päätöksentekoon ja arkeen.

1.1 Työn tausta ja tavoitteet

Ilmastotoimenpiteiden vaikuttavuusarvioinnin tarkoituksena on tarjota kunnille tietoa siitä, mitkä toimenpiteet ovat kustannustehokkaimpia ja millä toimilla on suurin vaikutus päästöjen vähenemiseen. Tämä tukee kuntia ilmastotyön jatkossa ja auttaa vaikuttavimpien toimenpiteiden tunnistamisessa, jotta resurssien kohdentamista voidaan suunnitella vaikuttaviin ilmastotoimiin. Ilmastotoimenpiteiden vaikuttavuuden arvioinnilla pyritään viitoittamaan kuntien ilmastotyön jatkolle seuraavia askeleita.

Vaikuttavuusarvio sisältää sekä määrällisen että laadullisen tarkastelun arviointiin valituista toimenpiteistä. Määrällisesti arvioitavat tekijät sisältävät mahdolliset päästövähennykset ja taloudelliset kustannukset. Toimenpiteitä, joiden vaikutuksia ei voitu luotettavasti arvioida määrällisesti, analysoitiin laadullisesti. Lisäksi joidenkin toimenpiteiden määrällistä arviointia tarkennettiin laadullisesti. Selvityksen tavoitteena on tuottaa tietoa eri ilmastotoimenpiteiden vaikutuksesta päästöjen vähenemiseen sekä arvioida toimenpiteiden taloudellista tehokkuutta ja toteuttamiskelpoisuutta ja tarjota näin Pohjois-Savon kunnille tietoa ilmastotyön jatkuvaan kehittämiseen.

Vaikuttavuusarvio kattaa toimenpiteitä eri teemoista, kuten energia, liikenne, ruokavalinnat ja maankäyttö. Työssä huomioitiin myös kuntakohtaiset erot ja paikallisia olosuhteita pyrittiin ottamaan huomioon, jotta arvioinnin tulokset olisivat mahdollisimman käyttökelpoisia ja kohdennettuja kullekin kunnalle. Työn tuloksena on tuotettu raportti selvitykseen osallistuneiden kuntien, arviointiin valittujen ilmastotoimenpiteiden ilmasto- ja taloudellisten vaikutusten arvioinnista. Lisäksi tuotettiin Excel-laskuri määrällisesti laskettujen toimenpiteiden osalta, jossa arvioinnin kuntakohtaisia muuttujia on mahdollista muuttaa ja tarkastella.

Työ on toteutettu Kuopion kaupungin Suunnitelmallisen ilmastotyön juurruttaminen Pohjois-Savo (SISU) -hankkeen toimeksiannosta. Selvitystyö tehtiin yhteistyössä SISU-hankkeen toteuttajien, Kuopion kaupungin, Iisalmen kaupungin, Kehitysyhtiö SavoGrow Oy:n ja Navitas Kehitys Oy:n kanssa.

Työ toteutettiin syksyn 2024 aikana kahdessa osassa. Tämä arviointiraportti koskee arvioinnin ensimmäistä osaa, johon sisältyi työhön osallistuvien kuntien yhteisiä toimenpiteitä. Arvioinnissa tarkasteltiin yhteensä 13 toimenpidettä, jotka koskevat kaikkia mukana olevia kuntia.

Lisäksi Kuopion ja Siilinjärven osalta arviointiin erikseen näiden kuntien omiin ilmastosuunnitelmiin kuuluvia toimenpiteitä. Kuopion ja Siilinjärven toimenpiteiden arviointi julkaistaan tämän raportin liitteenä. Yhteisten toimenpiteiden arviointi valmistui vuoden 2024 loppuun mennessä ja Kuopion ja Siilinjärven osuus valmistuu tammikuussa 2025.

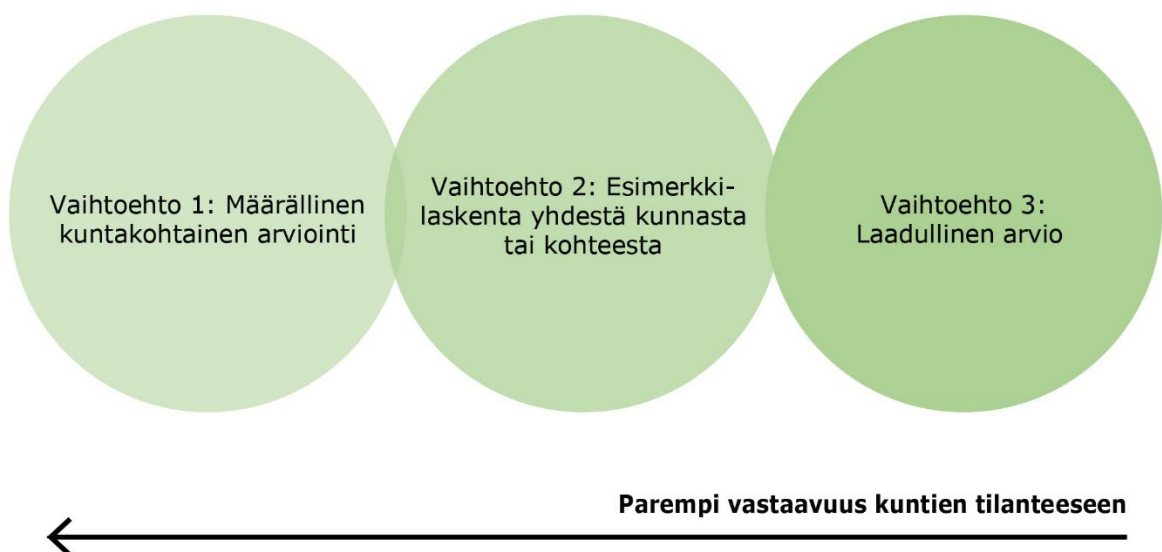
2. Menetelmät ja epävarmuudet

2.1 Työmenetelmät

Työ toteutettiin asiantuntijatyönä, ja sen sisältöön kuuluivat ilmastovaikutusten arviointi, päästölaskenta, kustannusvaikutusten analysointi sekä ilmastotoimenpiteiden lisähyötyjen tarkastelu. Työ tehtiin tiiviissä yhteistyössä SISU-hankkeen edustajien kanssa, ja sen aikana järjestettiin osallistava ohjausryhmän työkokous, jossa käytiin läpi toimenpiteitä. Lisäksi työssä hyödynnettiin kuntien sidosryhmien näkemyksiä haastattelujen ja kyselyiden kautta. Lähtötietoja kerättiin myös SISU-tiimin toimesta kunnan eri toimialoilta, mikä mahdollisti kattavan tarkastelun.

Työ käynnistyi valikoitujen toimenpiteiden lähtöskenaarioiden laatimisella, jolloin määriteltiin laskennan rajaukset ja arviointimenetelmät. Näiden skenaarioiden avulla hahmottui, mitkä toimenpiteet arvioidaan määrällisesti ja mitkä laadullisesti. Samalla tarkentui haastattelutarve, erityisesti laadullisten toimenpiteiden arvioinnin syventämiseksi. Laadullisten arviointien pohjana hyödynnettiin aiheen tutkimuksia, verkkosivustoja ja muita julkaisuja.

Toimenpiteiden arviointimenetelmä perustuu alla olevassa kuvassa (Kuva 2) esitettyyn lähestymistapaan, jossa ensisijaisena tavoitteena on kunnittain toteutettava määrällinen vaikuttavuusarviointi. Tavoitteena on tuottaa mahdollisimman tarkkaa ja konkreettista tietoa kunkin kunnan toimenpiteiden vaikutuksista aina, kun se on mahdollista. Kuntakohtainen arviointi tarjoaa vahvan perustan ilmastotoimien konkreettisten hyötyjen tarkastelulle paikallisella tasolla.



Kuva 2 Vaikuttavuudenarvioinnin menetelmävalinnan hierarkia

Mikäli suoraa kuntakohtaista laskentaa ei voitu toteuttaa esimerkiksi tietopuutteiden tai monimutkaisten aluetasolla vaikuttavien toimintaympäristöjen vuoksi, käytettiin vaihtoehtoisesti esimerkkilaskentaa. Tässä lähestymistavassa tarkasteltiin yksittäisen kunnan tai kohteen vaikutuksia, jotka voivat toimia mallina vastaaville tilanteille muissa kunnissa. Esimerkkilaskenta tarjoaa arvokasta vertailutietoa erityisesti silloin, kun paikalliset olosuhteet eroavat merkittävästi toisistaan. Sekä kuntakohtaisessa arvioinnissa että esimerkkilaskennassa hyödynnettiin tieteellisiä tutkimuksia ja aiheeseen liittyvää ajantasaista tietoa.

Kolmantena vaihtoehtona käytettiin laadullista arviointia tilanteissa, joissa määrällinen laskenta ei ollut mahdollinen. Tämä lähestymistapa perustuu tutkimuskirjallisuuteen, asiantuntijalausuntoihin ja muihin luotettaviin aineistoihin. Laadullisessa arvioinnissa keskityttiin erityisesti toimenpiteiden laajempiin vaikutuksiin, kuten taloudellisiin, sosiaalisiin ja ympäristöllisiin ulottuvuuksiin, sekä niiden rooliin päästövähennystavoitteiden saavuttamisessa.

Määrällisiä arvioita täydennettiin laadullisilla näkökulmilla, jotta analyysistä saataisiin mahdollisimman kattava ja tasapainoinen. Tämän tarkoituksena on ollut varmistaa, että ilmastotoimien vaikutukset voitiin arvioida kokonaisvaltaisesti, riippumatta kuntien käytettävissä olevista tiedoista tai resursseista.

2.2 Ilmastovaikutusten arviointi

Päästöjen arvioinnissa työssä hyödynnettiin monitasoista lähestymistapaa, jossa yhdistettiin kuntakohtaiset tiedot ja yleiset päästökertoimet. Laskenta perustui toimenpiteiden vaikutusten määrälliseen analysointiin käyttäen yleisesti hyväksytyjä CO₂-ekvivalenttipäästökertoimia ja avoimen tietoa-aineiston mukaisia parametreja. Näitä parametreja mukautettiin paikallisten olosuhteiden ja kuntien erityispiirteiden mukaan, millä tavoiteltiin laskennan mahdollisimman hyvää vastaavuutta kunkin kunnan lähtötilanteisiin.

Laskennassa vertailtiin nykytilanteen päästöjä toimenpiteiden tuomiin muutoksiin. Esimerkiksi energiankulutuksen ja liikenteen osalta laskelmissa käytettiin kuntien toimittamia tietoja, kuten kulutus- ja käyttöprofiileja, sekä täydentäviä tietoja avoimista lähteistä. Kullekin toimenpiteelle määritettiin vuotuiset päästövähennykset ja näitä arvioitiin sekä kuntakohtaisesti että maakunnan tasolla.

Määrällistä arviointia täydennettiin esimerkkilaskelmilla niissä tapauksissa, joissa kuntakohtainen tiedonkeruu ei ollut mahdollista. Tällöin tarkasteltiin yksittäisten kohteiden tai toimenpiteiden vaikutuksia. Tuloksia sovellettiin vastaaviin tilanteisiin muiden kuntien osalta. Lisäksi, mikäli määrällinen arviointi oli mahdotonta esimerkiksi tietopuutteiden vuoksi, hyödynnettiin laadullista analyysiä. Tämä mahdollisti päästövähennysten arvioimisen myös sellaisten toimenpiteiden kohdalla, joiden suoria vaikutuksia ei voitu mitata määrällisesti. Arviointimenetelmällä pyrittiin tarjoamaan kattavaa näkemystä toimenpiteiden vaikutuksista, huomioiden paikalliset erityispiirteet sekä käytettävissä olevan tiedon vaihtelut kunnittain.

2.3 Taloudellisten vaikutusten arviointi

Taloudellisten vaikutusten arvioinnissa keskityttiin toimenpiteiden kustannusten ja hyötyjen kokonaisvaltaiseen tarkasteluun. Arvioinnin tavoitteena oli selvittää toimenpiteiden investointikustannukset, käyttökustannukset, mahdollisesti saatavat tuet sekä rahoitukseen liittyvät kustannukset. Näiden tietojen avulla pyrittiin laskemaan, kuinka kustannustehokkaita toimenpiteet ovat, ja millä aikavälillä niiden investoinnit maksavat itsensä takaisin.

Laskennassa huomioitiin myös toimenpiteiden tuomat säästöt, kuten energian tai huoltopalveluiden tarpeen väheneminen, sekä niiden vaikutus pitkän aikavälin kustannuksiin. Taloudellisten arvioiden pohjana käytettiin kuntien toimittamia lähtötietoja, kuten nykyisiä sopimuksia, kulutustietoja ja markkinahintoja. Näitä täydennettiin tarvittaessa yleisillä oletuksilla ja esimerkkilaskelmilla, jotta voitiin tarjota realistisia ja vertailukelpoisia arvioita.

On myös syytä huomioida, että energiatuet kunnille ovat monesti haettavissa vain tietyn aikaa, mikä osittain vaikeutti niiden huomioimista laskelmissa. Motivan sivuilta löytyy hakupalvelu, josta voi tarkistaa haettavissa olevat tukimuodot niin yksityisiä, yrityksiä kuin kuntia varten. Tämä tarjoaa mahdollisuuden tarkastella eri tukivaihtoehtoja ja niiden vaikutusta toimenpiteiden kustannustehokkuuteen ja takaisinmaksuaikaan.

2.4 Laadullinen analyysi

Määrällisten laskelmien lisäksi on tärkeää arvioida myös sellaisten toimenpiteiden vaikuttavuutta, joita ei voida tarkasti mitata laskennallisesti. Laadullinen analyysi kohdistuu esimerkiksi tietoisuuden lisäämiseen, kevyen liikenteen edistämiseen ja maankäytön kehittämiseen. Näitä toimenpiteitä tarkastellaan ilmasto- ja taloudellisen vaikuttavuuden näkökulmista esimerkiksi toteuttamiskelpoisuuden, ilmastoa lämmittävän vaikutuksen ja sosiaalisen hyväksyttävyyden kautta. Laadullinen analyysi täydentää määrällisiä laskelmia ja sen tarkoituksena on syventää näkemystä toimenpiteiden vaikuttavuudesta. Laadullinen arviointi on erityisen tärkeää silloin, kun toimenpiteiden määrällisiä vaikutuksia ei voida luotettavasti arvioida, tai kun toimenpiteiden vaikutus ulottuu taloudellisten ja ympäristövaikutusten ulkopuolelle. Laadullisissa arvioissa on hyödynnetty aiheen tutkimuksia ja tieteellistä tietoa, sekä kokemuksia muista kunnista.

2.5 Laskuri

Raportin tueksi kehitetty laskuri yhdistää päästövaikutusten ja taloudellisten vaikutusten laskennan yhdeksi työkaluksi. Laskuri toteutettiin työn aikana arvioinnin yhteydessä ja toimitettiin työn tilaajan käyttöön. Laskurin käyttö mahdollistaa arviointiin valittujen ilmastotoimenpiteiden vaikutusten arvioinnin käyttäen keskimääräisiä päästökertoimia ja kuntakohtaisia parametreja. Tämä mahdollistaa laskelmien tarkentamisen paikallisiin olosuhteisiin sopiviksi.

Laskurin avulla käyttäjä voi tarkastella esimerkiksi kasvisruokapäivien määrän lisäämisen, aurinkopaneelien asentamisen tai sähköautojen käyttöönoton vaikutuksia sekä päästöihin että kustannuksiin. Työkalu tarjoaa mahdollisuuden syöttää parametreja, kuten energiankulutuksen, toimenpiteiden laajuuden ja investointikustannusten tiedot, ja se laskee näiden tietojen perusteella vaikutukset päästövähennyksiin ja taloudellisiin hyötyihin.

Laskuri tarjoaa kunnille mahdollisuuden vertailla eri toimenpiteitä ja testata erilaisia skenaarioita. Tämä auttaa kuntia saamaan selkeän käsityksen toimenpiteiden päästövähennyksistä, investointien takaisinmaksuajoista sekä muista taloudellisista vaikutuksista. Laskuri huomioi tarvittaessa myös investointien elinkaaripäästöt, kuten sähköautojen valmistuksesta aiheutuneet päästöt, jotta voidaan arvioida toimenpiteiden kokonaisvaikutukset ja niiden takaisinmaksu aika päästöjen osalta. Työkalu on suunniteltu niin, että sen avulla saadut tulokset voidaan helposti skaalata eri kuntiin tukemaan paikallista päätöksentekoa ja ilmastotyötä.

2.6 Epävarmuudet

Laskennan ja arvioinnin tarkkuuteen liittyy useita epävarmuustekijöitä, jotka on otettava huomioon tulosten tulkinnassa. Nämä epävarmuudet voivat johtua sekä käytetyistä laskentamalleista että saatavilla olevan tiedon luotettavuudesta ja paikallisuudesta. Keskimääräiseen laskentaan liittyy aina kohtuullisen suuria epävarmuuksia käytettyjen oletusten osalta, minkä takia tulosten tulkinnassa on tärkeää tarkastella kriittisesti käytettyjä aineistoja. Tulosten tarkoituksena on antaa karkeaa mittaluokkaa toimenpiteiden toteuttamisen mahdollisista ilmasto- ja taloudellisista vaikutuksista.

Toimenpiteiden arviointien yhteydessä seuraavissa luvuissa on kuvattu tarkemmin kyseisen toimenpiteen arviointiin liittyviä epävarmuuksia ja rajoituksia. Epävarmuudet voidaan jakaa pääasiassa seuraaviin kategorioihin:

1. Tietopohjan epävarmuudet: Laskuri käyttää keskimääräisiä päästökertoimia ja kustannusarvioita, jotka perustuvat avoimiin lähdeaineistoihin ja yleisesti käytettyihin referenssitietoihin. Näiden tietojen laatu ja ajantasaisuus voivat vaikuttaa merkittävästi tulosten tarkkuuteen. Esimerkiksi energian tuotantotavat, energian hinnat, liikenteen päästöt ja maankäytön muutokset voivat vaihdella suuresti eri alueilla ja kunnissa, mikä tekee keskimääräisten arvojen käytöstä haasteellista.
2. Paikalliset olosuhteet ja resurssit: Paikalliset olosuhteet, kuten infrastruktuurin lähtötilanne, alueellinen ilmasto, väestötiheys, taloudellinen tilanne ja poliittiset reunaehdot, vaikuttavat toimenpiteiden toteuttamiseen ja vaikuttavuuteen. Esimerkiksi energiatehokkuustoimenpiteiden vaikutukset voivat olla hyvin erilaisia alueilla, joissa talvikulutus ja -lämmitys poikkeavat merkittävästi valtakunnallisista keskiarvoista. Lisäksi paikallisten tukimuotojen tai rahoitusohjelmien vaihtelut voivat vaikuttaa investointien takaisinmaksuaikoihin ja taloudellisiin vaikutuksiin.
3. Elinkaarivaikutusten arvioinnin epävarmuudet: Joidenkin toimenpiteiden, kuten sähköautojen käyttöönoton, vaikutuksia arvioitaessa tulee ottaa huomioon myös elinkaaripäästöt, jotka liittyvät esimerkiksi valmistukseen ja hävittämiseen. Näiden vaikutusten arvioiminen voi olla monimutkaista ja riippua pitkälti valituista tiedoista ja laskentamalleista. Epävarmuutta voi lisätä se, ettei aina ole saatavilla tarkkaa tietoa valmistusprosessien ja toimitusketjujen vaikutuksista.
4. Sosiaaliset ja hallinnolliset tekijät: Laskuri keskittyy pääasiassa taloudellisiin ja päästövaikutuksiin, mutta toimenpiteiden toteutukseen liittyy myös merkittäviä sosiaalisia ja hallinnollisia haasteita. Esimerkiksi poliittinen hyväksyntä, yhteisön tuki ja asukkaiden tottumukset voivat vaikuttaa toimenpiteiden onnistumiseen ja niiden vaikutusten kestävyYTEEN. Näitä tekijöitä on vaikea kvantifioida laskennassa, mutta niiden roolia ei pidä aliarvioida toimenpiteiden kokonaisvaikutuksia arvioitaessa.
5. Ennustamattomat ulkoiset tekijät: Ilmastotyössä voi ilmetä ennustamattomia ulkoisia tekijöitä, kuten energian hintojen voimakkaita vaihteluja, teknologian nopeaa kehittymistä tai lainsäädännön muutoksia, jotka voivat vaikuttaa arvioituihin taloudellisiin tai ilmastovaikutuksiin. Esimerkiksi uusi energiateknologia voi nopeasti muuttaa investointien kannattavuutta tai päästöjen vähentämispotentiaalia, mikä voi tehdä aiemmista arvioista vanhentuneita.

6. Lähtötietojen epävarmuus: Lähtötietona käytettiin kuntakohtaisia tietoja, joiden laatu ja saatavuus vaihtelivat merkittävästi, mikä vaikutti arvioinnin tarkkuuteen. Joissakin tapauksissa tietoja ei ollut saatavilla tai ne olivat puutteellisia, mikä johti siihen, että arvioinnissa hyödynnettiin yleisiä arvoja. Esimerkiksi energiankulutusta koskevat tiedot eivät olleet kaikilta osin yhdenmukaisia, mikä lisää epävarmuutta päästö- ja kustannusarvioiden luotettavuuteen. Tämän vuoksi raporttiin on joiltakin osin koostettu esimerkkejä ilmastovaikutusten ja kustannusvaikutusten suuruusluokasta, eikä kuntakohtaista tietoa nostettu raporttiin.

Näiden epävarmuustekijöiden vuoksi arvioinnin tulokset ovat suuntaa antavia ja niitä on tarkasteltava kriittisesti. Parhaiden päätösten tekemiseksi kuntien on syytä täydentää laskennallisia arvioita kuntakohtaisilla analyysillä, laadullisilla arvioinneilla ja paikallisella asiantuntemuksella. Raportissa tuodaan avoimesti esiin laskennan rajaukset ja epävarmuudet, jotta kunnat voivat tehdä tietoon perustuvia ja kestäväällä pohjalla olevia päätöksiä. Tämä lähestymistapa auttaa varmistamaan, että ilmastotyössä huomioidaan monipuolisesti kaikki keskeiset tekijät ja että ilmastotavoitteiden saavuttaminen on realistista ja toteutettavissa.

3. Toimenpiteiden arviointi

Tässä luvussa on esitelty työn ensimmäisen osan toimenpiteet ja niiden arviointi. Toisen osan, Kuopion ja Siilinjärven toimenpiteiden arviointi, on esitetty liitteessä 1. Ensin esitellään arvioitavat toimenpiteet ja sen jälkeen siirrytään toimenpidekohtaiseen arviointiin. Toimenpiteiden arviointiluvuissa kuvataan ensin toimenpidettä yleisesti, sekä tuodaan esiin haastatteluissa esiin nousseita huomioita niiden vaikutuksiin tai toteutukseen liittyen. Seuraavaksi vaikutusten arviointi-luvuissa kuvaillaan ilmastovaikutusten ja taloudellisten vaikutusten arviointi, kuntaesimerkki, sekä mahdolliset muut vaikutukset, mikäli muita vaikutuksia arvioitiin. Kaikkien toimenpiteiden osalta ei ole arvioitu kaikkia edellä mainittuja, ja mahdolliset rajaukset on esitetty näiden lukujen yhteydessä. Kuntakohtainen esimerkki sisältää tulokset sekä ilmasto- että taloudellisten vaikutusten osalta saatujen lähtötietojen mukaan joko yhdestä tai useammasta kunnasta, tai yleisen esimerkin kautta. Vaikutusten arvioinnin jälkeen kuvataan toimenpiteen arviointiin liittyvät epävarmuudet ja lopuksi tuodaan esiin johtopäätökset ja suositukset.

3.1 Arvioitavat toimenpiteet

Toimenpiteitä arvioitiin yhteensä 13 ja ne on lueteltu alla teemoittain. Energiaan liittyviä toimenpiteitä on kolme ja liikenteeseen ja liikkumiseen liittyvistä toimenpiteistä tarkasteltiin niin ikään kolmea toimenpidettä. Maankäyttöön ja kaavoitukseen liittyviä toimenpiteitä on kaksi, kuten myös ruokaan sekä hiilinieluihin ja hiilivarastoihin liittyviä toimenpiteitä. Lisäksi tarkasteltiin laadullisesti ilmastokoordinaattorin vaikuttavuutta kuntien ilmastotyön edistämisessä.

Arvioitavia toimenpiteitä tutkittiin eri teemoissa:

- Energia
 - Toimenpide 1: Siirtyminen uusiutuvaan ja päästöttömään energiaan kunnan kiinteistöjen sähkönkulutuksessa
 - 2: Aurinkoenergian potentiaali
 - 3: Öljylämmityksestä luopuminen kunnan kiinteistöissä

- Liikenne ja liikkuminen
 - 4: Kevyen liikenteen edistäminen
 - 5: Siirtyminen vähäpäästöisiin tai päästöttömiin käyttövoimiin urakoissa käytettävissä työkoneissa
 - 6: Siirtyminen vähäpäästöisiin tai päästöttömiin käyttövoimiin liikenteessä (koulukyydit, kunnossapito, kehitysyhtiöiden autot)
- Maankäyttö ja kaavoitus
 - 7: Maamassojen hyödyntäminen paikan päällä
 - 8: Purkumassojen hyödyntäminen
- Ruoka
 - 9: Kasvisruokapäivien lisääminen kouluihin
 - 10: Ruokahävikin vähentäminen kouluissa
- Hiilinielut ja -varastot
 - 11: Purkumaiden metsitys
 - 12: Niittyjen lisääminen
- Muut
 - 13: Ilmastokoordinaattorin palkkaaminen

Seuraavissa luvuissa on kuvattu toimenpiteiden toteuttamisen vaikutuksia päästöihin ja kustannuksiin, sekä arvioinnin toteuttamiseksi käytettyä arviointimenetelmää ja aineistoja sekä epävarmuuksia.

3.2 Toimenpide 1: Siirtyminen uusiutuvaan ja päästöttömään energiaan kunnan kiinteistöjen sähkönkulutuksessa

3.2.1 Toimenpiteen kuvaus

Uusiutuvaan ja päästöttömään energiaan siirtymistä tarkasteltiin kunnan kiinteistöjen sähkönkulutuksessa määrällisesti sekä ilmasto- että taloudellisten vaikutusten osalta. Siirtyminen päästöttömiin tai uusiutuviin energianlähteisiin on ratkaisevan tärkeää ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi, sillä se vähentää kasvihuonekaasupäästöjä ja parantaa ilmanlaatua. Uusiutuvat energialähteet, kuten aurinko ja tuuli, ovat ehtymättömiä ja tukevat kestävämpää resurssien käyttöä sekä energiaomavaraisuutta. Lisäksi ne edistävät ilmastotavoitteiden saavuttamista kansallisesti ja kansainvälisesti sekä voivat luoda uusia taloudellisia mahdollisuuksia.

Työhön osallistuvista kunnista ainakin Kuopiolla, Leppävirralla, Pielavedellä, Siilinjärvellä ja Varkaudella on jo käytössään 100 % päästöttöntä sähköä, joten toimenpiteen arviointi ei koske näitä kuntia.

3.2.2 Vaikutusten arviointi

Ilmastovaikutukset

Ilmastovaikutusten laskennan perustana toimii kuntien ilmoittama kuntien omistuksessa olevien kiinteistöjen sähkönkulutus, jonka lisäksi nykytilan ilmastovaikutusten laskennassa hyödynnettiin kuntien nykyisten sähkösopimusten päästötietoja. Mikäli nykyisen sähkösopimuksen sähkön tuotantojakaumaa tai tuotannon päästökerrointa ei tiedetty, laskettiin nykytilan päästöt käyttäen Fingridin ilmoittamaa Suomen sähkönkulutuksen päästökerrointa (Fingrid, 2024).

Laskennassa keskityttiin vain sähkön tuotannosta aiheutuviin päästöihin, eikä laskennassa otettu huomioon energian ylävirran päästöjä, joita muodostuu esimerkiksi energiavoimaloiden rakentamisesta tai sähkön siirrosta. Näin ollen esimerkiksi tuuli-, aurinko- tai ydinenergialla tuotettu sähkö on täysin päästötöntä. Laskennassa on oletettu, että olemassa olevat sähkösopimukset vaihdetaan 100 % päästöttömään sähkөөn.

Useilla kunnilla on kuntien toimittamien lähtötietojen sekä haastatteluiden perusteella tällä hetkellä käytössään Lumme Energian tuottama sähkö. Lumme Energian myymän energian tuotant jakauma koostuu 11 % ydinvoimasta, 33 % uusiutuvista energianlähteistä ja 56 % fossiilisista energianlähteistä sekä turpeesta, jolloin päästökerroin on yrityksen mukaan 389 g CO₂e/kWh (Lumme Energia, 2023).

Taloudelliset vaikutukset

Päästöttömään sähkөөn siirtymisen taloudelliset vaikutukset herättävät keskustelua, sillä yleinen oletus on, että uusiutuva sähkö on kalliimpaa kuin perinteiset energialähteet. Esimerkiksi Lumme Energian tarjoama aurinkosähkö maksaa tällä hetkellä yli 0,09 €/kWh, mikä on hieman korkeampi kuin kuntien keskimääräinen nykyinen sähkön hinta, joka vaihtelee välillä 0,06–0,076 €/kWh. Tämän perusteella voisi odottaa, että päästöttömään sähkөөn siirtyminen kasvattaa kustannuksia kuntien omistamien kiinteistöjen energiankulutuksessa. Kun tarkastelemme kuntien ilmoittamia lähtötietoja, voimme jo todeta, että päästöttömät sähkösopimukset ovat huomattavasti edullisempia kuin Lumme energian kahden vuoden sopimus tällä hetkellä. Tilanne ei siis ole näin yksinkertainen, sillä sähkön hinta koostuu useista eri elementeistä, ja kilpailutuksen lopputulos voi merkittävästi muuttaa kustannusten lopullista tasoa.

Laskuriin tehdyt oletukset perustuvat kuntien toimittamiin hintatietoihin sekä niistä laskettuihin keskiarvoihin silloin, kun kuntakohtaisia tietoja ei ole saatavilla. Nykyisen sekasähkön keskiarvohinnaksi on asetettu 0,069 €/kWh, ja uusiutuvan sähkön keskiarvohinnaksi 0,0749 €/kWh. Uusiutuvan sähkön keskiarvohinta on laskettu niiden kuntien sähkön hinnoista, joilla uusiutuva sähkö on jo käytössä. Mikäli kunta on ilmoittanut omat sähkönkulutus- ja hintatietonsa, laskuri käyttää näitä tietoja kyseisen kunnan laskelmissa. Keskiarvotietojen tarkoitus on toimia lähtökohtana niille kunnille, joilta tietoja ei ole saatu, mutta ne eivät edusta lopullisia hintoja, joita kunnat voivat saavuttaa esimerkiksi kilpailutuksen kautta. Laskuri mahdollistaa näiden tietojen muokkaamisen, jolloin kunnat voivat simuloida omia tilanteitaan ja vertailla eri vaihtoehtoja, mikä tukee päätöksentekoa ja kuntakohtaisten vaikutusten arviointia.

Kuntaesimerkki

Lumme Energian sähkösopimus on käytössä esimerkiksi Iisalmen kaupungissa, jossa kunnan sähkösopimus kattaa noin 15 000 MWh suuruisen kulutuksen. Kulutus pitää sisällään sekä kunnan omistamien kiinteistöjen, kaupungin yleisten alueiden (esimerkiksi ulkoalueiden valaistus) että vesilaitoksen sähkön kulutuksen. Kunnan omistamia perinteisiä rakennuksia (muut rakennukset kuin vesilaitos) tarkasteltaessa kulutus on noin 10 700 MWh. (Haastattelu 4)

Iisalmen kaupungissa nykyisen sopimuksen vaihtamisella uusiutuvaan sähkөөn saataisiin merkittävä ilmastohyöty. Päästöt vähenisivät vuosittain yhteensä 5 835 t CO₂e (koko kaupungin kulutus) ja pelkkä rakennuskanta huomioon ottamalla 4 162 t CO₂e vuosittain. Koko kaupungin kulutuksella laskettuna, määrä vastaa noin 0,7 % Iisalmen kunnan sähkönkulutuksen päästöistä vuonna 2022 (Syke, 2024).

Keskimäärin Pohjois-Savon kuntien sähkön hinta on nykyisissä sopimuksissa, jotka eivät ole 100 % uusiutuvaa sähköä, 0,069 €/kWh. Uusiutuvan sähkön sopimusten keskimääräinen hinta puolestaan on 0,0749 €/kWh. Tämä vastaa 15 000 MWh kulutuksella laskettuna hieman yli 63 000 euron vuosittaista lisäkustannusta, mikäli nykyinen sopimus vaihdettaisiin uusiutuvaan sähkөөn. Tässä on hyvä huomioida hinnoittelun epävarmuus käytettäessä keskimääräisiä kustannustietoja ja lisäksi sähkön kokonaishinta riippuu useista tekijöistä, joita on avattu enemmän seuraavassa epävarmuudet-luvussa.

Muut vaikutukset

Muita vaikutuksia ei arvioitu.

3.2.3 Epävarmuudet

Päästövaikutusten laskennassa käytettiin Lumme Energian tuottamaa sähköä, jolla on esimerkiksi Suomen keskiarvoiseen sähkön kulutuksen päästökertoimeen verrattuna suuri ilmastovaikutus. Keskimäärin Suomen kulutussähkön päästökerroin on nimittäin noin kymmenen kertaa Lumme Energian ilmoittamaa kerrointa pienempi, 38 g CO₂e/kWh, jolloin esimerkiksi Iisalmen päästövähennys olisi vain noin 570 t CO₂e. Niiden kuntien osalta, joista ei löydetty ajankohtaista sähkön päästökerrointa, päästövaikutus laskettiin käyttäen Suomen sähkönkulutuksen keskiarvoista päästökerrointa (Fingrid, 2024).

Päästöttömän sähkön taloudellisten vaikutusten arvioinnissa on otettava huomioon hintaan vaikuttavien tekijöiden kokonaisuus. Vaikka uusiutuva sähkö voi lähtökohtaisesti näyttää kalliimmalta alkuperätakuunsa vuoksi, lopulliset hinnat määräytyvät kilpailutusten ja markkinatilanteen perusteella. Tämä tuo epävarmuutta yksittäisiin arvioihin ja korostaa sitä, että kuntien tilanne riippuu vahvasti siitä, millaisia sopimuksia ja hinnankiinnityksiä ne tekevät. Haastattelun 4 perusteella voidaan todeta, että päästöttömän sähkön valinta ei välttämättä aina johda merkittäviin lisäkustannuksiin, vaan se voi olla kilpailutetusta sopimuksesta ja markkinatilanteesta riippuen jopa taloudellisesti kannattava vaihtoehto.

Haastattelussa 4 ilmeni, että sähkön kokonaishinta riippuu useista tekijöistä, kuten pörssisähkön systeemi- ja aluehinnoista, energian alkuperätakuista, toimittajan marginaalista sekä Fingridin siirto- ja kulutusmaksuista. Näiden tekijöiden vaihtelut voivat joko nostaa tai laskea sähkön kokonaishintaa kilpailutustilanteessa. Esimerkiksi Iisalmessa uusiutuvan sähkön alkuperätakuu lisäsi kustannuksia 0,3 senttiä/kWh, mutta kilpailutuksessa saavutettiin kokonaisuudessaan edullisempi kokonaishinta. Tämä osoittaa, että vaikka uusiutuvan sähkön valinta saattaa lisätä yksittäistä kustannuselementtiä, muiden osien hinnan lasku voi kompensoida tämän ja johtaa jopa alempiin kustannuksiin. Haastattelussa mainittiin myös, että sopimusten pörssiin sidotut hinnat ja kiinnityksen ajankohdat voivat vaikuttaa merkittävästi siihen, kuinka suuri taloudellinen vaikutus uusiutuvaan sähkөөn siirtymisellä on.

3.2.4 Johtopäätökset ja suositukset

Uusiutuvaan sähkөөn vaihtamalla on saavutettavissa merkittävä hyöty päästövähennyksessä. Kuntien ilmoittamien sähkönsopimustietojen perusteella vaihteluväli eri kunnissa olisi 0,01–0,25 €/kWh, mikä kuvastaa laajaa hajontaa nykyisten sopimusten ja markkinahintojen välillä. Tämä osoittaa, että joidenkin kuntien kohdalla uusiutuvan sähkön käyttöönotto voi kasvattaa kustannuksia merkittävästi, kun taas toisissa kunnissa lisäkustannukset voivat jäädä lähes olemattomiksi. Vaihteluväli korostaa kilpailutuksen tärkeyttä ja kokonaishinnan arviointia, sillä eri hintakomponenttien yhdistelmä vaikuttaa merkittävästi lopullisiin kustannuksiin. Näin ollen laskuri on arvokas työkalu, joka tarjoaa kunnille mahdollisuuden tehdä tietoon perustuvia ja räätälöityjä päätöksiä.

Havaintojen perusteella voidaan todeta, että päästöttömän sähkön taloudellisten vaikutusten arvioinnissa on olennaista ottaa huomioon hintaan vaikuttavien tekijöiden kokonaisuus ja kuntakohtaiset erityispiirteet. Tässä laskuri toimii apuvälineenä, joka auttaa kuntia arvioimaan eri skenaarioita ja mahdollisia muutoksia sähkön hinnoissa ja sähkösopimuksissa, jotka vaikuttavat sähkön päästökertoimeen. Sen vahvuus on joustavuudessa ja muokattavuudessa, sillä kunnat voivat syöttää laskuriin omat sähkönkulutuslukemansa, nykyisten sopimusten päästötiedot ja sopimushinnat sekä kilpailutuksen kautta saadut tarjoushinnat uusiutuvasta sähköstä.

3.3 Toimenpide 2: Aurinkoenergian potentiaali

3.3.1 Toimenpiteen kuvaus

Aurinkoenergia on yhä suosituampi vaihtoehto kunnille, jotka haluavat vähentää hiilidioksidipäästöjään ja samalla pienentää energiakustannuksiaan pitkällä aikavälillä. Aurinkoenergian potentiaalia ilmastovaikutusten pienentämiseksi sekä niiden kustannusvaikutusta arvioitiin kuntien omistamien kiinteistöjen katoille sijoitettavien aurinkopaneelien kautta. Arvioinnissa huomioitiin aurinkoenergian tuotantopotentiaali Pohjois-Savossa, sekä kuntakohtaisia tietoja. Arviointi toteutettiin määrällisesti sekä ilmasto- että taloudellisten vaikutusten osalta ja sitä täydennettiin haastatteluilla.

Huomioita haastatteluista

Aurinkopaneelijärjestelmät tarjoavat kestäväen ratkaisun paikallisen energiantuotannon lisäämiseen ja voivat auttaa vakauttamaan energian hintavaihteluiden vaikutuksia. Useilla kunnista onkin jo käytössään aurinkoenergiaratkaisuja (haastattelut 1, 2, 4 ja 5) ja joillakin kunnista aurinkoenergian asentaminen on jopa automaattinen valinta uusissa rakennuskohteissa (haastattelut 4 ja 5). Esimerkiksi Siilinjärven kunnassa on tehty linjaus, että aurinkoenergia lisätään automaattisesti jokaiseen uuteen rakennuskohteeseen ja tällä hetkellä aurinkopaneeleita löytyy jo noin puolesta kunnan omistamista kiinteistöistä (haastattelu 5). Aurinkoenergian lisäämiseen liittyvissä tulevaisuudensuunnitelmissa on kuitenkin merkittäviä kuntakohtaisia eroja.

Monissa aurinkoenergiaan investoivista kunnista on jo valmiiksi käytössä päästötön sähkö, jolloin aurinkoenergian lisääminen ei vaikuta sähköenergiankulutuksesta aiheutuviin päästöihin. Aurinkopaneelihankeiden taustalla ovatkin olleet esimerkiksi taloudelliset ja omavaraisuusaspektit (haastattelut 2, 4 ja 5), imagokysymykset (haastattelu 1), sekä akkuteknologioiden kehittyessä myös varautumiseen ja sähkön jakelun poikkeustilanteisiin liittyvät kysymykset (haastattelu 4). Aurinkoenergian tuotannon osalta sen sijaan haastatteluissa välittynyt selkeä viesti oli, että tuotannossa keskitytään vain oman kulutustarpeen kattamiseen, eikä paneelihankeilla pyritä pientuottajiksi ja myymään ylimääräistä energiaa verkkoon (haastattelut 1, 2, 4, 5).

Pääasiassa kunnat ovat olleet aurinkopaneeli-investointeihin erittäin tyytyväisiä, ja niihin liittyviä haasteita on ollut vain vähän. Joissakin tapauksissa kuntia ovat mietityttäneet paneelien tekninen kestävyys sekä useiden eri urakoitsijoiden ja paneelimerkkien väliset erot sekä takuu- että huoltosopimuksissa (haastattelu 5). Erot paneelimerkeissä, alan toimijoissa sekä hinnoissa vaikuttavat myös investointien helppouteen ja pienillä kunnilla teknisen osaamisen puute voi aiheuttaa haasteita investointipäätöksiin (haastattelu 2). Tähän asti paneeleja ei ole juuri tarvinnut huoltaa, ja huollot tapahtuvat joko takuusopimusten tai kuntien omien huoltourakoitsijoiden kautta. Talvisin paneeleja ei putsata tai huolleta, eivätkä ne siten tuota energiaa (haastattelut 2 ja 5). Ainoat esiin nousseet haasteet liittyivät investoinnin järjestyksen suhteessa sähkön hintaan: mitä halvemmaksi sähkön markkinahinta laskee, sitä kannattamattommaksi investointi aurinkopaneelisiin voi tulla. Tämä heijastaa energiamarkkinoiden vaikutusta pitkän aikavälin investointipäätöksiin ja takaisinmaksuaikojen arvioihin.

Haastatteluissa nostettiin esiin huomio, että aurinkopaneelit on tähän mennessä mitoitettu tyypillisesti kohteen oman energiatarpeen mukaan, eikä aurinkoenergian varastointi ole vielä ajankohtaista. Haastattelussa 2 todettiin, että kaikki tuotettu sähkö pyritään käyttämään paikan päällä, sillä ylimääräisen sähkön myynti ei ole taloudellisesti kannattavaa siirtomaksujen vuoksi. Tämä linjaus toistui myös muissa haastatteluissa, joissa korostettiin oman tarpeen mukaista mitoitusta ja todettiin, ettei sähköä varastoida tai myydä.

Kilpailutuksen ja teknisen osaamisen merkitys nousi esiin haastatteluissa erityisesti järjestelmän mitoituksen osalta. Haastattelussa 2 nostettiin esiin, että kilowattipiikkien ja invertterien, jotka muuntavat aurinkopaneelien tuottaman tasavirran vaihtovirraksi, riittävän kapasiteetin tarkka laskenta on avain aurinkopaneelihankinnan onnistumiselle. Virheet mitoituksessa voivat johtaa merkittäviin lisäkustannuksiin ja heikentää hankkeen kustannustehokkuutta. Myös kilpailutuksen tarkkuuden todettiin olevan ratkaisevaa, sillä järjestelmän komponenttien, erityisesti invertterin, hinta ja laatu vaikuttavat merkittävästi kokonaiskustannuksiin.

Rahoituksen osalta haastattelut toivat esiin erilaisia näkökulmia. Haastattelussa 4 korostettiin, että kunnat voivat hyödyntää leasing- ja vuokratarkaisuja, jotka vähentävät investointien alkuvaiheen rahoituspaineita. Näiden tarkaisujen avulla aurinkoenergiajärjestelmiä voidaan toteuttaa joustavasti, vaikka investointibudjetit olisivat tiukkoja. Toisaalta haastattelussa 1 tuotiin esiin, että pienempien kuntien on laskettava huolellisesti investointien kannattavuus ja otettava huomioon sähkön hinnan vaihteluiden vaikutus takaisinmaksuaikaan. Haastateltujen mukaan sähkön hinnan lasku voisi pidentää takaisinmaksuaikoja merkittävästi, jopa lähemmäs 20 vuoteen. Tämä korostaa sähkön markkinahinnan merkitystä investointien kannattavuuden arvioinnissa.

3.3.2 Vaikutusten arviointi

Ilmastovaikutukset

Ilmastovaikutusten arviointi perustuu kattopinta-alan avulla laskettavaan aurinkoenergian lisäämispotentiaaliin. Tätä varten työssä tehtiin erillinen tarkastelu Pohjois-Savon alueen keskimääräisestä aurinkoenergian säteilypotentiaalista. Tarkastelu tehtiin Siilinjärven alueelle sen maantieteellisesti keskeisen sekä aluetta hyvin kuvaavan sijainnin vuoksi. Säteilypotentiaalin määrittämisessä käytettiin maanmittauslaitokselta saatavia laserkeilausaineistoja. Varsinainen analyysivaihe toteutettiin ArcGis Raster Solar Radiation -työkalulle, joka laskee määritettävälle ajankohdalle ja alueille solukohtaisen auringon säteilymäärän yksikössä kWh/m².

Mallin luomiseksi Siilinjärven alueelta tarkasteltiin kaikkia maanmittauslaitoksen ilmoittamia rakennuksia ja niiden pinta-aloja. Realistisen säteilymallin luomiseksi rakennuksista rajattiin kuitenkin pois kattorakenteiltaan aurinkopaneelleille soveltumattomat, liian jyrkät, pinnat (yli 45 astetta) sekä pohjoissuuntaan (välille 337,5–22,5 astetta) suuntautuvat katto-osuudet. Lopputuloksena saatiin listaus kaikista edellä mainitut rajaukset täyttävistä Siilinjärven alueen rakennuksista sekä niihin vuoden aikana kohdistuvasta aurinkosäteilyn määrästä. Näiden perusteella johdettiin saatu keskiarvoinen säteilypotentiaali Siilinjärvellä. Tätä keskiarvoista säteilypotentiaalia, 480 kWh/m²/vuosi, on käytetty arvioitaessa kaikkien Pohjois-Savon kuntien alueella sijaitsevien, kuntien omistamien kiinteistöjen aurinkoenergian potentiaaleja.

Taloudelliset vaikutukset

Aurinkoenergian lisäämisen taloudelliset vaikutukset riippuvat useista tekijöistä, kuten aurinkosähköjärjestelmän koosta, asennuskustannuksista, rahoitusratkaisusta ja vertailuun käytettävän sähkön hinnasta. Työssä arvioitiin kunnan aurinkovoimainvestoinnin taloudellista kannattavuutta ja vaikutuksia. Arvioinnissa otettiin huomioon keskeiset muuttujat, kuten sähkön hinta, paneelien määrä, investointikustannukset, huoltokustannukset sekä tuotetun sähkön määrä. Näiden tietojen avulla laskettiin takaisinmaksuaikaa, vuosittaisia kustannuksia, kustannussäästöjä sekä taloudellista vaikutusta lainan kanssa ja ilman lainaa.

Arvioinnissa käytettiin referenssinä 400 W aurinkopaneeleja, koska ne ovat markkinoilla yleisesti käytettyjä korkean suorituskyvyn malleja. 400 W paneelit ovat myös tehokkuutensa ja hintansa puolesta kustannustehokkaita, mikä tekee niistä hyvän lähtökohdan kunnan energiantuotantotarpeiden arviointiin. Katon pinta-ala määrää, kuinka monta paneelia voidaan asentaa.

Paneelin investointikustannuksen arvioitiin olevan 300 €/paneeli, mikä sisältää sekä paneelin hinnan että asennuskustannukset. Kokonaisinvestointikustannus laskettiin kertomalla yksittäisen paneelin kustannus katolle mahtuvien paneelien lukumäärällä, joka perustuu käytettävissä olevaan katon pinta-alaan. Huoltokustannukset on laskettu 5 €/paneeli vuodessa. Tämä kattaa paneelien vuosittaisen ylläpidon, kuten puhdistuksen ja tekniset tarkastukset. Arvioinnissa huomioitiin näiden kulujen vaikutusta järjestelmän kannattavuuteen pitkällä aikavälillä. Jokaisen paneelin vuotuinen tuotanto on arvioitu olevan 360 kWh, mikä on realistinen arvo Suomessa ottaen huomioon paikalliset sääolosuhteet ja aurinkopaneelien suorituskyvyn.

Arvioinnissa huomioitiin myös lainan vaikutus kannattavuuteen. Arvioinnissa laskettiin vuosittainen lainan maksuerä käyttäen annuiteettikaavaa. Tämä maksuerä vähennetään vuosittaisista kustannussäästöistä, jolloin voidaan arvioida takaisinmaksuaika taloudellisesti lainan kanssa.

Kuntaesimerkki

Esimerkiksi Iisalmen kaupungilla, jossa kaupungin omistamien rakennusten (pois lukien vesilaitos) sähkönkulutus on noin 10 700 MWh vuodessa, nykytilan päästöt sähkönkulutuksesta ovat Suomen keskimääräisellä sähkönkulutuksen päästökertoimella laskettuna noin 407 t CO₂e. Kaupungin omistamien rakennusten tarkka kattopinta-ala ei ole saatavilla, mutta esimerkiksi 10 000 m² kattopinta-alalla kaupunki voisi tehtyjen laskelmien mukaan tuottaa 4800 MWh sähköä. Tämä kattaisi 45 % kunnan nykyisestä sähkönkulutuksesta ja voisi vähentää ostoenergiasta aiheutuvia päästöjä noin 182 t CO₂e.

Taloudellisia vaikutuksia on kuvattu alla olevassa taulukossa (**Taulukko 1**). Kattopinta-alan ollessa 10 000 m², arvioitu investointikustannus on 1,35M€. Paneeleilla tuotettu sähkön määrä olisi tällöin 1 620 MWh, mikä toisi kustannussäästöjä n. 90 000 € vuodessa. Arvio on laskettu kuntien nykyisten, ei 100 % -uusiutuvien sähkösopimusten keskiarvoisella hinnalla. Takaisinmaksuaika ilman lainaa olisi noin 15 vuotta.

Taulukko 1 Aurinkopaneelien asentamisen taloudelliset vaikutukset, kun paneeleita asennetaan 10 000 m² kattopinta-alalle.

| Muuttuja | Tulos |
|---|--------------|
| Kattopinta-ala (m ²) | 10 000 |
| Katolle mahtuvien paneelien lukumäärä (kpl) | 4 500 |
| Investointikustannus (€) | 1 350 000 |
| Huoltokustannus (€ per vuosi) | 22 500 |
| Paneeleilla tuotettu sähkö (kWh/vuosi) | 1 620 000 |
| Kustannussäästö (€ per vuosi) | 89 280 |
| Takaisinmaksuaika ilman lainaa (vuotta) | 15,1 |

Muut vaikutukset

Muita vaikutuksia ei arvioitu.

3.3.3 Epävarmuudet

Arvioinnissa huomioitiin vain käytön aikaiset päästöt, eikä aurinkopaneelien tuotannon päästöjä otettu huomioon. Tuotannon päästöt riippuvat valittavasta aurinkopaneelimallista ja voivat vaihdella merkittävästi eri valmistajien välillä.

Haastatteluissa selvisi, että paneeleja ei talvisin putsata tai huolleta, eivätkä ne siten tuota energiaa talvella (haastattelut 2 ja 5). Vaikka säteilypotentiaali on luonnollisestikin hyvin alhainen talvikuukausina, mikä on huomioitu säteilypotentiaalini arvioinnissa, voi työssä laskettu keskiarvoinen säteilypotentiaali kuitenkin olla hiukan liian optimistinen, mikäli paneelit ovat lumen alla pitkiä aikoja. Näin ollen myös mahdolliset paneeleilla saatavat päästösäästöt voivat olla liian optimistisia.

Työssä tuotettu arvio aurinkoenergian investointien taloudellisista vaikutuksista antaa hyvän lähtökohdan, mutta se ei kykene täysin kattamaan aurinkoenergiainvestointien monimuotoisuutta. Haastatteluista saatujen tietojen perusteella on selvää, että käytännön toteutuksessa on otettava huomioon useita tapauskohtaisia tekijöitä, joita laskennassa ei voida täysin huomioida kuntatasolla.

Aurinkoenergian varastointi ei ole vielä ajankohtaista Pohjois-Savon kunnissa, mutta akkuteknologioiden kehittymistä seurataan tarkasti tulevaisuuden mahdollisuuksien varalta. Haastatteluissa kävi ilmi, että kunnissa on kiinnostusta siihen, miten energian varastointi voisi parantaa aurinkoenergian hyödyntämistä ja lisätä sen kannattavuutta pitkällä aikavälillä. Nykytilanteessa investoinnit keskittyvät ainoastaan järjestelmiin, jotka tuottavat sähköä kiinteistöjen suoraan kulutukseen.

3.3.4 Johtopäätökset ja suositukset

Aurinkoenergian hyödyntämiselle on selvästi potentiaalia ja kiinnostusta kunnissa. Kuntien omistamien kiinteistöjen kattopinta-aloja hyödyntämällä aurinkoenergian tuotantoon, voidaan saavuttaa merkittäviä hyötyjä niin ilmastovaikutusten kuin kustannusten osalta.

Arvioinnin ja haastatteluissa tehtyjen havaintojen perusteella on selvää, että aurinkoenergiainvestointien suunnittelu vaatii monialaista asiantuntemusta ja yksityiskohtaista arviointia. Vaikka laskuri tarjoaa hyödyllisen työkalun kustannusten ja säästöjen arvioimiseen, käytännön päätöksenteossa on otettava huomioon kunnallisten tarpeiden ja resurssien moninaisuus, kilpailutuksen tarkkuus sekä energiamarkkinoiden kehitys. Haastattelut vahvistivat aurinkoenergian olevan kunnille houkutteleva ja potentiaalisesti kustannustehokas ratkaisu, mutta sen menestyksenkäs hyödyntäminen edellyttää huolellista valmistelua ja kohdekohtaista optimointia.

3.4 Toimenpide 3: Öljylämmityksestä luopuminen kunnan kiinteistöissä

3.4.1 Toimenpiteen kuvaus

Öljylämmityksestä luopumista kunnan kiinteistöissä arvioitiin selvittämällä vaihtoehtoisten lämmitysratkaisujen vaikutusta päästöihin ja kustannuksiin. Öljylämmityksen päästöjä ja kustannuksia verrattiin ilmavesilämpöpumppujen käyttöön sekä kaukolämpöön siirtymiseen. Arviointi toteutettiin määrällisesti sekä ilmasto- että taloudellisten vaikutusten osalta. Arviointia täydennettiin haastatteluilla.

Ilma-vesilämpöpumppu on osoittautunut erittäin energiatehokkaaksi lämmitysratkaisuksi, joka oikein mitoitettuna voi vähentää rakennuksen lämmityskustannuksia normaaliolosuhteissa jopa 60–70 % (Motiva, 2024). Lämpöpumppu hyödyntää ulkoilman lämpöenergiaa siirtämällä sitä vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään. Suomessa ilma-vesilämpöpumpun (myöh. IVLP) hyötysuhde on Motivan (2024) mukaan parhaimmillaan, kun ulkolämpötila pysyy noin -10 – +10 °C välillä. Näissä lämpötiloissa lämpöpumppu pystyy tehokkaasti tuottamaan tarvittavan lämmön ilman merkittävää lisäenergiaa. Oikein asennettuna ja käytettynä IVLP:llä voidaan korvata jopa 80 % öljynkulutuksesta, mikä tekee siitä houkuttelevan vaihtoehdon öljylämmityksen rinnalle (Motiva, 2024). Rakennuksen koolla ei ole juurikaan merkitystä, koska IVLP:n teho voidaan mitoittaa lähes kuinka suureksi tahansa (Scanoffice, 2024).

Suomen ankarissa talviolosuhteissa ulkolämpötilat voivat kuitenkin laskea huomattavasti alle lämpöpumppujen optimaalisen lämpötilojen vaihteluvälin, mikä heikentää IVLP:n suorituskykyä. Lämpöpumppujen tehokkuus laskeekin merkittävästi lämpötilan laskiessa alle -20 °C. Näissä olosuhteissa lämpöpumppu ei kykene yksin tuottamaan riittävää määrää lämpöenergiaa, jolloin järjestelmän sähkövastus tai erillinen lämmitysjärjestelmä, kuten öljykattila, tulee tarpeelliseksi. Näinä kylminä päivinä täydentävä lämmitysjärjestelmä on välttämätön, jotta sisälämpötila pysyy mukavana ja energiatehokkuus voidaan optimoida.

Kun IVLP kytketään öljylämmityksen rinnalle, öljykattila toimii varalämmitysjärjestelmänä. Tämä tarkoittaa sitä, että öljylämmitys kytkeytyy automaattisesti päälle vain kovilla pakkasilla, jolloin IVLP:n hyötysuhde laskee merkittävästi. Öljylämmityksen hyötysuhde on näissä olosuhteissa usein korkeampi kuin pelkän sähkövastuksen käyttö, ja se voi olla myös taloudellisesti kannattavampaa, sillä sähkön pörssihinta nousee tyypillisesti kovien pakkasten aikana korkealle lämmitysenergian tarpeen ollessa suurimmillaan. (Motiva, 2024)

Toimivien öljykattiloiden jättäminen osaksi hybridilämmitysjärjestelmää on teknisesti ja taloudellisesti perusteltua erityisesti niissä rakennuksissa, joissa järjestelmän täydellinen uusiminen ei ole järkevää. Tämä mahdollistaa järjestelmän joustavan käytön äärimmäisissä sääolosuhteissa ja vähentää lisälämmityksen sähkökustannuksia. Lisäksi öljylämmityksessä voidaan nykyisin käyttää uusiutuvaa bioöljyä, mikä pienentää järjestelmän ympäristövaikutuksia verrattuna perinteiseen fossiiliseen öljyyn. Olemassa oleva öljylämmityslaitteisto voidaan usein päivittää uusiutuvaa lämmitysöljyä käyttäväksi pienillä muutostöillä, kuten liekintunnistimen vaihdolla ja polttimen säädöllä. On tärkeää muistaa, että tarvittavat muutostyöt tulee toteuttaa ennen uusiutuvan lämmitysöljyn tilaamista. Uudet öljykattilat puolestaan toimivat suoraan uusiutuvalla lämmitysöljyllä ilman lisämuutoksia. (Motiva, 2024)

3.4.2 Vaikutusten arviointi

Ilmastovaikutukset

Öljystä luopumisen ilmastovaikutukset on laskettu vertaamalla öljyn poltosta aiheutuvia päästöjä kahden vaihtoehdoisen lämmitysjärjestelmän, ilma-vesilämpöpumpun (IVLP) sekä kaukolämpöjärjestelmän, käytön aikaisiin päästöihin. Nykytilan päästöt on laskettu perustuen kuntien ilmoittamaan öljyn kulutukseen. Laskennassa on huomioitu vain kohteet, joissa öljy toimii pääasiallisena lämmitysmuotona. Mikäli öljy on ilmoitettu käytettäväksi varavoimana, laskentaa ei ole tehty.

Vertailtavista lämmitysjärjestelmistä ilma-vesilämpöpumpussa energia tuotetaan öljyn sijaan sähköllä. Energiantarpeen mitoitus on laskettu perustuen öljyn energiasisältöön sekä öljykattilan ja IVLP-järjestelmän oletettuihin hyötysuhteisiin. Päästösäästö järjestelmien välillä on laskettu kahdella eri optiolla, joista ensimmäisestä IVLP-systeemin käyttämän sähkön päästöt on laskettu Suomen sähkön kulutuksen päästökertoimella (Fingrid, 2024). Toisessa vaihtoehdossa IVLP-systeemin oletetaan käyttävän vain päästöttömillä tai uusiutuvilla energianlähteillä tuotettua sähköä, jolloin muodostuva päästösäästö on vieläkin suurempi.

Vaihtoehtoisena laskentana on verrattu öljylämmitysjärjestelmän käytön aikaisia päästöjä kaukolämmön päästöihin. Tällöin laskennassa on oletettu, että kaukolämmön tarve on suoraan verrannollinen öljylämmityksellä tuotettavaan energiamäärään, kuitenkin öljykattilan hyötysuhde huomioiden. Kaukolämmön päästöjä on arvioitu kolmella eri tavalla: Suomen keskimääräisellä kaukolämmön päästökertoimella (Motiva 2020–2022), kuntakohtaisilla kaukolämmön päästökertoimilla, sekä uusiutuvan kaukolämmön päästökertoimella. Suurimmat päästösäästöt saadaan luonnollisesti uusiutuvan kaukolämmön käytöllä, mutta tällaista kaukolämpöä ei välttämättä ole saatavilla jokaisella paikkakunnalla. Kunnittain paikallinen kaukolämmön päästökerroin on joko suurempi tai pienempi, kuin Suomen keskiarvo, eli myös vastaavat päästöt kaukolämpöjärjestelmissä olisivat toisinaan keskimääräisesti suuremmat tai pienemmät kuin muualla Suomessa.

Kun verrataan toisiinsa IVLP- ja kaukolämpöjärjestelmien käytön aikaisia päästöjä, nähdään, että päästöt ovat keskimäärin pienemmät IVLP-systeemiä käytettäessä. Mikäli energia on uusiutuvaa, päästösäästö on molemmissa järjestelmissä yhtä suuri.

Ilma-vesilämpöpumppuun siirtymisen taloudelliset vaikutukset

Kunnat voivat saada tukea öljylämmityksestä luopumiseen Aralta, mikäli öljystä luovutaan kiinteistöissä kokonaan ja lämmitysjärjestelmät korvataan uusiutuvaa energiaa hyödyntävillä ratkaisuilla, kuten kaukolämmöllä tai maalämmöllä. Avustusta voi saada esimerkiksi päiväkotien, koulujen ja kirjastojen lämmitysjärjestelmien muutostöihin, ja se kattaa kustannuksia, kuten suunnittelua, purkua, kierrätystä, laitteita ja asennuksia. Öljysäiliöt ja -laitteistot on myös poistettava rakennuksesta kokonaan. Avustuksen suuruus on enintään 35 % hyväksytyistä kustannuksista kunnille, jotka ovat liittyneet energiatehokkuussopimukseen, ja 30 % muille kunnille. (ARA, 2024) Hankkeiden tulee valmistua 30.9.2025 mennessä, mutta haastattelussa (haastattelu 5) kunnat nostivat esiin, että tämä aikataulu on liian tiukka, jotta kaikki muutokset suunnitelmista toteutukseen ehdittäisiin toteuttaa ajoissa.

Öljylämmityksestä luopumisen taloudellisia vaikutuksia laskettiin kiinteistöjen energiakustannuksien kautta öljylämmityksen ja ilma-vesilämpöpumppiin (IVLP) perustuvan lämmitysjärjestelmän välillä.

IVLP:n huoltokustannukset voivat vaihdella merkittävästi laitteiston käytön, iän ja huoltopalveluntarjoajan mukaan. Keskimääräisiä arvoja on vaikea yleistää tarkasti jokaiseen tapaukseen. Haastattelussa (haastattelu 5) tuli esille, että ilmavesilämpöpumpujen (IVLP) järjestelmissä on havaittu huomattavasti enemmän vikatilanteita verrattuna esimerkiksi aurinkopaneeleihin. Tämä nostaa niiden huoltokustannuksia ja aiheuttaa käyttäjille lisähaasteita. Erityisesti syrjäseuduilla sähkökatkokset voivat johtaa siihen, että IVLP-järjestelmät jäävät vikatilaan, mikä vaatii usein manuaalista tarkastusta ja huoltotoimia. Lisäksi automaation kautta tulevat ilmoitukset vikatilanteista voivat viivästyä, mikä pahentaa ongelmatilanteiden hallintaa. Näiden laitteistojen toiminta on vahvasti riippuvaista sähköstä, mikä tekee niistä alttiimpia häiriöille kuin esimerkiksi aurinkopaneelit, joiden toiminta on luonteeltaan yksinkertaisempaa ja pitkäikäisempää. Haastattelussa 5 korostettiin, että tämän vuoksi IVLP-järjestelmien huoltokustannukset voivat nousta huomattavasti korkeammiksi kuin alun perin arvioitiin.

Laskennassa energiatehokkuus (COP) on valittu kiinteäksi arvoksi (3,5), joka vastaa Suomen olosuhteissa yleisesti käytettävien IVLP-järjestelmien vuotuisen hyötysuhteen keskiarvoa. Ilma-vesilämpöpumpun hinta asennettuna on omakotitalossa alkaen n. 10 000 euroa. Taloyhtiöissä ja liikekiinteistöissä ilma-vesilämpöjärjestelmän hinta on noin 50 000 ja 300 000 euron välillä. (Tom Allen Senera Oy, 2024)

Öljylämmityksen vuosikustannukset laskettiin ottaen huomioon polttoöljyn hinnan, öljyn energiasisällön ja öljykattilan sekä IVLP:n hyötysuhteen. Lähtötiedoissa ilmoitetun öljyn vuosittaisen kulutuksen ja öljykattilan hyötysuhteen avulla kyetään arvioimaan rakennuksen lämmitykseen tarvittavan energian määrän. IVLP:n hyötysuhteen ja lämmitykseen tarvittavan energian määrästä saadaan sähköenergian tarve IVLP-järjestelmälle kyseisen rakennuksen lämpöenergian tarpeen täyttämiseksi. Sähköenergian hinta muodostaa IVLP-järjestelmän energiakustannukset ja vertaamalla niitä kulutetun öljyn hintaan, voidaan arvioida muodostuva säästö.

Kaukolämpöön siirtymisen taloudelliset vaikutukset

Seuraavaksi tarkastellaan muutoksen taloudellisia vaikutuksia keskittyen energiakustannuksiin, alkuinvestointeihin ja ylläpitoon. Kaukolämpö on hinnaltaan vakaa ja edullinen lämmitysmuoto verrattuna öljylämmitykseen. Kaukolämmön keskimääräinen energian hinta Suomessa on 60–80 €/MWh, eli noin 0,06–0,08 €/kWh (Motiva, 2024). Tämä on huomattavasti alhaisempi kuin öljylämmityksen kustannukset, jotka perustuvat polttoöljyn hintaan (1,20–1,40 €/litra), mikä vastaa noin 0,12–0,14 €/kWh. Esimerkiksi kiinteistössä, jonka lämmitystarve on 100 000 kWh vuodessa, öljylämmityksen vuosikustannukset ovat noin 12 000 euroa, kun taas kaukolämpöön siirtyminen laskisi vuosikustannukset noin 7 000 euroon. Näin ollen kaukolämmön käyttöönotolla saavutettaisiin vuosittain jopa 5 000 euron säästö lämmityskustannuksissa kiinteistöä kohden.

Siirtyminen kaukolämpöön edellyttää kuitenkin alkuinvestointeja, jotka koostuvat liittymismaksusta sekä lämmönjakokeskuksen asennuksesta. Liittymismaksut vaihtelevat alueittain, mutta ne ovat tyypillisesti 5 000–10 000 euroa kiinteistöä kohden (Motiva, 2024). Lisäksi lämmönjakokeskuksen asentaminen maksaa noin 10 000–20 000 euroa riippuen kiinteistön koosta ja teknisistä vaatimuksista (Fortum, 2024). Esimerkiksi kiinteistössä, jonka investointikustannus kaukolämpöön olisi 25 000 euroa, saavutettaisiin 5 000 euron vuosittaisilla säästöillä noin viiden vuoden takaisinmaksuaika. Tämä tekee kaukolämmöstä kilpailukykyisen vaihtoehdon öljylämmitykseen verrattuna.

Kaukolämpöjärjestelmä on myös käytön ja ylläpidon kannalta edullinen. Toisin kuin öljylämmitys, kaukolämpö ei vaadi polttoainevarastoja eikä polttimen säännöllistä huoltoa, mikä vähentää ylläpitokustannuksia merkittävästi. Kaukolämmön vuosittaiset huoltokustannukset ovat öljylämmitykseen verrattuna satoja euroja tai lähes tuplasti alhaisemmat (Motiva, 2024). Näin kaukolämpö tarjoaa merkittäviä säästöjä paitsi energiakustannuksissa myös huollon ja ylläpidon osalta.

Kaukolämmön käyttökustannukset vuosittain on laskettu käyttäen Motivan ilmoittamaa kaukolämmön keskihintaa 7 snt/kWh. Käyttökustannukset €/vuosi saadaan, kun ilmoitetun öljyn kulutukseen perustuva lämmitysöljystä saatava energiamäärä kerrotaan kaukolämmön keskimääräisellä hinnalla. Esimerkkitapauksessa öljyä on kulutettu lämmitykseen vuoden aikana 9 000 litraa. Kyseisestä määrästä tuotetaan lämpöenergiaa lämmitysjärjestelmällä noin 81 000 kWh vuodessa. Kyseisen energiamäärän ostaminen kaukolämpöverkosta maksaa näin ollen vuodessa noin 5 700 € 7 snt/kWh hinnalla, kun vuosittaiset öljykustannukset olivat 9 000 litran kulutuksella noin 13 000 €.

Kuntaesimerkki

Esimerkiksi Pielavedellä, jossa öljynkulutus on 12 000 litraa vuodessa, öljyllä saatava energiamäärä olisi 90 % kattilahyötysuhteella 108 MWh ja kokonaispäästöt öljyn poltosta noin 30,5 t CO₂e. IVLP-systeemillä energiantarve vähenisi 27 MWh sähkönkulutukseen vuodessa. Päästöissä tämä tarkoittaisi Suomen keskimääräistä sähkön kulutuksen päästökerrointa käyttämällä 29,5 t CO₂e, eli 96,6 %:n, päästövähennemää.

Kaukolämpöjärjestelmään vaihdettaessa päästöt olisivat Suomen keskimääräisellä kaukolämmön päästökertoimella laskettuna 15,6 t CO₂e, eli päästöt vähenisivät noin puoleen öljyjärjestelmän päästöistä. Pielaveden oman kaukolämmön päästökertoimella kaukolämpöjärjestelmään siirtyminen tarkoittaisi 71,6 % päästövähennystä vuodessa öljylämmitykseen verrattuna, sillä Pielaveden kaukolämmön päästöt ovat Suomen keskiarvoa pienemmät. Uusiutuvia energiamuotoja käyttämällä sekä IVLP- että kaukolämpöjärjestelmillä voitaisiin kuitenkin kummallakin saavuttaa 100 % päästövähennemää.

Pielavedellä öljynkulutuksen kokonaiskustannukset sen sijaan ovat noin 16 800 € vuodessa (1,40 €/litra). IVLP:n energiatarve lasketaan kiinteistön lämmitystarpeen perusteella hyödyntäen COP-arvoa. Esimerkiksi saman kiinteistön energiakustannukset IVLP:llä ovat noin 3 085 € vuodessa (sähkön hinta 0,10 €/kWh), jolloin säästöä energiakustannuksissa syntyy vuositasolla lähes 14 000 €. Esimerkiksi Keiteleeseen ilmoittaman öljyn vuosikulutuksen perusteella siirtyminen IVLP-järjestelmään toisi vuosittain noin 10 000 € ja Sonkajärvellä 9 500 € säästön. Ilmavesilämpöpumppu maksaa itsensä takaisin keskimäärin 5–8 vuodessa, mutta on huomioitava, että takaisinmaksuaika on aina tilannekohtainen ja monen tekijän summa (RH Kylmäteknikka, 2023).

Muut vaikutukset

Muita vaikutuksia ei arvioitu.

3.4.3 Epävarmuudet

Arvioinnissa huomioitiin öljylämmityksen ja vertailtavien vaihtoehtojen käytön aikaisia päästöjä. Pelkkien käytön aikaisten päästöjen lisäksi on kuitenkin hyvä huomata, että päästöjä syntyy myös lämpöjärjestelmien valmistuksesta sekä asennuksesta ja käyttöönotosta, jolloin todellinen ero järjestelmien aiheuttamien päästöjen välillä voi olla erilainen. Myös vanhan öljyjärjestelmän purkamisen voi kuluttaa esimerkiksi energiaa, joka voi aiheuttaa päästöjä. Näitä arvoketjusta tai muuten epäsuorasti muodostuvia päästöjä ei ole arvioitu tässä työssä.

Taloudellisten vaikutusten osalta tehtiin ainoastaan energiakustannusten vertailua, jättäen pois muita kustannusvaikutuksia, kuten hankinta, huolto- ja asennuskustannuksia. Kyseinen rajaus tehtiin, koska IVLP:n laitteistokustannukset vaihtelevat suuresti, niiden huoltokustannusten arviointi on haasteellista ja energiatehokkuuden arviointi on paikkakohtaista.

Markkinoilla on useita eri merkisiä ja mallisia laitteita, joiden hankinta- ja asennushinnat riippuvat teknisistä ominaisuuksista, valitusta kapasiteetista ja kiinteistön ominaisuuksista. Näiden huomioiminen vaatisi projektikohtaista selvitystä.

IVLP:n huoltokustannukset voivat vaihdella merkittävästi laitteiston käytön, iän ja huoltopalveluntarjoajan mukaan, joten IVLP-järjestelmien huoltokustannukset voivat nousta huomattavasti korkeammiksi kuin laskennassa on arvioitu.

3.4.4 Johtopäätökset ja suositukset

Kaukolämpö on Suomessa laajasti käytetty lämmitysmuoto, joka tarjoaa merkittäviä taloudellisia ja ympäristöllisiä hyötyjä erityisesti tiiviisti rakennetuilla alueilla. Jos kunnat vaihtaisivat kiinteistöjensä lämmityksen öljystä kaukolämpöön, muutos vaikuttaisi positiivisesti niin energiakustannuksiin kuin ilmastovaikutuksiin.

Kokonaisuudessaan siirtyminen öljylämmityksestä kaukolämpöön on kunnille taloudellisesti järkevä ratkaisu, joka tuo huomattavia säästöjä energiakustannuksissa ja vähentää samalla päästöjä. Kaukolämpö tarjoaa kustannustehokkaan, ympäristöystävällisen ja käytännöllisen ratkaisun, joka tukee kuntien kestävä kehityksen tavoitteita ja pitkän aikavälin budjettihallintaa. Vaikka alkuinvestoinnit ovat merkittäviä, vakaat energiahinnat ja alhaisemmat ylläpitokustannukset tekevät kaukolämmöstä houkuttelevan vaihtoehdon, erityisesti niillä alueilla, joilla kaukolämpöverkko on jo olemassa.

Bioöljy voi olla erityisen kannattava vaihtoehto kohteissa, joissa täydellinen lämmitysjärjestelmän uusiminen ei ole enää järkevää, mutta joissa lämmitystä on edelleen tarpeen jatkaa. Monissa kunnissa öljylämmitysjärjestelmät ovat saavuttamassa elinkaarensa loppupään, jolloin niiden päivittäminen uusiutuvalla energialla toimiviksi voi tarjota kustannustehokkaan ja ympäristöystävällisen ratkaisun ennen mahdollisia suurempia investointeja. Tämä lähestymistapa tarjoaa kunnille joustavan keinon siirtyä kohti vähäpäästöisempiä energiaratkaisuja, samalla kun se mahdollistaa olemassa olevien resurssien hyödyntämisen ja pitkän aikavälin kustannusten hallinnan.

On suositeltavaa, että kunnissa harkitaan toimivien öljylämmitysjärjestelmien säilyttämistä osana hybridilämmitystä erityisesti vanhemmissa rakennuksissa, joissa täydellinen lämmitysjärjestelmän vaihto voisi olla haasteellista tai kustannustehotonta. Tämä ratkaisu tarjoaa paitsi joustavan varalämmityksen, myös mahdollisuuden hyödyntää uusiutuvia polttoaineita, mikä tukee ilmastotavoitteiden saavuttamista. Lisäksi haastatteluissa nousi esiin, että öljylämmityksestä luopumisen aikataulu on liian tiukka kunnille käynnissä olevaan Aran rahoitushakuun ehtimiseksi.

Arvioinnit perustuvat keskiarvoihin ja kiinteistökohtaisen arvion saamiseksi on syytä kartoittaa ainakin laitteiston hankinta- ja asennuskustannukset, huollon vuosittaiset kulut sekä rakennuksen tarkka lämmitystarve ja lämmitysjärjestelmän nykytila.

Lisäksi Motivan verkkosivuilla on pientalon lämmitysvaihtoehtojen vertailuun tarkoitettu laskuri, jolla voi tarkastella eri lämmitysmuotojen kustannuksia vuositasolla sekä kumulatiivisia kokonaiskustannuksia. Laskuri on ilmainen ja se on saatavilla osoitteessa <https://lammitysvertailu.eneuvonta.fi/>.

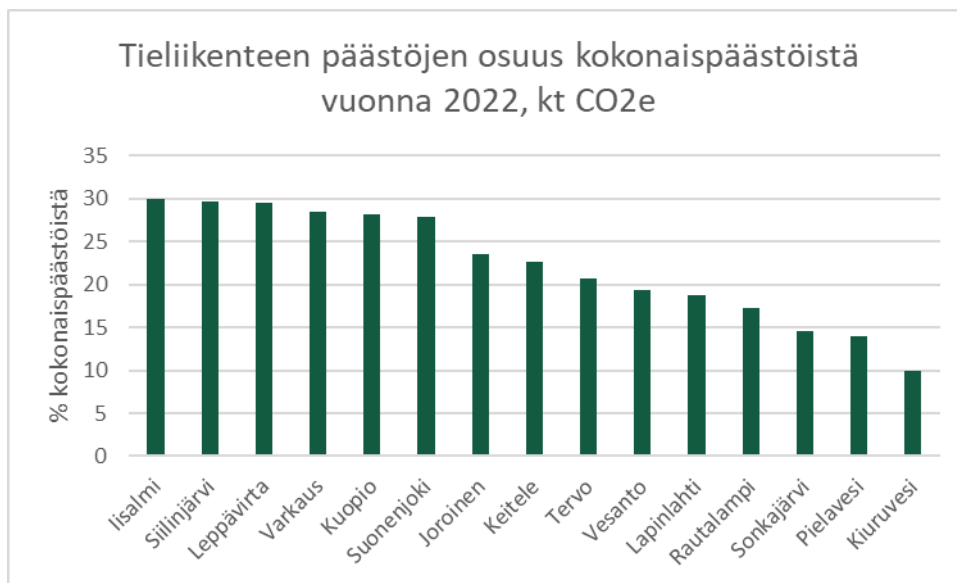
3.5 Toimenpide 4: Kevyen liikenteen edistäminen

3.5.1 Toimenpiteen kuvaus

Kevyen liikenteen, eli jalankulun ja pyöräilyn edistämistä arvioitiin laadullisesti ilmastonäkökuulmasta, sekä muiden hyötyjen näkökuulmasta hyödyntäen aiheen tutkimuksia ja asiantuntijanäkemyksiä. Arviointia täydennettiin haastatteluilla.

Kevyen liikenteen edistämisen toimenpiteessä tavoitteena on, että kevyen liikenteen määrä kasvaa, ja kunta tukee kävelyn ja pyöräilyn edellytyksiä. Jalankulun ja pyöräilyn kulkutapaosuuksien kasvattaminen tukee päästövähennystavoitteita liikenteen päästöjen vähenemisen kautta, sekä vaikuttaa positiivisesti terveyteen. Ne ovat kaikista kestävimpiä liikkumisen muotoja, mutta niiden vaikutukset liikenteen hiilidioksidipäästöihin ovat monimutkaiset ja vähän tutkitut (Brand ym., 2021).

Pohjois-Savon kuntien tieliikenteen päästöt ovat merkittävä päästölähde. Alla olevassa kuvassa (Kuva 3) on esitetty kuntien tieliikenteen päästöjen osuus kunnan kokonaispäästöistä vuonna 2022 (Syke, 2024).



Kuva 3 Tieliikenteen päästöjen osuus kokonaispäästöistä vuonna 2022

Tieliikenteen osuus kuntien päästöistä vuonna 2022 oli noin 10–30 %, joten tieliikenteen päästöjen vähentämisellä on merkittävää vaikutusta kuntien kokonaispäästöjen pienentämiseksi.

Kuvassa on taulukko, jossa on kuvattu tieliikenteen päästöjen osuutta kokonaispäästöistä vuonna 2022 kunnittain. Kokonaispäästöt vaihtelevat välillä 10–30 %. Esimerkiksi Iisalmessa, Siilinjärvessä, Leppävirrassa, Varkaudessa, Kuopiossa ja Suonenjoella osuus kokonaispäästöistä on 25–30 %.

3.5.2 Vaikutusten arviointi

Ilmastovaikutukset

Kevyen liikenteen edistämällä Pohjois-Savossa on lukuisia myönteisiä vaikutuksia sekä ympäristöön että kansanterveyteen. Pyöräilyn ja kävelyn suosiminen voi vähentää liikenteen kasvihuonekaasupäästöjä merkittävästi erityisesti taajama-alueilla, joissa lyhyet matkat soveltuvat parhaiten kevyelle liikenteelle. WHO:n julkaisun (2022a) mukaan siirtyminen autolla ajamisesta pyöräilyyn ja kävelyyn voi vähentää päästöjä huomattavasti, sillä jopa 40 % ajoneuvoliikenteen hiilidioksidipäästöistä syntyy enintään 16 kilometrin matkoista. Vaikka kaikkia automatkoja ei voi realistisesti korvata pyöräilyllä ja kävelyllä, näiden päästövähennysten potentiaali on merkittävä.

Kävely ja pyöräily ovat vähäpäästöisimmät kulkutavat, mutta niiden vaikutukset päästöihin ovat monimutkaisia ja vähän tutkittuja. Brand ja muut (2021) selvittivät, missä määrin kevyen liikenteen liikkumistavat liittyvät elinkaaren aikaisiin hiilidioksidipäästöihin. Tutkimuksessa analysoitiin tuhansia osallistujia käsittävää otosta ja lähes 10 000 päivittäistä matkustuspäivää seitsemässä eri Euroopan maassa. Tutkimuksessa kehitettiin altistumismuuttujia yksilöryhmien välisten erojen tutkimiseksi ja osallistujat luokiteltiin ”päämatkustusmuotoa” käyttäviksi päivittäisen pisimmän matkan perusteella (tasot: kävely, pyöräily, auto, julkinen liikenne) (Brand ym., 2021). Tulokset kuvaavat keskimääräisiä henkilöiden liikkumisen elinkaari-päästöjä pääasiallisen kulkutavan mukaan jaoteltuna.

Tutkimuksessa tuotettiin keskimääräiset päästökertoimet päivittäiselle liikkumiselle eri kulkutavoilla, jotka on kuvattu alla olevassa taulukossa (Taulukko 2). Autoilun kulkutapaa päämatkustusmuotonaan käyttävien päivittäinen liikkumisen hiilidioksidipäästö (kg CO₂) on 9,139, julkisen liikenteen käyttäjillä 2,746, pyöräilijöillä 0,169 ja kävelijöillä 0,031. (Brand ym., 2021)

Taulukko 2 Eri kulkutapoja käyttävien liikkumisen elinkaari päästöt esitettynä päivittäin (Brand ym., 2021)

| Kulkutapa (päämatkustusmuoto päivittäisen pisimmän matkan mukaan) | Elinkaaren päästöt, kg CO₂/päivä |
|--|--|
| Auto | 9,139 |
| Julkinen liikenne | 2,746 |
| Pyöräily | 0,169 |
| Kävely | 0,031 |

Brandin ja muiden (2021) mukaan jokaisen vältetyn automatkan osalta liikkumisen päivittäiset hiilidioksidipäästöt vähenivät 62 %, kun taas jokaisen ylimääräisen pyöräilymatkan osalta elinkaaren hiilidioksidipäästöt vähenivät 14 %. Henkilöillä, jotka tekevät päivässä yhden pyörämatkan lisää ja vähentävät yhden automatkan, vähenevät elinkaaren hiilidioksidipäästöt 67 %. Pyörän käyttäminen pääasiallisena kulkuvälineenä vähensi elinkaaren aikaisia hiilidioksidipäästöjä keskimäärin noin 7,1 kg CO₂/vrk verrattuna auton käyttöön.

Taloudelliset vaikutukset

Taloudellisia vaikutuksia ei arvioitu.

Muut vaikutukset

Kävelyn ja pyöräilyn terveysvaikutukset ovat kiistattomia. Pyöräily ja kävely voivat auttaa torjumaan ylipainoa ja vähentämään fyysistä passiivisuutta, mikä aiheuttaa Euroopassa vuosittain noin miljoona kuolemaa (WHO, 2022a). World Health Organization (WHO) on julkaissut vuonna 2022 koosteraportin kävelyn ja pyöräilyn viimeaikaisista tutkimuksista politiikan ja käytänteiden tukemiseksi. WHO:n raportissa (2022a) todetaan, että merkittävät siirtymät kävelyn ja pyöräilyyn voivat ratkaista useita nykyisiin liikennekäytäntöihin liittyviä ongelmia liittyen päästöihin, meluun, liikenneonnettomuuksiin ja rajallisiin mahdollisuuksiin fyysiseen aktiivisuuteen (WHO, 2022a). Pohjois-Savon alueella erityisesti Kuopion Savilahden kehityshanke pyrkii integroimaan kestäviä liikkumisratkaisuja julkisen liikenteen, pyöräilyn ja jalankulun välillä, jotta turvallinen ja houkutteleva liikkumisympäristö olisi asukkaille saavutettavissa.

Raportin mukaan myös liikenneturvallisuuden parantaminen on ratkaisevan tärkeää kevyen liikenteen edistämiseksi (WHO, 2022a). Raportissa tuotiin esiin, että turvalliset koulureitit ja lasten kouluttaminen säännöllisen liikunnan tärkeydestä ovat myös keskeisiä toimenpiteitä, joilla voidaan vahvistaa aktiivisen liikkumisen suosiota ja luoda pitkäaikaisia hyviä käytäntöjä. Myös kaupunkitiloja tulisi suunnitella siten, että päivittäisten palvelujen, kuten työpaikkojen, koulujen, terveydenhuollon ja kauppojen, saavuttaminen olisi mahdollista pyöräillen tai kävellen. Pyöräilijöille ja jalankulkijoille turvallinen infrastruktuuri, kuten erilliset väylät, turvalliset risteykset ja pyöräparkit joukkoliikenteen läheisyydessä, on keskeinen tekijä kevyen liikenteen houkuttelevuuden lisäämisessä. Lisäksi viheralueiden, kuten puistojen ja kävelyreittien, rooli on merkittävä, sillä ne voivat epäsuorasti kannustaa ihmisiä aktiiviseen liikkumiseen. (WHO, 2022a)

Liikennesuunnittelussa on myös tärkeää vähentää autoriippuvuutta yhdistämällä tehokas joukkoliikenne, parempi maankäyttö ja houkuttelevat aktiiviset liikkumisratkaisut. Tämä vaatii kokonaisvaltaista suunnittelua ja strategisia investointeja, jotka huomioivat kestävästä kaupunkisuunnittelun periaatteet. Lisäksi on tarpeen kehittää kansallisia pyöräily- ja kävelysuunnitelmia ja varmistaa riittävät resurssit niiden toteuttamiseen. Näiden suunnitelmien kehittämisessä tulee kiinnittää huomiota siihen, että pyöräily ja kävely integroidaan osaksi terveys- ja liikennepolitiikkaa sekä kaupunkien ja maaseudun liikennesuunnittelua (WHO, 2022a).

Myös Harvardin terveystiedon raportin (2022) mukaan pyöräilyllä on merkittäviä terveyshyötyjä. Meta-analyysi 23 tutkimuksesta osoitti, että aktiivisesti työmatkansa kulkevat omaavat merkittävästi pienemmän sydänsairauksien riskin. Terveystiedon mukaan pyöräilijöillä oli alhaisempi riski ylipainoon, korkeaan verenpaineeseen, korkeisiin triglyseridiarvoihin ja korkeaan verensokeriin. Lisäksi raportti osoitti, että pyöräilyn aloittaneilla oli 26 % pienempi riski sydänsairauksiin. Pyöräily liittyy myös vähäisempään painonnousuun, parempaan mielialaan ja uneen sekä 35 % pienempään kuolleisuusriskiin ja 33 % pienempään sydänkuolleisuuden riskiin.

WHO:n raportti tukee tätä näyttöä ja osoittaa, että aktiivinen työmatkaliikunta voi vähentää sydänsairauksien riskiä 10 % ja pienentää tyyppin 2 diabeteksen riskiä jopa 30 % (WHO, 2022a). Syöpäkuolleisuus on puolestaan 30 % pienempi pyöräilijöillä. WHO:n Lihavuusraportin mukaan Euroopan alueella lähes kaksi kolmasosaa aikuisista ja joka kolmas lapsi on ylipainoinen tai lihava (WHO, 2022b). Liikkumattomuus ja lihavuus ovat merkittäviä riskitekijöitä ei-tarttuvilla sairauksilla, kuten sydän- ja verisuonitaudit, diabetes, ym., jotka aiheuttavat merkittäviä kustannuksia terveydenhuollon piirissä. (WHO, 2022b) Meta-analyysi 17 tutkimuksesta, joissa tutkittiin työmatkakävelyn tai -pyöräilyn yhteyttä kuolleisuuteen, osoitti, että pyöräilijöillä on 21 % pienempi riski kuolla mihin tahansa syyhyyn ja 33 % pienempi riski menehtyä sydän- ja verisuonisairauksiin. (Harvard T.H. Chan School of Public Health, 2022)

3.5.3 Epävarmuudet

Kevyen liikenteen tutkimus päästöjen vähentämisen näkökulmasta on vielä alkutekijöissään ja useissa tutkimuksissa tuotiin esiin uuden tutkimuksen tarvetta. Kevyen liikenteen vaikutukset liikkumisen ilmastovaikutuksiin ja kustannuksiin muodostavat moniulotteisia vaikutusketjuja, joiden kaikkien tunnistaminen ja esiin tuominen vaatisi laajempaa tutkimusta. Tässä raportissa kevyen liikenteen kulkutapaosuuden kasvattamista tutkittiin lähinnä päästöjen ja terveyshyötyjen näkökulmasta.

3.5.4 Johtopäätökset ja suositukset

Yhteenvedon voidaan todeta, että kevyen liikenteen edistäminen tarjoaa merkittäviä hyötyjä ympäristön, kansanterveyden ja liikenneturvallisuuden näkökulmista. Se vähentää liikenteen energiankäyttöä, liikenteestä aiheutuvia kasvihuonekaasupäästöjä ja ilmansaasteita samalla, kun se edistää asukkaiden terveyttä ja hyvinvointia (Brand ym., 2021).

Kävelyn ja pyöräilyn edellytysten parantaminen tulisi nostaa keskeiseksi teemaksi kuntastrategioihin ja ottaa kulmakiveksi suunnitteluun ja investointeihin. Jo yhden pyörämatkan lisääminen päivään ja yhden automatkan vähentäminen päivässä auttaa merkittävästi pienentämään liikenteen päästöjä. Pyöräilyn edellytysten tukeminen ja suunnittelu helpoksi vaihtoehdoksi autoilulle on tärkeää. Pyöräilyä voidaan tukea esimerkiksi pyöräkaistojen lisäämisellä, liikenneturvallisuuden parantamisella, pyöräpysäköintipaikkojen suunnittelulla ja sijoittamisella lähemmäs autopaikkoja, sekä erilaisin kannustimin, kuten tarjoamalla työntekijöille työsuhdepyörä.

WHO:n (2022a) suositusten mukaiset investoinnit turvalliseen ja houkuttelevaan infrastruktuuriin voivat tarjota kestäviä ratkaisuja, jotka tukevat alueellisia ilmastotavoitteita ja terveyspolitiikkaa. Tämä edellyttää kuitenkin pitkäjänteistä panostusta yhdyskuntien suunnitteluun, joukkoliikenteen parantamiseen ja kevyen liikenteen turvallisuuden kehittämiseen.

3.6 Toimenpide 5: Siirtyminen vähäpäästöisiin tai päästöttömiin käyttövoimiin urakoissa käytettävissä työkoneissa

3.6.1 Toimenpiteen kuvaus

Tässä toimenpiteessä arvioitiin vähäpäästöisempiin tai päästöttömiin käyttövoimiin siirtymisen päästövähennyspotentiaalia laskennallisesti. Taloudellisia vaikutuksia arvioitiin laadullisesti ja lisäksi arviointia täydennettiin haastatteluilla.

Työkoneiden päästöt ovat melko pienessä osassa Pohjois-Savon maakuntatason päästöinventaariorissa vastaten hieman vajaata 10 % kokonaispäästöistä (Syke 2024). Työkoneista aiheutui maakunnan alueella kasvihuonekaasupäästöjä 169 kt CO₂e vuonna 2022 ja vuoden 2023 ennakkotiedon mukaan 160 kt CO₂e. Hinku-laskentasääntöjen mukaisesti laskennassa on huomioitu rakennus-, kaivos- ja teollisuus, tie-, maa- ja metsätalouskoneet sekä muut työkoneet. Hinku-laskentarajauksesta poiketen tässä toimenpiteessä on ensisijaisesti tarkasteltu kunnan omistamien työkoneiden käytöstä aiheutuvia päästöjä. Kunnan omistuksessa ei kuitenkaan yleensä ole kovin paljon työkoneita, ja työkoneet ovat tyypillisesti urakoitsijoiden omistuksessa. Tästä syystä laskennassa on myös tarkasteltu urakoitsijoiden hallinnoimia työkoneita siltä osin, kuin niitä on käytetty kunnan tilaamissa urakoissa. Tarkastelu tehtiin vain niille kunnille, jotka raportoivat työkoneiden käyttöä urakoissa.

Vaikka kunta ei omistakaan työkoneita suoraan, voi kunnalla olla epäsuoria vaikutusmahdollisuuksia urakoiden kilpailutuksen kautta. Vaikutuskeinoja voivat olla muun muassa päästövaatimukset hankintakriteereissä ja vihreämmän kaluston suosiminen sekä yhteistyön ja pidemmän aikavälin kumppanuuden kehittäminen.

3.6.2 Vaikutusten arviointi

Ilmastovaikutusten arviointi

Siirtyminen vähäpäästöisiin käyttövoimiin kunnan omistamien työkoneiden osalta saattaa olla ilmastovaikutuksiltaan melko vähäinen toimenpide, koska kunnat eivät yleensä omista urakoissa käytettyjä koneita. Sen sijaan urakoissa käytettävät työkoneet ja siirtyminen niissä vähäpäästöisempiin vaihtoehtoihin on huomattavasti vaikuttavampi toimenpide. Urakkakilpailutusten yhteydessä olisikin hyvä tarkastella mahdollisuutta edellyttää töiden tekemistä vähäpäästöisemmällä vaihtoehdoilla. Tällä hetkellä vähäpäästöisempiin työkoneisiin siirtymistä rajoittaa kuitenkin koneiden saatavuus sekä latausmahdollisuudet erityisesti sähköisten ja biokaasukäyttöisten koneiden osalta. Tästä syystä ilmastovaikutusten arvioinnissa on tarkasteltu tilannetta, jossa työkoneet vaihdetaan pääosin biodieselkäyttöisiin laitteisiin.

Kuntien suorasti ja urakoitsijoiden kautta epäsuorasti hallinnoimien työkoneiden nykyiset ilmastopäästöt sekä vähäpäästöisempiin tai päästöttömiin käyttövoimiin siirtyminen arvioitiin laskennallisesti. Laskennan pohjana käytettiin kuntien keräämiä lähtötietoja, joita saatiin Lapinlahden, Siilinjärven ja Suonenjoen kunnilta sekä Iisalmen ja Kuopion kaupungeilta. Kuntien raportoimien työkoneiden nykyiset päästöt laskettiin perustuen kaluston käyttövoimiin, kuntien raportoimiin käyttötunteihin ja ajosuoritteisiin sekä julkisista lähteistä saatavilla oleviin päästökertoimiin.

Vähäpäästöisempiä skenaarioita tarkasteltiin teoreettisesti laskemalla vastaavien työkoneiden päästöt, mikäli kaikissa työkoneissa siirryttäisiin vähäpäästöisempiin vaihtoehtoihin. Pääosin työkoneiden vaihtoehtoisena käyttövoimana oletettiin olevan biodiesel, koska sen käyttö Suomessa on tarjolla olevista vaihtoehdoista vakiintuneinta ja parhaiten saatavilla. Ainoastaan pakettiautojen osalta oletettiin siirtymä sähkökäyttöisiin ajoneuvoihin. Sähkökäyttöisten pakettiautojen osalta laskennassa on käytetty oletuksena Suomen keskimääräistä sähkön tuotannon päästökerrointa, mutta laskenta on myös mahdollista toteuttaa käyttäen täysin päästötöntä sähköä, jolloin pakettiautojen käytöstä ei aiheudu lainkaan päästöjä. Vähäpäästöisempien vaihtoehtojen laskennassa on huomioitu ainoastaan käytönaikaiset päästöt vuositasolla eikä uuden kaluston valmistuksesta aiheutuvaa ilmastokuormaa ole huomioitu.

Laskenta on toteutettu erillisessä laskentatyökalussa, jossa käyttäjä voi halutessaan muokata laskennassa tehtyjä taustaoletuksia, kuten työkoneiden vuosittaista käyttöä tai päästökertoimia. Käyttäjä voi halutessaan myös rakentaa oman vähäpäästöisen skenaarion, jossa voi yhdistellä nykyistä työkonekantaan vähäpäästöisempiin vaihtoehtoihin ja tarkastella eri kokoonpanojen vaikuttavuutta. Oman skenaarion rakentaminen mahdollistaa vähäpäästöisempään kalustoon siirtymisen realistisemmän suunnittelun, sillä koko kaluston vaihtaminen kerralla ei ole todennäköistä.

Kaikkien laskentaa varten lähtötietoja toimittaneiden kuntien osalta päästövähennyspotentiaali on 97–100 % verrattuna nykytilanteeseen, kun oletettiin biodieselnäköiset työkoneet ja sähkökäyttöiset pakettiautot. Saavutettava absoluuttinen päästövähennys sen sijaan vaihteli huomattavasti eri kuntien välillä riippuen raportoitujen työkoneiden määrästä sekä nykyisistä käyttövoimista. Kuopion kaupunki oli raportoinut työkoneita kaikista eniten, joten vastaavasti Kuopion päästövähennyspotentiaali oli kaikista korkein (1 699 t CO₂e/vuosi). Siilinjärven kunnan osalta vastaavasti vuosittainen päästövähennys oli 166 t CO₂e, Lapinlahden kunnalla 131 t CO₂e, Suonenjoen kunnalla 75 t CO₂e ja Iisalmen kaupungilla 12 t CO₂e.

Taloudellisten vaikutusten arviointi

Siirtyminen vähäpäästöisiin käyttövoimiin urakkakilpailutuksissa voi tuoda kunnalle sekä taloudellisia että ympäristöllisiä hyötyjä, mutta samalla se asettaa haasteita. Paikallisille urakoitsijoille voi olla vaikeaa täyttää vähäpäästöisten koneiden vaatimuksia, jos he eivät ole investoineet uuteen kalustoon. Tämä voi johtaa siihen, että ulkopuoliset urakoitsijat voittavat paikallisia kilpailutuksia, mikä vähentää kunnan elinvoimaa ja verotuloja. Paikallisten yritysten kyvyttömyys kilpailla urakoista voi vaikuttaa työllisyyteen ja aiheuttaa pitkän aikavälin taloudellisia haittoja kunnalle. Haastattelussa 1 todettiin, että monilla pienillä urakoitsijoilla ei ole taloudellisia mahdollisuuksia investoida uusiin vähäpäästöisiin koneisiin, koska yritykset eivät ole vakavaraisia. Vanha kalusto käytetään loppuun, mikä heikentää heidän mahdollisuuksiaan kilpailla kunnallisten urakoiden markkinoilla, jos kilpailutuksissa asetetaan tiukempia päästövaatimuksia. Lisäksi haastattelussa 2 tuotiin esiin, että tiukentuvien päästövaatimusten toteuttaminen ei ole usein kunnille realistista, sillä urakoiden hinnat nousisivat merkittävästi. Tämä on ongelma erityisesti kunnissa, joissa on jatkuva paine leikata kustannuksia. Kustannusten nousu vähäpäästöisten koneiden vaatimusten myötä lisää siis taloudellisia paineita sekä urakoitsijoille että kunnille.

Haastattelussa 4 esitettiin näkemys, että päästövaatimukset olisivat tasapuoliset kaikille toimijoille, koska samat kriteerit koskevat kaikkia urakoitsijoita. Näin ollen niiden ei uskottu sulkevan paikallisia toimijoita pois kilpailutuksista. Lisäksi haastattelussa todettiin, että muutosten kustannukset siirtyvät lopulta tilaajalle, eli kunnalle, koska tilaaja maksaa hankinnoissa syntyvät lisäkustannukset eikä olemassa olevia sopimuksia voida muuttaa kesken kauden. Todellisuudessa vaatimusten vaikutus ei kuitenkaan ole käytännössä tasapuolinen, vaikka ne muodollisesti koskisivat kaikkia. Urakoitsijat, joilla on jo päästövaatimukset täyttävä uudenaikainen kalusto, voivat jatkaa kilpailua ilman merkittäviä lisäkustannuksia. Sen sijaan urakoitsijat, joilla on vanhempaa kalustoa, joutuvat tekemään merkittäviä investointeja pystyäkseen osallistumaan kilpailutuksiin. Tämä asettaa erityisesti pienet paikalliset toimijat heikompaan asemaan ja saattaa suosia suurempia toimijoita tai toisista kunnista tulevia yrityksiä, joilla on paremmat resurssit. Lisäksi vaikka kustannukset siirtyisivät lopulta tilaajalle eli kunnalle, tämä ei poista urakoitsijoille syntyvää taloudellista painetta vaatimusten käyttöönoton alkuvaiheessa. Tämän seurauksena paikallisten toimijoiden kilpailukyky voi heikentyä, ja kilpailuolosuhteet eivät ole aidosti tasapuoliset.

Monilla urakoitsijoilla on vielä käyttökäällä jäljellä vanhoilla dieselkäyttöisillä koneilla, joten on taloudellisesti perusteltua hyödyntää ne ennen siirtymistä vähäpäästöisiin vaihtoehtoihin. Jos urakoitsijoiden täytyy investoida uuteen kalustoon liian aikaisin, kustannukset nousevat ja tämä voi vaikuttaa urakoiden hintoihin. Siksi siirtyminen vähäpäästöisiin käyttövoimiin kannattaa toteuttaa vaiheittain, jotta taloudelliset paineet niin kunnalle kuin urakoitsijoille pysyvät hallittavissa. Haastattelussa 4 nostettiin esille, että pidemmät sopimuskaudet voisivat auttaa urakoitsijoita tekemään investointeja vähäpäästöisiin koneisiin, koska ne tarjoavat paremman mahdollisuuden kustannusten kattamiseen. Lisäksi korostettiin, että siirtyminen uusiutuviin polttoaineisiin, kuten biodieseliin, voisi olla taloudellisesti järkevä välivaihe matkalla kohti täysin päästöttömiä käyttövoimia. Biodieselin käyttöönoton kustannusten todettiin olevan maltilliset, mikä tekee siitä realistisen ja tehokkaan siirtymävaihtoehdon.

Haastattelussa 6 nostettiin esiin, että sähköisten työkonoiden nykyiset toiminta- ja latausajat eivät kaikilta osin vastaa kunnossapitotöiden tarpeita, mikä voi nostaa kustannuksia merkittävästi. Esimerkiksi yksi dieselkäyttöinen kone saatetaan joutua korvaamaan useammalla sähköisellä vaihtoehdolla, jotta toiminta-aikavaatimukset täyttyisivät. Tämä korostaa vaiheittaisen siirtymän merkitystä, jossa voidaan yhdistää uusiutuvia polttoaineita, kuten biodieseliä, ja sähköisiä käyttövoimia sitä mukaa, kun markkinoilla olevien laitteiden teknologia kehittyy. Tällainen lähestymistapa mahdollistaa päästövähennysten saavuttamisen ilman kohtuutonta kustannuspainetta ja varmistaa, että kunnalliset urakoitsijat pystyvät säilyttämään kilpailukykynsä siirtymävaiheessa.

3.6.3 Epävarmuudet

Keskimääräiseen laskentaan liittyy aina kohtuullisen suuria epävarmuuksia käytettyjen oletusten osalta. Tässä toimenpiteessä työkonoiden keskimääräinen kulutus ja käyttötunnit yhden tai muutaman kunnan ilmoittamiin lukuihin. Laskennassa käytetyt päästökertoimet perustuvat hyväksi havaittuihin julkisiin tietolähteisiin, mutta päästökertoimet kuvaavat aina vain keskimääräistä tilannetta ja todellisuudessa aiheutuvat päästöt voivat vaihdella huomattavasti riippuen muun muassa työkonoiden käyttövaiheesta, suoritettavan työn raskaudesta sekä sääolosuhteista. Lisäksi osa lähtötietoja toimittaneista kunnista oli raportoinut pelkästään kunnan omistamat työkonot, kun taas osa myös urakoissa käytetyt työkonot. Valtaosa kunnista ei raportoinut lainkaan lähtötietoja tätä toimenpidettä varten. Laskennan tuloksia ei täten voi pitää koko Pohjois-Savon maakuntaa edustavana eikä kuntien välisiä vertailuja tulisi tehdä. Käyttäjä voi kuitenkin kehittää laskennan tarkkuutta huomattavasti tekemällä laskentaan kuntakohtaisia tarkennuksia käytetyn kaluston ja taustaoletusten osalta.

3.6.4 Johtopäätökset ja suositukset

Toimenpiteen päästövähennyspotentiaali riippuu kunnan vaikutuspiirissä olevan kaluston nykytilanteesta; mikäli kunnalla on jo käytössä vähäpäästöisiä tai päästöttömiä työkoneita, on toimenpiteen päästövähennyspotentiaali vähäinen. Vastaavasti, mikäli kunnassa käytetään vain vähän työkoneita jää saavutettava päästöhyöty melko vähäiseksi, vaikka käytössä olisi pelkästään dieselkäyttöisiä työkoneita. Tätä toimenpidettä tarkastellessa on kuitenkin syytä huomioida, että tarkastelussa on työkoneen käytön aikaiset päästöt yhden vuoden ajalta, joten pienikin päästömäärä kertyy vuosien aikana huomattavasti. Sinänsä toimenpide on vaikuttava, että dieselkäyttöisistä työkoneista vähäpäästöisempiin vaihtoehtoihin siirtyminen mahdollistaa lähes 100 % päästövähennyksen nykytilaan verrattuna. Siirtymässä on kuitenkin huomioitava myös toimenpiteen taloudellinen puoli. Monissa dieselkäyttöisissä työkoneissa on vielä käyttöikä jäljellä, minkä takia siirtymää kannattaa toteuttaa vaiheittain investoiden uuteen kalustoon sitä mukaa, kun nykyinen työkonekanta vaatii uudistusta.

Pitkällä aikavälillä vähäpäästöiset käyttövoimat, kuten sähkö ja biokaasu, voivat tuoda merkittäviä säästöjä alhaisempien käyttökustannusten ja huoltokulujen ansiosta. Lisäksi fossiilisten polttoaineiden hinnat voivat vaihdella markkinoiden mukaan, kun taas uusiutuville energialähteillä on vakaammat kustannukset. Vähäpäästöisiin vaihtoehtoihin siirtyminen voi auttaa kuntaa saavuttamaan kestävä kehityksen tavoitteet, parantaa sen mainetta ja mahdollistaa valtion sekä EU tukien hyödyntämisen. Kunnan on kuitenkin tärkeää toteuttaa siirtymä vähäpäästöisiin käyttövoimiin hallitusti, jotta paikalliset urakoitsijat voivat pysyä kilpailukykyisinä. Lyhyen aikavälin taloudellisten haasteiden tasapainottaminen pitkän aikavälin hyötyjen kanssa on avainonnistuneeseen siirtymään.

3.7 Toimenpide 6: Siirtyminen vähäpäästöisiin tai päästöttömiin käyttövoimiin liikenteessä (koulukyydit, kunnossapito, kehitysyhtiöiden autot)

3.7.1 Toimenpiteen kuvaus

Tieliikenne on yksi merkittävimmistä päästölähteistä Pohjois-Savossa vastaten noin 24 % maakunnan kokonaispäästöistä (Syke 2024). Tieliikenteestä aiheutui maakunnan alueella kasvihuonekaasupäästöjä 412 kt CO₂e vuonna 2022 ja vuoden 2023 ennakkotiedon mukaan 394 kt CO₂e. Tieliikenteen päästöt aiheutuvat henkilöautojen sekä muiden pienempien moottoriajoneuvojen käytöstä sekä maakunnan alueella tapahtuvasta paketti-, linja- ja kuorma-autoliikenteestä. Hinku-laskentasääntöjen mukaan kuntien ja alueiden päästöt lasketaan ALAsmenetelmällä, jonka mukaisesti tieliikenteen päästöissä huomioidaan henkilöautojen, moottoripyörien, mopojen ja mopoautojen käytöstä aiheutuvat päästöt käyttöperusteisesti eli laskennassa huomioidaan Pohjois-Savon kuntiin rekisteröityjen ajoneuvojen ajosuorite. Kuljetusten ja julkisen liikenteen osalta ei huomioida läpiajoliikennettä, vaan ainoastaan maakunnan alueella tapahtuvat ajosuoritteet.

Tässä toimenpiteessä arvioitiin vähäpäästöisempiin tai päästöttömiin käyttövoimiin siirtymisen päästövähennyspotentiaalia sekä siirtymästä aiheutuvia taloudellisia vaikutuksia. Arviointia tarkennettiin haastatteluilla. Laskennassa huomioitiin kuntien raportoimat ajoneuvot, joita olivat (koulu)bussit, henkilöajoneuvot, pakettiautot sekä kuorma-autot. Suurin osa raportoidusta kalustosta ei ole kuntien omistamaa, vaan kunnan ostopalveluna hankkiman palvelun, kuten koulukyytien, järjestämisessä käytettyä kalustoa. Kunnalla on kuitenkin epäsuoria vaikutusmahdollisuuksia ostopalveluihin, joten päästövähennyspotentiaali arvioitiin myös näiden kulkuvälineiden osalta. Taloudellisissa vaikutuksissa on huomioitu myös koko raportoitu ajoneuvokanta, mutta vaikutuksia kunnan talouteen aiheutuu vain siltä osin, kuin kunta vastaa varsinaisista kalustohankinnoista.

Haastatteluissa esiin nousseita näkökulmia

Yleinen käytäntö kunnissa on haastattelujen mukaan ajoneuvojen leasing, mikä mahdollistaa joustavuuden ja pienentää suurten alkuinvestointien tarvetta, mutta samalla korostaa tarvetta huolelliseen kokonaiskustannusten arviointiin. Esimerkiksi Iisalmen kunnan omistamien ajoneuvojen osalta voidaan todeta, että kuntien omistama ajoneuvokanta on hyvin kirjava niin merkkien, mallien, vuosimallien kuin käyttötarkoitustensa osalta.

Haastatteluissa 2, 4 ja 8 tuotiin esille useita käytännön, ja taloudellisia näkökulmia, jotka täydensivät arviointia. Haastattelussa 2 korostettiin, että Vesannolla on Suomen kalleimmat koulukuljetukset suhteessa oppilasmäärään, mikä kuormittaa kunnan budjettia merkittävästi. Tavoitteena on viilata kuljetuskustannuksista noin 100 000 euroa, mikä asettaa suuria paineita säästöjen löytämiselle ja rajoittaa uusien teknologioiden, kuten sähköajoneuvojen, käyttöönoton mahdollisuuksia. Budjetin tiukka tilanne tarkoittaa, että uusien investointien sijaan säästöjä joudutaan etsimään ensisijaisesti olemassa olevista kuluista. Tämä osoittaa, että pienemmillä kunnilla lähtökohdat vähäpäästöisiin käyttövoimiin siirtymisessä ovat huomattavasti haastavimmat kuin suuremmilla kaupungeilla.

Haastatteluissa 8 kävi ilmi, että tilanne on huomattavasti edistyneempi Kuopiossa ja Siilinjärvellä, joissa sähköistämisen osalta ollaan jo loppusuoralla. Esimerkiksi Kuopiossa kaupunkiliikenteen kalusto tulee olemaan täysin päästötöntä kesään 2026 mennessä. Tällaisilla suuremmilla alueilla sähköajoneuvoihin siirtyminen on helpompaa kattavamman infrastruktuurin ja suuremman matkustajapotentiaalin ansiosta. Näissä kunnissa voidaan jo kilpailutuksissa vaatia päästöttömiä tai puhtaita käyttövoimia ilman, että tämä heikentäisi kilpailua merkittävästi.

Haastatteluissa 4 kuitenkin nousi esiin, että pienilläkin toimilla voidaan saavuttaa merkityksellisiä tuloksia myös pienemmissä kunnissa. Esimerkiksi biodieseliin siirtyminen kunnallisissa ajoneuvoissa on varsin kustannustehokas ratkaisu, mikä voi kasvattaa käyttökustannuksia vain alle 10 %, mutta vähentää merkittävästi polttoaineen hiilidioksidipäästöjä. Tämä osoittaa, että myös olemassa olevan ajoneuvokannan ympäristöystävällisempi käyttö on mahdollista ilman merkittäviä lisäkustannuksia.

Lisäksi haastatteluissa 4 ja 8 nostettiin esille ostopalveluiden kilpailutusten merkitys päästöttömien käyttövoimien edistämiseksi. Tulevissa kilpailutuksissa voidaan painottaa ympäristöystävällisiä ratkaisuja, kunhan sopimuskaudet ovat riittävän pitkät. Pitkät sopimuskaudet mahdollistavat palveluntuottajille investoinnit vähäpäästöisempiin koneisiin ja laitteisiin, mikä tekee siirtymisestä kannattavampaa. Näiden havaintojen pohjalta voidaan todeta, että vaikka pienemmillä kunnilla resurssit ovat rajalliset, pienetkin toimenpiteet, kuten biodieselin käytön lisääminen tai kilpailutusikäntöjen muokkaaminen, voivat tuottaa merkittäviä vaikutuksia. Samalla suuremmat kaupungit voivat näyttää esimerkkiä kunnianhimoisilla ilmastotoimenpiteillään, jotka voivat pitkällä aikavälillä luoda myös pienemmille kunnille edellytyksiä seurata perässä.

3.7.2 Vaikutusten arviointi

Ilmastovaikutusten arviointi

Kuntien suorasti ja ostopalveluhankinnan kautta epäsuorasti hallinnoimien ajoneuvojen nykyiset ilmastopäästöt sekä vähäpäästöisempiin tai päästöttömiin käyttövoimiin siirtyminen arvioitiin laskennallisesti. Laskennan pohjana käytettiin kuntien keräämiä lähtötietoja, joita saatiin Lapinlahden, Leppävirran, Siilinjärven ja Sonkajärven kunnilta sekä Iisalmen ja Kuopion kaupungeilta. Kuntien raportoiman autokannan nykyiset päästöt laskettiin perustuen kaluston käyttövoimiin, kuntien raportoimiin ajoneuvojen keskimääräisiin ajosuoritteisiin vuodessa sekä julkisista lähteistä saatavilla oleviin päästökertoimiin.

Vähäpäästöisempiä skenaarioita tarkasteltiin teoreettisesti laskemalla vastaavan ajoneuvokannan päästöt, mikäli kaikissa kulkuvälineissä siirryttäisiin sähköisiin, hybridi- tai biodieselajoneuvoihin. Sähköisten ajoneuvojen osalta laskennassa on käytetty oletuksena Suomen keskimääräistä sähkön tuotannon päästökerrointa, mutta laskenta on myös mahdollista toteuttaa käyttäen täysin päästötöntä sähköä, jolloin sähköajoneuvojen käytöstä ei aiheudu lainkaan päästöjä. Sähköiseen käyttövoimaan siirtyminen oletettiin olevan nyky-yhteiskunnassa toteutettavissa bussien, henkilöautojen ja pakettiautojen osalta. Sen sijaan kuorma-autojen osalta sähköä ei pidetty riittävän uskottavana käyttövoimavaihtoehtona, sillä sähköisten kuorma-autojen teknologia ja latausinfrastruktuuri ei ole vielä yleistynyt Suomessa merkittävästi. Kuorma-autojen osalta vähäpäästöisemmässä skenaariossa huomioitiin biodiesel käyttövoimana ja vastaava tarkastelu tehtiin myös bussien osalta. Henkilö- ja pakettiautojen osalta vähäpäästöisemmissä skenaarioissa tarkasteltiin sähkö- ja hybridivaihtoehtoja. Vähäpäästöisimpien skenaarioiden laskennassa on huomioitu ainoastaan käytönaikaiset päästöt vuositasona eikä uuden kaluston valmistuksesta aiheutuvaa ilmastokuormaa ole huomioitu.

Laskenta on toteutettu erillisessä laskentatyökalussa, jossa käyttäjä voi halutessaan muokata laskennassa tehtyjä taustaoletuksia, kuten kulkuvälineiden vuosittaisia ajosuoritteita tai päästökertoimia. Käyttäjä voi halutessaan myös rakentaa oman vähäpäästöisen skenaarion, jossa voi yhdistellä nykyistä ajoneuvokantaa vähäpäästöisempiin vaihtoehtoihin ja tarkastella eri kokoonpanojen vaikuttavuutta. Oman skenaarion rakentaminen mahdollistaa vähäpäästöisempään kalustoon siirtymisen realistisemmän suunnittelun, sillä koko kaluston vaihtaminen kerralla ei ole todennäköistä.

Taloudelliset vaikutukset

Vähäpäästöisiin kulkuneuvoihin siirtymisen kustannukset koostuvat hankinnasta ja käytön aikaisista kustannuksista, kuten hankintakustannuksista, ajomäärästä, liikennevakuutuksesta, huollon kustannuksista sekä ajoneuvon arvosta. Sähköautojen hankintakustannukset ovat tyypillisesti polttomoottoriautoja korkeammat, mutta ne tuottavat säästöjä ajettujen kilometrien kasvaessa. Mitä enemmän kilometrejä ajetaan, sitä enemmän säästöjä kertyy. Alla olevassa kuvassa (Kuva 4) on esitetty keskiarvohenkilöauton käyttövoimakustannukset 100 km:lle. (Ramboll, 2024)

Keskiarvohenkilöautojen käyttövoimakustannukset 100 km:lle.

| | Sähköauto | Bensa-auto |
|--|--------------|------------|
| Kulutus | 25 kWh/100km | 7 L/100km |
| Polttoaineen / sähkön hinta | 0,15 €/kWh | 2 €/L |
| Hinta | 3,75 € | 14 € |

Kuva 4 Keskiarvohenkilöautojen käyttövoimakustannukset 100 km:lle (Ramboll, 2024)

Sähköajoneuvot ovat kilpailukykyisiä korkean käyttöasteen tilanteissa, sillä niiden energian hinta per kilometri on merkittävästi alhaisempi kuin polttomoottoriajoneuvoilla. Lisäksi sähköautojen huoltotarve on usein vähäisempi, koska niissä on vähemmän liikkuvia osia ja komponentteja, jotka altistuvat kulumiselle. Tietyt käytännön rajoitukset, kuten maakaasun tankkausasemien ja sähköautojen latausverkoston puute maaseutuajamissa, rajoittavat täyssähköisten käyttövoimien käyttöönottoa, kuten nousi esiin haastattelussa 6. Tämä korostaa tarvetta monipuolisille ratkaisuille ja hybridi-infrastruktuurille erityisesti maaseudulla. Kuopiossa haaste on osittain ratkaistu uusiutuvan dieselin käyttöpakolla, mutta siirtyminen täysin sähköisiin ratkaisuihin edellyttäisi kattavamman infrastruktuurin kehittämistä. Nykyisin markkinoilla tarjolla olevien sähköisten työkonoiden toiminta- ja latausajat ovat kunnossapitotyölle epäedullisia (haastattelu 6). Tämä voi lisätä kalustotarvetta, mikä puolestaan nostaisi kustannuksia.

Sähköautoihin siirtyminen vaatii kuitenkin alkuinvestointien suunnittelua, sillä ajoneuvojen hankintahinta on usein korkeampi kuin vastaavien polttomoottoriajoneuvojen. Toisaalta alkuinvestointia tasapainottavat matalammat käyttö- ja ylläpitokustannukset sekä mahdolliset valtion myöntämät tuet tai verohyödyt. Lisäksi on tärkeää huomioida ajoneuvojen käyttöprofiilit – esimerkiksi paljon ajaville ajoneuvoille sähköautot tarjoavat suurimmat säästöt, kun taas harvemmin käytettävät ajoneuvot saattavat hyötyä vielä polttomoottoritekniikasta, erityisesti raskaan kaluston osalta.

Kustannusvaikutusten arviointi perustuu keskimääräisiin kulutus- ja verotusarvoihin, ja laskurin avulla voidaan arvioida polttoaine- tai energiakustannuksia sekä vuosittaisia veroja. Se antaa suuntaa saavutettavista säästöistä ja tuo esille sähköautojen huomattavasti alhaisemmat käyttökulut polttomoottoriajoneuvoihin verrattuna. Laskurin hyöty onkin erityisesti yleiskuvan tarjoaminen polttoaine- ja sähköajoneuvojen kustannusten eroista. Takaisinmaksuajan määrittäminen ajoneuvoilla on erittäin haasteellista useiden syitten takia, joita on kuvattu tarkemmin seuraavassa epävarmuudet-luvussa.

Kuntaesimerkki

Kaikkien laskentaa varten lähtötietoja toimittaneiden kuntien osalta päästövähennyspotentiaali on 93–95 % verrattuna nykytilanteeseen, kun oletettiin mahdollisimman vähäpäästöiset vaihtoehdot (kuorma-autojen osalta biodiesel, muissa ajoneuvoissa sähkö). Saavutettava absoluuttinen päästövähennys sen sijaan vaihteli huomattavasti eri kuntien välillä riippuen raportoidun nykyisen ajoneuvokannan laajuudesta sekä käyttövoimista.

Esimerkiksi Leppävirran kunnan raportointien kahden dieselkäyttöisen bussin osalta päästövähennys olisi 70 t CO₂e/vuosi ja Lapinlahden kunnan kahden dieselauton päästövähennys olisi vain 2 t CO₂e/vuosi, kun taas Iisalmen kaupungin vuosittainen päästövähennys voisi olla jopa 1082 t CO₂e/vuosi.

Arvioinnin tulosten mukaan esimerkiksi 5500 km vuodessa ajettujen Lapinlahden omistamien dieselkäyttöisten ajoneuvojen vaihtaminen sähkökäyttöisiin toisi vuosittaisiin käyttökustannuksiin (polttoaine + verot) noin 780 € säästön henkilöautojen tai 1923 € säästön pakettiautojen kohdalla. Ottaen huomioon ajoneuvojen käyttöasteen ja uusien sähköajoneuvojen hankintahinnan, ei ole kannattavaa vaihtaa nykyisiä ajoneuvoja sähkökäyttöisiin. Traficomien julkaiseman paketti- ja kuorma-autojen kustannuslaskurin mukaan ajokilometrejä 5500 km vuodessa kerryttävä sähkökäyttöinen henkilö- tai pakettiauto ei alita polttomoottoriajoneuvon kustannuksia 50 vuoden aikaikkunassa. Traficomien laskurin mukaan yli 30 000 ajokilometriä kerryttävä sähköajoneuvo tulee edullisemmaksi alle viidessä vuodessa. (Traficom, 2023) Siirtymä uuteen käyttövoimaan onkin taloudellisesti kannattavinta silloin, kun ajoneuvojen korkea käyttöaste ja matalat käyttökustannukset kompensoivat alkuinvestoinnit ja mahdolliset infrastruktuurimuutokset.

Muut vaikutukset

Muita vaikutuksia ei arvioitu.

3.7.3 Epävarmuudet

Lähtötietojen kerääminen kuntien osalta osoittautui haasteelliseksi, ja niiden perusteella ainoastaan Iisalmi ja Lapinlahti omistavat suoraan ajoneuvoja. Lähtötietojen perusteella kaikissa kunnissa koulukuljetukset ja linja-autot tuotettiin ostopalveluina liikennöintisopimuksella. Yhdessäkään kunnassa ei ollut ilmoitettu omistuksessa olevia linja-autoja tai koulubusseja. Lapinlahden kunnan omistamien kahden ajoneuvon vuosittaiset ajokilometrit olivat erittäin vähäiset ja Iisalmen kunnan ajoneuvotilastoissa ei ollut vuosittaisia ajokilometrejä.

Arvioinnin toteuttaminen vähäpäästöisiin ajoneuvoihin siirtymisen taloudellisista vaikutuksista osoittautui haastavaksi, sillä kuntien omistamien ajoneuvojen kirjo on laaja niin merkkien, mallien, vuosimallien kuin käyttötarkoitustensa osalta. Monimuotoisuus vaikuttaa merkittävästi ajoneuvojen kustannuksiin ja kulutukseen, joten laskuri voi tarjota ainoastaan suuntaa antavia arvioita eri lähteistä määritettyjen polttoaineen hintojen, ajoneuvo- ja käyttövoimaverojen sekä ajoneuvojen massojen keskiarvojen perusteella.

Takaisinmaksuajan määrittäminen ajoneuvoille todettiin erittäin haasteelliseksi, koska laskennassa tulisi huomioida lisäksi vanhan ajoneuvon myynnistä saatava hinta ja uuden ajoneuvon hankintaan liittyvä investointi. Molemmat tekijät ovat vahvasti ajoneuvokohtaisia ja riippuvat esimerkiksi markkinatilanteesta, teknisistä ominaisuuksista ja iästä. Lisäksi uuden ajoneuvon arvon alenema on tärkeä osa pitkän aikavälin kustannuksia, minkä arviointi on epävarmaa sähköajoneuvojen markkinoiden kehittyessä. Takaisinmaksuajan määrittämiseen vaikuttavat paitsi hankinta- ja jälleenmyyntihinnat, myös polttoaine- ja sähkökustannusten muutokset sekä verotuksen kehittyminen. Ajoneuvojen hankinta- ja käyttöönottopäätökset tulisi siis perustaa tapauskohtaisiin analyyseihin, joissa otetaan huomioon yksittäisten ajoneuvojen ominaisuudet, käyttötarpeet ja elinkaarikustannukset.

Keskimääräiseen laskentaan liittyy aina kohtuullisen suuria epävarmuuksia käytettyjen oletusten osalta. Tässä toimenpiteessä ajoneuvojen vuosittaiset ajosuoritteet perustuvat yhden tai muutaman kunnan ilmoittamiin lukuihin. Laskennassa käytetyt päästökertoimet perustuvat hyväksi havaittuihin julkisiin tietolähteisiin, mutta päästökertoimet kuvaavat myös vain keskimääräistä tilannetta ja todellisuudessa aiheutuvat päästöt voivat vaihdella huomattavasti riippuen muun muassa ajotavasta, sääolosuhteista sekä kaluston kantavuudesta ja kuormasta. Lisäksi osa lähtötietoja toimittaneista kunnista oli raportoinut pelkästään kunnan omistamat autot, kun taas osa myös ostopalveluissa käytetyt ajoneuvot. Valtaosa kunnista ei raportoitunut lainkaan lähtötietoja tätä toimenpidettä varten. Laskennan tuloksia ei täten voi pitää koko Pohjois-Savon maakuntaa edustavana eikä kuntien välisiä vertailuja tulisi tehdä. Käyttäjä voi kuitenkin kehittää laskennan tarkkuutta huomattavasti tekemällä laskentaan kuntakohtaisia tarkennuksia käytetyn kaluston ja taustaoletusten osalta.

3.7.4 Johtopäätökset ja suositukset

Siirtyminen vähäpäästöisiin tai päästöttömiin käyttövoimiin liikenteessä on kunnille ja kaupungeille keino vähentää liikenteen päästöjä ja samalla hallita ajoneuvojen käyttökustannuksia. Kunnilla on kuitenkin rajalliset mahdollisuudet vaikuttaa tieliikenteestä aiheutuviin päästöihin, sillä tyypillisesti kunnalla on omistuksessa vain pieni määrä ajoneuvoja, joiden käyttövoimiin tai käyttöön kunta voisi suoraan vaikuttaa. Sen sijaan monissa kunnan hankkimissa ja järjestämissä palveluissa, kuten kunnossapidossa tai koulukyydeissä kunnalla on mahdollisuus vaikuttaa ajosuoritteista aiheutuviin kasvihuonekaasupäästöihin epäsuorasti. Vaikutuskeinoja voivat olla muun muassa päästövaatimukset hankintakriteereissä ja vihreämmän kaluston suosiminen, yhteistyön ja pidemmän aikavälin kumppanuuden kehittäminen sekä ajosuoritteiden suunnittelu ja optimointi.

Toimenpiteen päästövähennyspotentiaali riippuu kunnan vaikutuspiirissä olevan kaluston nykytilanteesta; mikäli kunnalla on jo käytössä vähäpäästöisiä tai päästöttömiä ajoneuvoja, on toimenpiteen päästövähennyspotentiaali vähäinen. Vastaavasti, mikäli kunnan ajoneuvokanta on hyvin pieni jää saavutettava päästöhyöty melko vähäiseksi, vaikka käytössä olisi pelkästään polttomoottoriautoja. Tätä toimenpidettä tarkastellessa on kuitenkin syytä huomioda, että tarkastelussa on ajoneuvojen käytön aikaiset päästöt yhden vuoden ajalta, joten pienikin päästömäärä kertyy vuosien aikana huomattavasti. Lisäksi, vaikka päästövähennykset vuositasolla saattavat jäädä vähäisiksi, on toimenpide olennainen kunnan ilmastovaikutusten hillitsemisessä. Tieliikenteen päästöjen vähentäminen onnistuu ainoastaan siten, että kaikki toimijat (kunnat ja kaupungit, yritykset, yksityishenkilöt) pyrkivät kaikki omalta osaltaan siirtymään kohti vähäpäästöisempiä liikkumismuotoja. Kunnalla on tässä tärkeä suunnannäyttäjän rooli, jossa omalla esimerkillä ja tietoa ja opastusta jakaen voidaan aikaan saada suurempaa muutosta. Lisäksi kunnalla on mahdollisuus vaikuttaa epäsuorasti hankkimiensa ostopalveluiden toteutukseen.

Vähäpäästöisten käyttövoimien lisäämiseksi on tunnistettu tarvetta monipuolisille ratkaisuille ja hybridi-infrastruktuurille erityisesti maaseudulla. Kuopiossa on käytössä uusiutuvan dieselin käyttöpakko, mutta siirtyminen täysin sähköisiin ratkaisuihin edellyttäisi kuitenkin kattavamman infrastruktuurin kehittämistä. Käytännön rajoitukset, kuten maakaasun tankkausasemien ja sähköautojen latausverkoston puute maaseututaajamissa rajoittavat täyssähköisten käyttövoimien käyttöönottoa, kuten haastatteluissa kävi ilmi. Tankkausasemien ja sähköautojen latausverkoston kehittäminen voi edesauttaa sähkökäyttöisiin ajoneuvoihin siirtymistä myös maaseudulla.

3.8 Toimenpide 7: Maamassojen hyödyntämien paikan päällä

3.8.1 Toimenpiteen kuvaus

Toimenpiteessä selvitettiin skenaariotarkastelun avulla, minkälaisia ilmastovaikutuksia aiheutuu maamassojen hyödyntämisestä paikan päällä verrattuna siihen, että ne kuljetetaan muualle läjitettäväksi. Ilmastovaikutuksia arvioitiin määrällisesti skenaariotarkastelun avulla ja taloudellisia vaikutuksia ei arvioitu.

Maanrakennusurakoiden yhteydessä maamassojen läjityspaikkaa pohditaan useiden tekijöiden näkökulmasta. Paikan päälle läjitettävät maamassat voivat toimia meluvalleina, ne voidaan maisemoida ja maa-aineksen hyötykäyttö paikan päällä vähentää liikenteestä aiheutuvia päästöjä. Myös maamassojen hyödyntämisestä paikan päällä aiheutuu päästöjä työkoneiden käytöstä, sisäisistä kuljetuksista ja mahdollisesta puuston ja kasvillisuuden raivaamisesta. Skenaariotarkastelun kautta pyrittiin tuomaan esiin puuston poistamisesta aiheutuvan hiilivaraston menetyksen vaikutusta kokonaispäästöihin tarkasteluun valituissa esimerkkitarkoituksissa.

3.8.2 Vaikutusten arviointi

Ilmastovaikutukset

Maamassojen hyödyntämistä paikan päällä tarkasteltiin ilmastovaikutusten näkökulmasta. Arviossa tehtiin kolme skenaarioita, joissa maamassoja hyödynnetään paikan päällä ja läjitetään joko puustoiselle tai puuttomalle alueelle, sekä vaihtoehtoa, jossa maamassat kuljetetaan alueelta pois.

Arvioidut skenaariot ovat:

- A. Maamassojen hyötykäyttö paikan päällä ja läjitys puuttomalle alueelle.
- B. Maamassojen hyötykäyttö paikan päällä ja läjitys alueelle, jossa on nykyisin puustoa.
- C. Maamassojen kuljetus pois alueelta 10 kilometrin päähän sijaitsevalle läjityspaikalle.

Skenaariot A-C arviointiin muuttamalla kuljetusetäisyyttä ja poistuvan hiilivaraston määrää. Alla olevassa taulukossa (Taulukko 3) on kuvattu tarkastelun tulokset. Arvioinnissa käytetyt oletukset on kuvattu luvun lopussa. Skenaariossa A maamassat käytetään paikan päällä ja läjitetään kolmen hehtaarin kokoiselle alueelle, jossa ei ole lainkaan puustoa. Tällöin päästöt muodostuvat vain sisäisistä kuljetuksista ja työkoneiden käytöstä. Skenaariossa on huomioitu maankaivu ja kuormaus kaivinkoneella, massan välivarastointi pyöräkuormaajalla sekä maavallin rakentamiseen liittyvät vaiheet (levitys, tasaus ja tiivistys). Skenaariossa A päästöjä muodostuu noin 718 t CO₂e.

Taulukko 3. Maamassojen kuljetusskenaariot.

| Tulokset, t CO ₂ e | Skenaario A | Skenaario B | Skenaario C |
|-------------------------------|-------------|--------------|--------------|
| A4 Kuljetukset | 93 | 93 | 932 |
| A5 Työsuoritteet | 625 | 625 | 382 |
| Menetetty hiilivarasto | 0 | 402 | 0 |
| Yhteensä | 718 | 1 121 | 1 314 |

Skenaariossa B maamassat hyödynnetään paikan päällä ja läjitetään kolmen hehtaarin kokoiselle puustoiselle alueelle. Puut poistetaan maavallin rakentamisen takia ja oletuksena on, että maavalli rakennetaan pintamaan ja maanpeitekasvillisuuden päälle. Tällöin kokonaispäästövaikutus on noin 1 121 t CO₂e. Puuston hiilivarasto on arvioitu Pohjois-Savon metsämaiden keskimääräisenä hiilivarastona perustuen puuston keskitilavuuteen (Kulju ym., 2023).

Skenaariossa C on oletettu, että syntyviä maamassoja ei hyödynnetä alueella, vaan ne kuljetetaan läjitettäväksi 10 km päähän. Tällöin maamassojen käsittelystä syntyy vähemmän päästöjä, sillä maavallia ei rakenneta, mutta kuljetuspäästöt ovat suuremmat. Kokonaispäästövaikutus on suurempi kuin skenaarioissa A ja B, noin 1 314 t CO₂e.

Arviointi perustuu teoreettiseen kolmen hehtaarin suuruiseen läjitysalueeseen, jonka arvioitu täyttötilavuus on 200 000 m³. Arvioinnissa on oletettu, että 80 % maavallista on leikkausmassoja ja 20 % pintamaata. Päästölaskennassa on huomioitu massojen muuntokertoimet Rakennustiedon Infra 2015 Määrämittausohjeen mukaisesti. Kuljetusetäisyydeksi skenaariossa C on asetettu 10 km. Arviointi noudattaa Väyläviraston Infrarakentamisen vähähiilisyiden arviointimenetelmää, joka perustuu eurooppalaisiin kestävän rakentamisen standardeihin. Työkoneiden ja kuljetusajoneuvojen päästöarvojen lähteenä on käytetty kansallista SYKE:n laatimaa infrarakentamisen päästötietokantaa (co2data.fi/infra). Työkoneiden työsaavutusten lähteenä on käytetty Ihku-laskentapalvelun tietoja.

Taloudelliset vaikutukset

Taloudellisia vaikutuksia ei arviointi.

Kuntaesimerkki

Toimenpide toteutettiin skenaariomallilla, joten kuntakohtaisia tietoja ei arvioitu.

Muut vaikutukset

Muita vaikutuksia ei arvioitu.

3.8.3 Epävarmuudet

Arviointi perustuu keskimääräiseen työmaaskenaarioon, maamassojen tilavuuteen ja läjityspaikan kokoon. Näiden tekijöiden muuttaminen voi muuttaa tuloksia ja tarkemman arvion saavuttamiseksi onkin tärkeää tarkastella vaikutusta aina paikkakohtaisesti. Myös kuljetusmatkojen pituudella on merkitystä tuloksiin. Kuljetusmatkojen pituutta on mahdollista muuttaa arvioinnissa laskurissa.

Puuston hiilivaraston osalta laskennassa hyödynnettiin Pohjois-Savon metsämaan keskimääräistä puuston tilavuutta (Kulju ym., 2023). Arviointi antaa karkean suuruusluokan maamassojen läjityksen skenaarioista, mutta todellinen tilanne voi vaihdella esimerkiksi metsätyyppin ja kasvillisuuden määrän ja laadun perusteella. Arvioinnissa ei huomioitu mahdollista maavallin maisemoinnin vaikutusta hiilensidontaan.

3.8.4 Johtopäätökset ja suositukset

Maamassojen hyödyntäminen paikan päällä noin kolmen hehtaarin kokoisen maavallin tapauksessa on arvioinnin perusteella suositeltavaa, mikäli läjityspaikalla ei sijaitse puita. Mikäli maamassat läjitetään puustoiselle alueelle, on ilmastovaikutus lähes sama kuin siinä tapauksessa, jos maamassat kuljetetaan pois alueelta 10 kilometrin päähän. Merkittävimmät päästövaikutukset maamassojen läjittämisessä syntyvät siis puuston poistamisesta ja kuljetuksista.

Maavallin maisemointi ja kasvillisuuden istuttaminen voivat parantaa hiilensidontaa pitkällä aikavälillä, mutta on kuitenkin huomioitava, että hiilensidontan lisääminen ei tule olla perusteena hiilivaraston poistamiselle. Puuston hiilivarasto kasvaa hitaasti ja poistetun varttuneen puuston hiilivaraston korvaamiseen kuluu useita vuosikymmeniä.

Laskuria on mahdollista hyödyntää maamassojen ilmastovaikutusten arvioinnissa eri tilanteissa, sekä arvioida kuljetusmatkojen pituuden vaikutusta eri vaihtoehtojen välillä. Arviointi toteutettiin niin, että laskennassa on mahdollista muuttaa läjitysalueen pinta-alaa skenaarioissa A ja B, sekä kuljetusetäisyyden pituutta skenaariossa C.

3.9 Toimenpide 8: Purkumassojen hyödyntäminen

3.9.1 Toimenpiteen kuvaus

Purkumassojen hyödyntäminen tukee kiertotalouden tavoitteiden saavuttamista ja materiaalien kertakäyttökulttuurista siirtyminen uusiokäyttöön sekä kierrätysasteen parantaminen uudessa rakentamisessa voi merkittävästi vaikuttaa rakennusalan ilmastovaikutusten pienentämiseen. Hyvin toteutetulla massakoordinaatiolla edistetään kiertotaloutta ja vähennetään päästöjä. Toimenpiteen arviointi toteutettiin purkumassojen kuljetusten päästöjä ja kustannusvaikutuksia arvioimalla.

Kierrätetyn materiaalin käyttö vähentää uuden materiaalin tuotannosta aiheutuvia päästöjä. Esimerkiksi betonin kierrättäminen säästää huomattavan määrän energiaa ja vähentää CO₂-päästöjä verrattuna uuden betonin valmistukseen. Kierrätys tukee ympäristölainsäädännön vaatimuksia, joissa pyritään vähentämään jätteen määrää ja edistämään uusiokäyttöä.

3.9.2 Vaikutusten arviointi

Ilmastovaikutukset

Purkumassojen ilmastovaikutuksia arvioitiin kevyellä laskennallisella arviolla purkumassojen kuljetuksen päästöjen kautta. Purkumassojen hyötykäytössä päästövaikutuksia syntyy myös materiaalin purkamisesta, työkoneiden käytöstä, lajittelusta ja prosessoinnista. Kuljetusajoneuvojen päästöarvojen lähteenä on käytetty kansallista SYKE:n laatimaa infrarakentamisen päästötietokantaa (co2data.fi/infra). Arvioinnissa käytetty kuljetusajoneuvo on jakelukuorma-auto 15 t, jonka päästökerroin on 0,000117 t CO₂e/tkm (Co2data.fi).

Taloudelliset vaikutukset

Purkumassojen hyödyntämisen kannattavuutta arvioitiin huomioiden materiaalien lajittelun sekä kuljetuksen kustannukset. Kustannusarviot perustuvat alan yleisiin hintoihin Suomessa, mutta tarkat kustannukset voivat vaihdella eri hankkeiden ja alueiden välillä. Purkumateriaalien kuljetuskustannukset kilometriä kohden vaihtelevat Suomessa kuljetusyriyksen, ajoneuvon koon, materiaalin tyyppin ja kuorman painon mukaan. Arvioinnissa käytetty hinta on raskaan kuorma-auton keskiarvokustannus.

Kuntaesimerkki

Iisalmen Soinlahden koulun purkumassojen kuljetuksen päästöt ovat arviolta noin 2,6 t CO₂e, kun huomioidaan edestakaiset matkat. Kuljetuksen päästöt syntyvät betonin, bitumin, eristevillojen, leikattavan raudan, purkupuun, sekapellin ja rakennus- ja purkujätteen kuljetuksesta. Purkumateriaaleja kuljetetaan 7, 26 ja 104 kilometrin päähän. Kustannusvaikutukset Soinlahden koulun purkumateriaalien lajittelusta ja kuljetusten kustannuksista ovat kokonaisuudessaan noin 46 900 €, kun lasketaan Suomen keskiarvokustannuksilla. Suurimmat kustannukset syntyvät arvion mukaan materiaalien lajittelusta, josta aiheutuu arvion mukaan jopa 95 % kustannuksista.

Esimerkitapauksessa, jossa kuljetettava purkumassa olisi 100 tonnia ja se kuljetettaisiin 50 kilometrin päähän, kuljetuksen kokonaispäästöt olisivat noin 0,6 t CO₂e. Samansuuruisen purkumassan hyödyntämisen taloudelliset vaikutukset olisivat karkeasti arvioiden materiaalien lajittelun osalta 3 500 € ja kuljetusten osalta 670 €. Yhteensä kokonaiskustannus olisi tällöin noin 4 170 euroa.

Muut vaikutukset

Muita vaikutuksia ei arvioitu.

3.9.3 Epävarmuudet

Purkumassojen hyödyntämisen arviointiin liittyy useita epävarmuuksia ja rajoituksia. Arvioinnissa hyödynnettiin keskimääräisiä päästökertoimia, joiden käyttöön liittyy aina suuria epävarmuuksia. Arvioinnissa voitiin ottaa huomioon vain kuljetuksen päästöt sekä materiaalin lajittelun ja kuljetuksen kustannus. Todellisuudessa purkumateriaalien hyötykäytön ilmastovaikutuksia aiheuttaa myös purku ja työkoneiden käyttö, jätteiden kuljetus lajittelukeskukseen ja mahdollinen kaatopaikkaus, poltto ja kierrätys, sekä materiaalin käsittely, kuten betonin murskaus. Purkumateriaalin hyötykäytön käytänteet eivät ole vielä Suomessa vakiintuneet ja joskus toimitaan niin, että materiaalin ostaja vastaa materiaalin kuljetuksista ja prosessoinnista.

Purkumassojen hyötykäytön kautta saavutettava päästöhyöty riippuu olennaisesti materiaalista. Esimerkiksi teräksen hyödyntäminen voi olla mahdollista sellaisenaan, kun taas toiset materiaalit vaativat jatkojalostusta ennen niiden hyödyntämistä toisessa kohteessa. Päästövaikutuksien epävarmuutta lisää näiden prosessien päästövaikutukset, joiden arviointi kuntatasolla on haastavaa. Arviointia tulisi tehdä aina kohdekohtaisesti.

3.9.4 Johtopäätökset ja suositukset

Purkumateriaalien kierrätys tarjoaa monia hyötyjä, jotka vaikuttavat niin taloudellisesti kuin ympäristöllisestikin. Kierrätetyn materiaalin käyttö voi olla huomattavasti halvempaa kuin uusien materiaalien hankinta, erityisesti suurissa rakennus- ja infrastruktuuriprojekteissa. Myös kaatopaikkamaksut vähenevät, kun materiaaleja hyödynnetään uudelleen. Lisäksi kierrätys vähentää uusien raaka-aineiden, kuten soran, hiekan ja sementin, tarvetta. Tämä puolestaan säästää luonnonvaroja ja vähentää niiden louhintaan ja käsittelyyn liittyviä ympäristövaikutuksia. Massakoordinaation hyötyjen toteutumiseksi tärkeää on hyvä suunnittelu, resursointi ja ennakointi, jotta massat liikkuvat sinne, missä niitä tarvitaan.

3.10 Toimenpide 9: Kasvisruokapäivien lisääminen kouluihin

3.10.1 Toimenpiteen kuvaus

Kasvisruokapäivien lisäämisen vaikutusta päästöihin ja kustannuksiin arvioitiin tässä työssä kouluaterioiden kautta. Ilmastovaikutuksia arvioitiin määrällisesti perustuen tieteellisestä tiedosta koostettuihin keskiarvoihin, kuten myös kustannusvaikutuksia. Arviointia täydennettiin laadullisesti kevyellä tutkimuskatsauksella.

Ihmistoiminnan ilmastovaikutuksista 21–37 % liittyy ruokaan (Mbow ym. 2019). Suomessa kouluruokailun piiriin kuuluu n. 900 000 lasta, jotka syövät yhden päivän aterioistaan koulussa. Koko Pohjois-Savon alueen peruskoulun oppilasmäärä oli vuonna 2023 vain hieman alle 24 000 (Tilastokeskus). Kouluruokailun ilmastovaikutusten pienentämisellä on siis merkittävä vaikutus.

3.10.2 Vaikutusten arviointi

Ilmastovaikutukset

Kasvisruuan lisäämisellä on tutkitusti hyötyä ilmastovaikutusten alentamiseksi ja kustannusten pienentämiseksi (Petruzzelli ym. 2023). Colombo ja muut (2020) vertailivat ravitsemuksellisesti tasapainoisia koululounasannoksia ja tutkimuksen mukaan sekaruokalounaat aiheuttavat lähes 2-kertaiset päästöt ilmasto-optimoituun lounasruokaan verrattuna.

Oxfordin yliopiston tutkimuksessa (Springmann ym. 2016) havaittiin, että siirtyminen kasvispohjaiseen ruokavalioon voisi vähentää ruoantuotannon kasvihuonekaasupäästöjä jopa 70 %. Tämä johtuu erityisesti lihantuotannon vähentämisestä, sillä lihantuotanto vastaa noin neljänneksestä kaikista maailman kasvihuonekaasupäästöistä. Kasvisruokavalio käyttää myös vähemmän luonnonvaroja, kuten vettä ja maapinta-alaa. Raaka-aineista suurin ilmastovaikutus syntyy naudanlihasta, minkä jälkeen eniten ilmastovaikutusta aiheuttavia raaka-aineita ovat possu, juusto, kasvatettu kala ja kana. Pienimmät ilmastovaikutukset puolestaan ovat juureksilla, kaalilla, perunalla, kauralla ja järvikalalla (Kortetmäki, Pudas & Saralahti, 2021). Kasvispainotteinen ruokavalio on siis ilmaston kannalta parempi vaihtoehto.

Kouluaterioiden ilmastotekoja on kokeiltu ympäri maata ja esimerkiksi Muurame on toteuttanut koko kouluruokailun ilmastovaikutusten arvioinnin vuonna 2019. Selvityksen tuloksena saatiin tieto, että tarkasteluun valituista aterioista uunimakkara (n. 2 500 kg CO₂e), lihapyörökät (n. 2 100 kg CO₂e) ja pinaattikeitto (n. 1 900 kg CO₂e) aiheuttivat suurimmat päästöt. Pienimmät ilmastovaikutukset aiheutuvat selvityksen mukaan silakkapihveistä, makaronilaatikon ilmastoversiosta ja pinaattiletuista, jotka kukin aiheuttavat noin 600–700 kg CO₂e-päästöt. (Kortetmäki, Pudas & Saralahti, 2021)

”Noin 10 000 asukkaan Muuramessa ilmastoteemaviikon päästövähennys vastasi n. 30 000 km autoilua. Keittiöhenkilöstö koki ilmastoruokien teon yllättävän helpoksi ja ruoat maukkaiksi.” Kortetmäki, Pudas & Saralahti, 2021, s. 4

Kaljonen ja muut (2018) havaitsivat, että kasvisruoan suosiminen kouluruokailussa tukee ilmastotavoitteita, mutta alkuvaiheessa tarvitaan sopeutuksia, kuten reseptiikan kehittämistä ja linjastojen uudelleenjärjestelyjä. Pitkällä aikavälillä kasvisruoan vaikutukset ympäristöön ja talouteen ovat kuitenkin merkittäviä. Paikallisten, ilmastoystävällisten raaka-aineiden, kuten palkokasvien, käyttö on erityisen tärkeää Pohjois-Savossa, jossa lähellä tuotettujen raaka-aineiden saatavuus tukee kestävä kehityksen tavoitteita.

Pohjois-Savon kuntien kouluruokailujen ilmastovaikutukset arvioitiin teoreettisen säästön kautta hyödyntäen Ruotsissa toteutetun tieteellisen tutkimuksen tuloksia koululounaiden päästöistä (Colombo ym., 2020). Taloudellisten vaikutusten luvun jälkeen kuntaesimerkissä on kuvattu ilmasto-optimoitujen päivien lisäämisen vaikutusta koululounaiden päästöihin kuntakohtaisesti. Ilmasto-optimointi tarkoittaa koulun lounaslistan kehittämistä niin, että suositaan vähäpäästöisiä vaihtoehtoja, kuten kasviksia niin, että aterian ravintohyöty on sama.

Taloudelliset vaikutukset

Toteutunutta kustannusvaikutusta sekaruuan ja kasvisruuan välillä ei saatu tämän työn puitteissa näkyviin, sillä kasvisruokien ja sekaruokien hinnoissa ei ollut juurikaan vaihtelua kunnissa. Sen sijaan kuntien välillä esiintyi suurta vaihtelua kouluruokien kustannuksissa, niiden vaihdella 0,5–4 € ateriahintojen välillä. Kustannusvaikutukset on arvioitu teoreettisen säästön kautta hyödyntäen Ruotsissa toteutetun tieteellisen tutkimuksen tuloksia koululounaiden kustannuksista (Colombo ym., 2020). Neljästä kunnasta kerätty aineisto osoitti, että kolmessa kunnassa kasvis- ja sekaruuan kustannukset olivat samalla tasolla, kun taas yhdessä kunnassa kasvisruoan kustannukset olivat hieman korkeammat. Tällaiset erot voivat johtua paikallisista raaka-ainehankinnoista, valmistustavoista ja oppilaiden ruokailutottumuksista.

Suomessa kouluruokailun kustannukset vaihtelevat merkittävästi. Esimerkiksi Helsingissä kouluruoan keskimääräinen kustannus oppilasta kohden on vain 2,41 euroa päivässä, kun taas pienissä Pohjois- ja Länsi-Suomen kunnissa, kuten Rautjärvellä ja Kustavissa, kustannukset voivat nousta yli 10 euroon. Tämä kertoo siitä, että paikallisilla tekijöillä – kuten kunnan koolla, valmistusmenetelmillä ja kuljetusjärjestelyillä – on suuri vaikutus kouluruoan hintaan. Kasvisruoan osalta nämä vaihtelut voivat heijastua esimerkiksi raaka-aineiden saatavuuteen ja ruokahävikin hallintaan. (Pietiläinen, 2024)

Kasvisruoan kustannustehokkuus on havaittu monissa tutkimuksissa. Helsingin kaupungin ruokapalveluasiantuntija Katja Peränen on todennut, että pavut, linssit ja muut palkokasvit ovat raaka-aineina huomattavasti edullisempia kuin liha. Lisäksi kasvisruoan tarjoaminen vähentää erityisruokavalioiden tarvetta, mikä voi alentaa kokonaiskustannuksia. (Pietiläinen, 2024)

Petruzzelli ja muut (2023) havaitsivat, että eläinperäisten tuotteiden vähentäminen kouluruokailussa voi vähentää kustannuksia noin 1 %, kun taas kaikkien eläinperäisten tuotteiden poistaminen kasvattaa kustannuksia hieman (4 %). Colombon ja muiden (2020) mukaan ruotsalaisten koulujen ruokalistojen ilmasto-optimoinnilla saavutettiin jopa 11 % alemmat kustannukset. Arvioinnissa käytettiin ruotsalaisen tutkimuksen kerrointa, sillä tutkimus kohdistui nimenomaan kouluruokiin ja kouluruokalistan ilmasto-optimointiin kasvisruokia lisäämällä.

Kuntaesimerkki

Alla olevassa taulukossa (Taulukko 4) on esitetty teoreettinen päästövähennys, kun viikkoon lisätään 3 tai 5 kasvisruokapäivää, jolloin koululounaalla tarjoillaan kasvisruokaa. Lisäksi on esitetty potentiaalinen päästövähennys koko vuonna, jos kaikki koululounaat vaihdetaan lähtötasosta, eli sekaruokalounaista kasvisruoiksi optimoimalla koulun ruokalistaa ilmastoystävällisemmäksi. Vuotuisessa arvioinnissa käytetty viikkojen määrä on 38. Taulukossa on kuvattu tulokset niiden kuntien osalta, joista saatiin lähtötieto oppilasmääristä.

Merkittävin vaikutus tulee esiin Kuopion ja Iisalmen kunnissa, joissa oppilas- ja opiskelijamäärä on huomattavasti muita kuntia suurempi. Esimerkiksi Iisalmissa yhden kasvisruokapäivän lisääminen pienentäisi viikoittaisia kouluruokalounaiden päästöjä 0,2 t CO₂e, ja viiden päivän lisääminen puolestaan 0,9 t CO₂e viikossa. Mikäli Iisalmen koulujen ruokalistat uudistettaisiin ilmasto-optimoinnin näkökulmasta, vuosittainen Iisalmen päästövähennys olisi noin 35 t CO₂e.

Taulukko 4 Koululounaiden ruokalistojen ilmasto-optimoinnin teoreettinen vaikutus päästöihin verrattuna lähtötasoon (sekaruoka)

| Kunta | Päästösäästö, kun kolmena päivänä tarjoillaan kasvisruokalounas (tCO ₂ e/viikko) | Päästösäästö, kun kaikkina päivinä tarjoillaan kasvisruokalounas (tCO ₂ e/viikko) | Ilmasto-optimoidun ruokalistan vuotuinen päästösäästö (tCO ₂ e/vuosi) |
|-------------|---|--|--|
| Iisalmi | 0,6 | 0,9 | 34,8 |
| Joroinen | 0,6 | 1,0 | 37,6 |
| Kuopio | 13,6 | 22,6 | 858,7 |
| Rautalampi | 0,3 | 0,6 | 21,4 |
| Siilinjärvi | 3,0 | 5,0 | 190,8 |
| Sonkajärvi | 0,3 | 0,6 | 20,9 |
| Suonenjoki | 0,7 | 1,2 | 46,4 |
| Tervo | 0,1 | 0,1 | 5,5 |
| Vesanto | 0,2 | 0,3 | 12,4 |

Taloudellisten vaikutusten osalta ilmasto-optimoituun ruokalistaan siirtymisen teoreettinen kustannusvaikutus on esitetty esimerkin kautta alla olevassa taulukossa (Taulukko 5). Esimerkilaskenta on tehty 1000 oppilaan koululle, jossa viikossa tarjoillaan kolmena päivänä kasvisruokalounasta ja kahtena päivänä sekaruokalounasta. Arviointi perustuu ruotsalaisten koulujen keskimääräisiin kasvisruoan ja sekaruoan ateriahintoihin (Colombo ym., 2020).

Taulukko 5 Kouluruokien esimerkkikustannukset kasvis- ja sekaruokaviikkoina, sekä kasvisruokapäivien lisäämisen arvioitu kustannussäästö.

| Esimerkkilaskenta | Kustannus (€) |
|---|----------------------|
| Kasvisruokaviikko | 4 673 |
| Sekaruokaviikko | 5 250 |
| Kolme kasvisruokapäivää ja kaksi sekaruokapäivää viikossa | 4 904 |
| Viikoittainen kustannussäästö 3 kasvisruokapäivän lisäämisestä verrattuna sekaruokaviikkoon | 347 |
| Vuotuinen kustannussäästö 3 kasvisruokapäivän lisäämisestä verrattuna sekaruokaviikkoon | 13 167 |

Koulujen ruokalistan uudistaminen 1000 oppilaan koulussa niin, että viikkoon lisätään kolme kasvisruokapäivää, vähentää teoreettisesti kustannuksia viikossa noin 347 €. Vuosittainen kustannussäästö olisi tällöin noin 13 000 €. Mikäli koko ruokalista uudistettaisiin ja ilmasto-optimoitaisiin, viikoittainen kustannussäästö olisi noin 578 €, mikä tekisi vuodessa lähes 22 000 € säästön kustannuksista. Arvio perustuu oletuksiin ja tarkemmin kuntakohtaisesti tarkasteltaessa on syytä huomioida ruoanhankinnan todelliset kustannukset.

Muut vaikutukset

Muita vaikutuksia ei arvioitu.

3.10.3 Epävarmuudet

Ilmastoarvioinnin epävarmuudet liittyvät käytettyihin päästökertoimiin, jotka ovat keskimääräiset tiedot ruotsalaisten koulujen aterioiden päästöistä. Suomessa päästöt voivat todellisuudessa olla eri suuruiset, mutta vaihtoehtojen vertailun suuruusluokka on oletettavasti melko lähellä samaa mittaluokkaa, mitä Suomessa saavutettaisiin kouluruokalistojen ilmasto-optimoinnilla.

Kuntien kouluruokailusta saadut tiedot osoittavat huomattavaa vaihtelua kustannuksissa kuntien välillä, mikä vaikeutti kuntakohtaisen analyysin laatimista. Sen vuoksi kustannukset arvioitiin keskimääräisellä ruotsalaisten koulujen kustannuksella perustuen Colombon ja muiden (2020) tutkimukseen. Tulosten tulkinnassa on siis huomattava, että laskennassa ei käytetty kuntakohtaista tietoa kouluruokien kustannuksista, sillä saatujen lähtötietojen perusteella kustannuksissa ei ollut eroa seka- ja kasvisruokien välillä. Tämä voi johtua monesta syystä, mutta tarkemmin asiaa ei selvitetty tämän työn puitteissa. Paikallisilla tekijöillä on suurta vaikutusta kouluruuan hintaan, joten keskiarvoinen hinta lisää arvioinnin epävarmuutta. Hintaan vaikuttavat esimerkiksi kunnan koko, valmistusmenetelmät ja kuljetukset (Pietiläinen, 2024).

3.10.4 Johtopäätökset ja suositukset

Kirjallisuuden ja arvioinnissa käytettyjen kuntakohtaisten lähtötietojen perusteella voidaan todeta, että kasvisruoan suosiminen kouluruokailussa tarjoaa merkittäviä taloudellisia hyötyjä ja pienentää päästöjä. Lyhyellä aikavälillä tarvittavat käytännön sopeutukset voivat lisätä kustannuksia, mutta pitkällä aikavälillä kasvisruoan valmistus on kustannustehokasta. Kasvisruokailu ei ainoastaan tue ilmastotavoitteita, vaan myös monipuolistaa kouluruokailua ja tarjoaa oppilaille terveellisiä ja houkuttelevia vaihtoehtoja.

Suosituks:

1. Kasvisruoan lisääminen: Kehitetään ruokalistoja lisäämällä kasvisruokapäiviä ja kehitetään oppilaiden makutottumuksia vastaavia reseptejä.
2. Ruokahävikin vähentäminen: Seurataan ja analysoidaan hävikin määrää tarkasti ja suunnitellaan annoskoot vastaamaan oppilaiden tarpeita.
3. Paikalliset raaka-aineet: Hyödynnetään lähellä tuotettuja juureksia ja palkokasveja, sekä suositaan kausivihanneksia kustannustehokkuuden ja ilmastoystävällisyyden parantamiseksi.
4. Tiedonkeruun kehittäminen: Yhtenäistetään tietojen raportointia, jotta kustannukset ja vaikutukset voidaan arvioida paremmin.

Ottamalla käyttöön edellä mainittuja toimenpidesuosituksia Pohjois-Savon kunnat voivat johtaa esimerkillään kohti kestävää kouluruokailua, joka hyödyttää ilmastoa ja paikallistaloutta. Kasvisruoka on taloudellisesti kannattava ja ympäristöystävällinen valinta, joka samalla rikastuttaa kouluruokailun tarjontaa ja oppilaiden ruokailukokemuksia. (Springmann ym. 2016; Kaljonen ym. 2018; Petruzzelli ym. 2023)

3.11 Toimenpide 10: Ruokahävikin vähentäminen kouluissa

3.11.1 Toimenpiteen kuvaus

Ruokahävikin vähentäminen on tärkeä ilmastoteko, sillä kuten edellisessä luvussa kuvattiin, ruokaan liittyvät ilmastovaikutukset aiheuttavat jopa 21–37 % maapallon kokonaispäästöistä. Ruoan ilmastovaikutusta on mahdollista pienentää kasvispainotteisella ruokalistalla ja pienentämällä ruokalistan hiilijalanjälkeä sekä hävikkiä.

Toimenpiteessä arvioitiin kouluruokailun hävikin vähentämisen vaikutuksia päästöihin ja kustannuksiin. Arvioinnissa käytettiin Iisalmen kaupungin peruskoulun ja toisen asteen oppilaitoksen keskimääräisiä hävikkitietoja. Ruokahävikin määrä on sekaruokapäivänä oppilasta kohden keskimäärin 5,71 % päivässä ja kasvisruokapäivänä 7,17 %. Ruokailijoiden määrät vaihtuvat päivittäin, joten arvio on laskettu koko oppilasmäärän perusteella.

Colombo ja muut (2020) tutkivat kouluruoan ilmastotekojen vaikutusta ruotsalaisen kunnan kolmessa koulussa luokka-asteilla 0–9. Kouluruokalistan kasvihuonekaasupäästöjä oli vähennetty 40 %, ruoat täyttivät kaikki ravitsemukselliset suositukset kouluruokalounaalle ja niiden kustannus oli 11 % pienempi verrattuna lähtötasoon. Ilmastoystävällisempi ruokalista ei aiheuttanut juurikaan muutoksia ruoan menekissä tai tyytyväisyydessä koululounaaseen. Tutkimus osoitti, että koululounaiden ruokalistojen suunnittelulla voidaan vähentää ilmastovaikutusta ilman, että syntyy negatiivisia vaikutuksia hävikkiin, menekkiin tai kustannuksiin (Colombo ym. 2020).

3.11.2 Vaikutusten arviointi

Ilmastovaikutusten arviointi

Hävikkiruuan ilmastovaikutuksia arvioitiin käyttämällä keskimääräisiä kouluruokailun annosten päästökertoimia sekaruoalle ja ilmasto-optimoidulle ruoalle, joka sisältää enemmän kasviksia ja lähellä tuotettuja raaka-aineita. Arvioinnissa hyödynnettiin ruotsalaisen tutkimuksen päästökertoimia kasvisruualle ja sekaruualle, joista johdettiin ruokahävikin päästöt sekaruoka- ja kasvisruokapäivinä (Colombo ym., 2020). Hävikin vähentäminen pienentää ilmastovaikutuksia ja saavutettava päästövähennys riippuu ruokalistan päästöistä. Kuntakohtaisia tuloksia on esitetty tässä luvussa taloudellisten vaikutusten arvioinnin jälkeen.

Taloudellisten vaikutusten arviointi

Taloudellisia vaikutuksia arvioitiin käyttäen keskimääräistä tietoa Colombon ja muiden (2020) tutkimuksesta ruotsalaisten koulujen kasvis- ja sekaruokien kustannuksista. Tutkimusten mukaan eläinperäisten tuotteiden vähentäminen kouluruokailussa voi vähentää kustannuksia noin 1 %, kun taas kaikkien eläinperäisten tuotteiden poistaminen kasvattaa kustannuksia hieman (4 %) (Petruzelli ym. 2023). Ruotsalaisen tutkimuksen mukaan ruotsalaisissa kouluissa ruokalistan ilmasto-optimointi pienensi kustannuksia 11 % (Colombo ym. 2020). Arvioinnissa käytettiin ruotsalaisen tutkimuksen kerrointa, sillä tutkimus kohdistui nimenomaan kouluruokiin ja kouluruokalistan ilmasto-optimointiin kasvisruokia lisäämällä. Arviointi tehtiin niille kunnille, joista oli saatu lähtötieto oppilasmäärästä. Kuntakohtaisia tuloksia on esitetty seuraavissa kappaleissa.

Kuntaesimerkki

Pohjois-Savon kuntien ruokalistoja optimoimalla ilmastoystävälliseen suuntaan voidaan saavuttaa hyötyä myös hävikin ilmastovaikutusten pienentämiseksi. Alla olevassa taulukossa (Taulukko 6) on esitetty kuntakohtaisesti hävikin ilmastovaikutus, kun käytössä on sekaruokalista ja ilmasto-optimoitu ruokalista. Ruokalistan ilmasto-optimoinnin kautta kasvisruokapäivien hävikin määrä pienenee, vaikka kasvisruokapäivinä syntyy oletuksen mukaan enemmän hävikkiä.

Taulukko 6 Koululounaiden hävikin ilmastovaikutukset sekaruoan ja ilmasto-optimoidun ruokalistan osalta

| Kunta | Sekaruoka, lähtötaso (tCO₂e/viikko) | Kolmena päivänä viikossa on tarjolla kasvisruokaa ja kahtena sekaruokaa (tCO₂e/viikko) | Ilmasto-optimoitu ruokalista (tCO₂e/viikko) |
|--------------|---|--|---|
| Iisalmi | 0,13 | 0,11 | 0,1 |
| Joroinen | 0,14 | 0,12 | 0,11 |
| Kuopio | 3,23 | 2,75 | 2,43 |
| Rautalampi | 0,08 | 0,06 | 0,06 |
| Siilinjärvi | 0,72 | 0,61 | 0,54 |
| Sonkajärvi | 0,08 | 0,07 | 0,06 |
| Suonenjoki | 0,17 | 0,15 | 0,13 |
| Tervo | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| Vesanto | 0,05 | 0,04 | 0,03 |

Esimerkiksi Siilinjärvellä koululounaiden hävikin päästö on viikoittain arvioitu olevan noin 0,72 t CO₂e, kun käytössä on sekaruokalistat. Jos ruokalistaan lisätään kolme kasvisruokapäivää, hävikin päästö on viikoittain 0,61 t CO₂e, eli noin 15 % lähtötasoa pienempi. Mikäli koko lounaslista ilmasto-optimoidaan, pienenevät hävikin päästöt noin 25 % lähtötasoon nähden.

Hävikkiruuan kustannus on Siilinjärvellä viikoittain 908 € lähtötilanteessa, jossa oletuksena on, että joka päivä tarjoillaan sekaruokaa. Mikäli kolmena päivänä viikossa tarjottaisiin kasvisruokaa, hävikin määrä olisi laskennan oletuksiin perustuen noin 972 euroa. Koko ruokalistan päivittäminen kasvisruoaksi tarkoittaisi 1 015 euroa hävikin kustannukseksi, eli noin 107 € lisäkustannusta.

Alla olevassa taulukossa (**Taulukko 7**) on kuvattu kasvisruokapäivien lisäämisen vaikutusta hävikin päästöihin ja kustannuksiin. Oletuksena on, että lähtötasolla joka päivä on tarjolla sekaruokaa ja yhden kasvisruokapäivän lisääminen näin ollen vähentää yhden sekaruokapäivän. On huomattava, että kustannusten arvioinnissa hyödynnettiin Iisalmen kunnan koulujen tietoa kasvis- ja sekaruokapäivien hävikin määrästä, jossa kasvisruokapäivinä aiheutuu sekaruokapäiviä enemmän hävikkiä. Tutkimusten valossa kasvisruoan lisääminen ei kuitenkaan lisää hävikin määrää (Colombo ym. 2020).

Taulukko 7 Ruokahävikin päästöjen ja kustannusten laskennallinen muutos seka- ja kasvisruokapäivinä

| Ruokalistan muutos | Vaikutus päästöihin | Vaikutus kustannuksiin |
|------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| Lähtötaso, sekaruokalista | 0 % | 0 % |
| 1 kasvisruokapäivä viikossa | -5 % | +2 % |
| 2 kasvisruokapäivää viikossa | -10 % | +5 % |
| 3 kasvisruokapäivää viikossa | -15 % | +7 % |
| 4 kasvisruokapäivää viikossa | -20 % | +9 % |
| 5 kasvisruokapäivää viikossa | -25 % | +12 % |

Muut hyödyt

Muita hyötyjä ei arvioitu.

3.11.3 Epävarmuudet

Hävikin vähentämisen ilmastovaikutus riippuu ruoan ilmastovaikutuksista. Tutkimusten mukaan (Colombo ym. 2020) päästöiltään lähes puolitetun kouluruokalistan ei kuitenkaan havaittu aiheuttavan merkittävää muutosta hävikkiin. Arvioinnissa käytettiin Iisalmen koulujen keskimääräistä hävikkitietoa, minkä mukaan kasvisruokapäivinä hävikki on suurempaa kuin sekaruokapäivinä. Tutkimusten valossa hävikin määrän ei ole katsottu lisääntyvän kasvisruokapäivinä (Colombo ym. 2020), joten tulokset saattavat osoittautua arvioitua suopeammaksi kustannusvaikutusten näkökulmasta, mikäli ruokalistojen päivittämisessä huomioidaan makutottumukset ja otetaan oppilaita ja opiskelijoita aktiivisesti mukaan ruokalistojen suunnitteluun ja koemaistatuksiin.

Päästöjen ja kustannusten arvioinnissa käytettiin keskimääräistä tietoa ruotsalaisten koulujen tiedoista, vaikka kuntien ja koulujen välillä voi olla suurtakin vaihtelua esimerkiksi aterioiden hinnoissa. Suomessa (Pietiläinen, 2024) ja Pohjois-Savossa kouluruokien kustannukset vaihtelevat merkittävästi kunnittain, ja arvioinnissa koottujen lähtöaineistojen perusteella kuntien väliset erot ovat merkittäviä. Tarkemmassa arvioinnissa on syytä huomioida todelliset hankintakustannukset. Lisäksi päästöjen määrä voi vaihdella suuresti kunnittain riippuen ruokalistasta, raaka-aineista ja kuljetuksista. Päästöarvioinnin tarkentamiseksi suositellaan ateriakohtaisten päästöjen arviointia kunnittain.

Oletuksena on, että lähtötason ruokalistassa kaikkina päivinä tarjotaan sekaruokalounas. Todellisuudessa osassa kunnista on jo otettu käyttöön kasvislounaita, mikä tulee huomioida tulosten tulkinnassa ja tarkemmassa kuntakohtaisessa analyysissä.

3.11.4 Johtopäätökset ja suositukset

Ruokahävikin vähentäminen pienentää päästöjä ja voi tuoda kustannussäästöjä. Ruokahävikin vähentämisellä on päästöjen näkökulmasta sitä suurempi merkitys, mitä suuremmat ovat kouluruokalounaiden päästöt. Hävikin päästöjen vähentämiseksi tärkeää on siis myös kouluruoan ilmastovaikutusten pienentäminen. Koulujen ruokalistaa optimoimalla voidaan tutkimuksen mukaan saavuttaa hyötyä niin ilmaston kuin kustannusten näkökulmasta, eikä ruokalistan kasvispainotteisuuden ole katsottu lisäävän hävikin määrää (Colombo ym., 2020).

Ruokahävikin vähentämisen keinona voi toimia hävikin määrän seuranta ja tarkka analysointia, sekä annoskokojen suunnittelu vastaamaan oppilaiden tarpeita. Lisäksi oppilaita osallistamisesta voi olla hyötyä. Jos oppilaita otetaan aktiivisesti mukaan ruokalistasuunnitteluun ja maistatuspäiviin, kasvisruoasta tulee osa heidän arkeaan. Yhteistyössä oppilaiden ja opiskelijoiden kanssa voidaan kehittää oppilaiden makumieltymyksiä vastaavia ruokalistoja ja kasvisruokia. Huolellinen suunnittelu ja ruokahävikin hallinta ovat avainasemassa kasvisruokailun kustannustehokkuuden varmistamisessa.

3.12 Toimenpide 11: Metsitys

3.12.1 Toimenpiteen kuvaus

Metsityksen vaikutuksia arvioitiin Pohjois-Savon kuntien jouto- ja purkumaiden metsityksen kautta. Arvioinnissa huomioitiin kuntien jouto- ja purkumaiden pinta-ala, jonka metsittämisen vaikutusta hiilivarastoihin ja hiilinieluihin sekä taloudellisia vaikutuksia arvioitiin laskennallisesti.

Useissa kunnissa metsänhoitoa ohjaavat suunnitelmalliset periaatteet, joissa metsänhoitoyhdistys vastaa käytännön toteutuksesta, kuten hakkuista ja taimikonhoidosta. Esimerkiksi haastattelussa 1 todettiin, että kunnan metsänhoito on taloudellisesti tuottavaa, ja hakkuilla katetaan kulut ilman ylimääräisiä tukitarpeita. Toisessa kunnassa, jossa metsätulot muodostavat jopa 10 % talousarviosta, korostettiin, että hakkuista on lisätty viime vuosina rahoituspaineen vuoksi. Tämä on johtanut tilanteeseen, jossa nykyiset metsät eivät riitä vastaamaan hakkuutavoitteisiin pitkällä aikavälillä, mikä tuo esiin kuntien metsänkäytön kestävyys haasteita (haastattelu 2).

3.12.2 Vaikutusten arviointi

Ilmastovaikutukset

Metsityksen vaikutusta hiilensidontaan ja hiilivarastoon arvioitiin pinta-alan perusteella. Metsittämisellä on positiivinen vaikutus hiilensidontaan, sillä metsien kasvillisuus ja maaperä ovat suuria hiilivarastoja. Puiden kasvu sitoo runsaasti hiiltä usean kymmenen vuoden ajan. Metsä toimii kasvaessaan hiilinieluna, sillä se varastoi kasvun aikana hiilidioksidia kasvillisuuteen ja maaperään. Varttuneen metsän hiilinielu ei ole enää suuri, mutta kasvillisuuden biomassa on varastoinut itseensä hiiltä, jolloin metsä toimii hiilivarastona.

Arvioinnissa hyödynnettiin vuosittain julkaistavaa Metsätilastollista vuosikirjaa (Kulju ym., 2023). Puuston keskitilavuus Pohjois-Savon metsämaalla on 149 m³ hehtaaria kohden ja keskimäärin puusto kasvaa 7,4 m³ hehtaaria kohden vuodessa (Kulju ym. 2023). Lukemat muunnettiin hiilivarastoksi hyödyntäen hiilen pitoisuuden kerrointa 0,9 t CO₂/m³.

Taloudelliset vaikutukset

Metsänhoidon kannattavuutta arvioitiin pitkällä aikavälillä (60 ja 100 vuotta) ottaen huomioon metsityskustannukset, vuotuiset hoitokustannukset sekä odotetun tuoton. Lähteinä hyödynnettiin Metsälehdessä ja Verohallinnon tietoja metsän keskimääräisestä tuotosta, hoitokustannuksista ja metsän hintakehityksestä, jotka antavat ajantasaisen ja realistisen pohjan arvioille. Näiden tietojen avulla käyttäjä voi tehdä päätöksiä metsänhoitoon liittyvien investointien kannattavuudesta. Arvioinnissa ei huomioitu mahdollisia veroja, mutta puun myyntitulot verotetaan pääomatulona, jolloin veroprosentti on 30 % (yli 30 000 euron tuloista 34 %) (Verohallinto, 2024).

Metsityksen taloudelliseen kannattavuuteen vaikuttavat monet tekijät, kuten aloituskustannukset, vuotuiset hoitokustannukset, metsän kiertoaika, tuotto-odotukset ja markkinahinnat. Istutusmenetelmä ja tarvittavat alkuvaiheen hoitotoimet, kuten maanmuokkaus ja varhaisperkaus, määrittävät metsityksen kustannukset. Vuotuiset metsänhoidon kulut, jotka kattavat esimerkiksi harvennukset ja lannoituksen, voivat olla 15–20 % vuotuisista tuotoista, mutta ne ovat tarpeellisia metsän tuottokyvyn ylläpitämiseksi. Metsän taloudellinen tuotto riippuu kasvunopeudesta ja kiertoajasta – nopeasti kasvavat lehtipuut voivat tuottaa tuloa nopeammin, mutta pitkällä aikavälillä arvokkaammat havupuut voivat olla kannattavampia. Markkinahintojen kehitys vaikuttaa hakkuuvaiheessa saatavaan tulojen määrään, ja puun sekä maa-alueiden kysyntä vaihtelee taloudellisten suhdanteiden mukaan. (Metsälehti 2022, 2024 ja 2024(2))

Lisäksi verotus ja mahdolliset metsitystuet voivat vaikuttaa merkittävästi nettotuottoon. Myös metsän ekologiset vaikutukset, kuten hiilensidonta ja luonnon monimuotoisuuden lisääminen, voivat epäsuorasti lisätä metsän arvoa tulevaisuudessa, mikä saattaa parantaa metsityksen taloudellista houkuttelevuutta. (Verohallinto, 2024 & Metsälehti 2022, 2024 ja 2024(2))

Metsänhoidon taloudelliset vaikutukset kunnille ovat moninaisia ja riippuvat muun muassa metsänhoidon periaatteista, hakkuumääristä sekä metsätulojen merkityksestä kuntataloudelle. Monissa kunnissa metsänhoito toimii sekä taloudellisena resurssina että kestävään kehitykseen liittyvänä toimintana, jossa yhdistyvät ekologiset ja sosiaaliset tavoitteet. Haastatteluiden perusteella esille nousi sekä metsänhoidon tuottavuus että siihen liittyvät haasteet, kuten lisämetsityksen rajoitukset ja ympäristövaatimusten huomioiminen.

Kuntaesimerkki

Joutomaiden metsittämisen laskennallinen hiilivarastopotentiaali Pohjois-Savon kunnissa on noin 134,1 t CO₂/hehtaari. Hiilinielupotentiaali on 6,7 t CO₂/hehtaari vuodessa. 10 hehtaarin alueella saavutettava hiilivarasto olisi siis laskennallisesti 1,34 kt CO₂. Tuloksia on kuvattu alla olevassa taulukossa (Taulukko 8).

Taulukko 8 Pohjois-Savon metsämaan keskimääräinen hiilivarasto ja hiilinielu

| Pinta-ala, ha | Hiilivarasto, t CO ₂ | Hiilinielu, t CO ₂ |
|---------------|---------------------------------|-------------------------------|
| 1 | 134,1 | 6,7 |
| 10 | 1 341 | 67 |

Hiilivarasto saavutetaan pitkällä aikavälillä, eikä tulos siten kuvaa istutushetkeä, vaan varttuneempaa metsää. Pielavedellä tunnistettiin potentiaalisia metsityskohteita 0,12 ha ja varkaudessa 0,45 ha. Pielaveden ja Varkauden metsityskohteiden hiilivarastoa ja hiilinielua on kuvattu alla olevassa taulukossa (Taulukko 9).

Taulukko 9 Pielaveden ja Varkauden joutomaiden hiilivarasto- ja hiilinielupotentiaali

| Tulos | Pielavesi | Varkaus |
|--|------------------|----------------|
| Hiilivarastopotentiali noin 50 vuodessa metsityksestä, t CO ₂ | 16,1 | 60,3 |
| Hiilinielupotentiaali, t CO ₂ /vuosi | 0,8 | 3,0 |

Pielavedellä joutomaiden metsittämisellä voidaan saavuttaa noin 16 t CO₂ hiilivarasto. Tuloksen suuruusluokka vastaa reilua 115 000 ajokilometriä tai 27 edestakaista lentomatkaa Suomesta Müncheniin. Hiilinielupotentiaali Pielavedellä on 0,8 t CO₂. Varkaudessa joutomaiden metsittämisellä voidaan saavuttaa 60,3 t CO₂ suuruinen hiilivarasto, mikä puolestaan vastaa 431 000 ajokilometriä, noin 30 000 bensiinilitran polttamista tai 4 260 euroa EU:n päästökaupassa. Vertailun tulokset on haettu OpenCO2net -verkkosivuston (2024) hiilijalanjälkilaskurista.

Muut vaikutukset

Muita vaikutuksia ei arvioitu, sillä työssä keskityttiin ilmastomuutoksen hillintään ja taloudellisiin vaikutuksiin, jotka on esitetty aikaisemmissa kappaleissa. Ympäristön näkökulmasta metsät toimivat tärkeinä hiilinieluinä, jotka sitovat ilmakehän hiilidioksidia ja auttavat hillitsemään ilmastomuutosta. Metsityksellä on kuitenkin myös monia muita hyötyjä ilmastomuutoksen hillinnän lisäksi ja hiilensidonnalla ohella ne tarjoavat monia muitakin ekosysteemipalveluita, jotka on hyvä huomioida metsityshankkeissa.

Metsät parantavat luonnon monimuotoisuutta tarjoamalla elinympäristön lukuisille kasvi- ja eläinlajeille. Metsät suojaavat maaperää eroosiolta, vähentävät ravinteiden valumista vesistöihin ja edistävät mikroilmaston tasapainoa tarjoamalla viilentäviä varjoja, säilyttämällä kosteutta ja hidastamalla tuulen nopeutta. Metsät toimivat siis myös monipuolisena ratkaisuna ilmastomuutokseen sopeutumisessa. Metsät tarjoavat lisäksi paikan virkistytymiseen, ulkoiluun ja luontokokemuksiin, sekä kaunistavat maisemaa. Luonnossa oleilu parantaa tutkitusti ihmisten henkistä ja fyysistä hyvinvointia.

3.12.3 Epävarmuudet

Kuntakohtaiset lähtötiedot metsitykseen soveltuvien maiden pinta-aloista vaihtelivat laadultaan ja määrältään ja kuten haastattelussa kävi ilmi, kunnilla ei ole juurikaan maa-alaa, joka soveltuisi metsittämiseen. Haastattelussa 7 esimerkiksi mainittiin, että kaikki potentiaaliset alueet, kuten joutomaat, on jo metsitetty, eikä lisämetsittämiselle ole suuria mahdollisuuksia. Toisaalta niittyjen lisäämistä pidettiin kiinnostavana vaihtoehtona, erityisesti kun huomioidaan pölyttäjien tukemisen merkitys ja maisemalliset seikat (haastattelu 1 ja 7). Niittyjen lisäämisen vaikutusta on arvioitu seuraavassa toimenpiteessä 12.

Tulosten tulkinnassa on otettava huomioon lähtötietojen laatu ja metsityksen toteuttavuus. Metsitys on toteutettavissa vain käyttöön sopivilla alueilla ja haastattelujen sekä työssä koottujen lähtötietojen perusteella tällaisia alueita ei välttämättä ole paljonkaan.

Arviointi perustuu keskimääräiseen puuston kasvuun ja tilavuuteen, joten todellisuudessa metsän hiilivarasto voi olla suurempi tai pienempi. Metsän kasvu ja hiilivaraston suuruus riippuvat useasta tekijästä, kuten metsätyypistä, kasvuolosuhteista ja metsänhoidosta, joita on tarkasteltava paikkakohtaisesti tarkemman hiilensidonnalla potentiaalilla määrittämiseksi.

Metsityksen vaikutuksia arvioitiin vain hiilensidonnasta ja kustannusten näkökulmasta. Lisäksi niiden lisäämisellä on monia muita hyötyjä, kuten luonnon monimuotoisuuden parantaminen. Metsityksen ja ylipäättään puiden ja kasvillisuuden lisäämisen muutkin hyödyt on hyvä pitää mielessä arvioitaessa sen kannattavuutta.

3.12.4 Johtopäätökset ja suositukset

Kaiken kaikkiaan metsien taloudelliset ja ekologiset vaikutukset ovat kunnille merkittäviä, mutta niiden toteuttaminen vaatii tasapainottelua tuottavuuden, kestävyden ja kuntien resurssien välillä.

Toimenpiteen arvioinnissa keskityttiin kuntien omistamien maiden metsityksen vaikutuksiin ja lähtötiedoksi pyydettiin potentiaalisten metsitykseen soveltuvien jouto- ja purkumaiden pinta-alaa. Tulokset kuvaavat siis pientä osuutta kuntien pinta-alasta ja metsityksen lisäksi puiden ja muiden viheralueiden määrän lisääminen kasvattaa hiilivarastoa ja hiilinielua, sekä lisää muun muassa viihtyisyyttä ja terveyshyötyjä.

3.13 Toimenpide 12: Niittyjen lisääminen

3.13.1 Toimenpiteen kuvaus

Niittyjen lisäämisen vaikutusta hiilensidontaan ja kustannuksiin arvioitiin laadullisesti niityn perustamiseen soveltuvan pinta-alan perusteella. Lisäksi arviointia täydennettiin kevyellä katsauksella aiheen tutkimuksiin.

Niittyjen lisäämisen kautta tavoitteena on parantaa luonnon monimuotoisuutta ja vähentää viheralueiden hoitotarvetta, sekä edistää hiilinielujen kasvua. Niittyjen lisääminen nousi esiin metsittämisen vaihtoehtona myös haastatteluissa, sillä niiden tilantarve on pienempi. Metsitykseen sopivia joutomaita ei kunnissa pääosin juurikaan tunnistettu, mutta niittyjä voidaan perustaa myös nykyisille nurmialueille ja huomattavasti pienemmille alueille.

3.13.2 Vaikutusten arviointi

Ilmastovaikutusten arviointi

Hiilensidonnasta arvio perustuu tieteellisestä tutkimuksesta koostettuun tietoon niittykasvien keskimääräisestä hiilensidonnasta. Kasvillisuuden hiilensidonnasta arviointi perustuu Kuronuman ja muiden (2018) tutkimukseen viherkattojen kasvillisuuden hiilensidonnasta sekä selvitykseen pääkaupunkiseudun hiilinieluista ja -varastoista (Simosol & Ramboll, 2021).

Kuronuman ja muiden (2018) tutkimuksessa tutkittiin viherkattojen eri kasvilajien hiilensidontaa ja tuotettiin arvioita niitty- ja nurmikasvillisuuden hiilensidonnasta vuoden ajalta. Keskimäärin tutkimuksen tulosten perusteella laskettiin, että niittykasvillisuus sitoo noin 2,64 kg CO₂ vuodessa neliometriä kohden. Nurmen hiilensidonta puolestaan on laskennallisesti 2,36 kg CO₂/m² vuodessa.

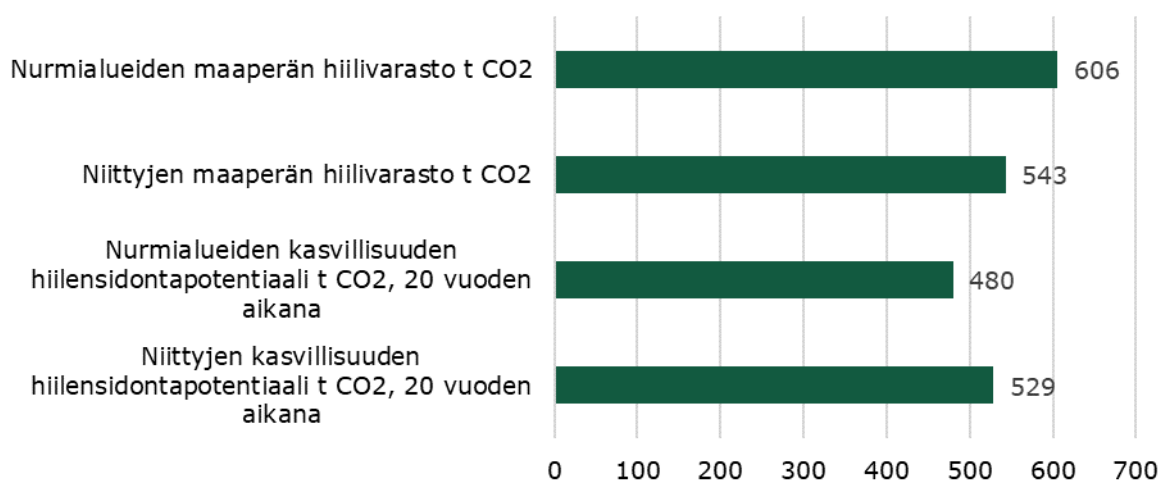
Maaperän hiilivarasto arvioitiin perustuen Helsingin puistojen nurmi- ja ruohovartisen kasvillisuuden alueisiin, joilla ei kasvanut puustoa (Linden ym., 2020). Tutkimuksen tulokset viittaavat siihen, että hiilen määrä nurmialueilla on ruohovartista kasvillisuutta suurempi, mutta ero voi johtua monesta tekijästä. Ruohovartisen kasvillisuuden maaperän ylin 30 cm kerros näytti varastoivan enemmän hiiltä, mutta eroa ei saatu näkyviin syvemmissä maakerroksissa (Linden ym., 2020). Tutkimuksessa mitattiin hiilipitoisuutta puistomaiden ylimmän 90 cm maakerroksessa. Tutkimuksen tulokset osoittavat, että puiston maaperä voi säilyttää huomattavia hiilivarastoja Suomen kylmässä ilmastossa. Näyttää myös siltä, että puistoalueen maaperän hiilensidontakyky voi suurelta osin ylittää Suomen metsämaiden hiilensidontakyvyn (Linden ym., 2020). Alla olevassa taulukossa (Taulukko 10) on kuvattu maaperän hiilipitoisuutta eri kasvillisuusalueilla.

Taulukko 10 Maaperän hiilipitoisuus eri kasvillisuustyypeissä Suomessa (Linden ym., 2020; Heikkinen ym., 2013; Liski ym., 2006).

| Viheralueen tyyppi | Maaperän hiilipitoisuus, kg C/m ² |
|--|--|
| Puistojen nurmialueet keskimäärin | 16,7 |
| Pensasalueet | 14,4 |
| Perennaistutukset | 14,8 |
| Kaikki puistojen kasvillisuusalueet yhteensä | 15,5 |
| Peltoalueet | 4,1–6,7 |
| Metsät | 6,3 |

Arvion mukaan niittyjen lisääminen lisää kasvillisuuden hiilensidontapotentiaalia 26 t CO₂ hehtaaria kohden vuodessa. Nurmikon kasvillisuus puolestaan sitoo hiiltä vuodessa noin 24 t CO₂ hehtaarilla. Maaperän hiilivarasto on niityillä arvion mukaan noin 543 t CO₂ hehtaarilla, kun se vastaavasti nurmialueilla on 606 t CO₂/ha. Tulokset on koottu alla olevaan kuvaan (Kuva 5), jossa on kuvattu maaperän hiilivarasto nurmilla ja niityillä, sekä kasvillisuuden hiilensidontapotentiaali näillä alueilla 20 vuoden aikana. 20 vuoden aikana niittykasvillisuus voi sitoa n. 530 tonnia hiilidioksidia hehtaarilla ja nurmen arvioitu hiilensidonta on puolestaan noin 480 tonnia CO₂ hehtaaria kohden.

Kasvillisuuden ja maaperän hiili hehtaarin alueella



Kuva 5 Kasvillisuuden ja maaperän hiili niityillä ja nurmialueilla

Tulokset osoittavat, että niittykasvillisuudella on nurmea jonkin verran parempi hiilensidontapotentiaali (+ 8 %). Maaperään sitoutuneen hiilen osalta tulos on päin vastainen – niityt sitovat maaperään hiiltä Lindenin ja muiden (2020) tutkimuksen lukuihin perustuen noin 10 % nurmikkaa vähemmän.

Taloudellisten vaikutusten arviointi

Niittyjen lisäämisen kannattavuutta kustannusten näkökulmasta arvioitiin ottaen huomioon pohjatyön, niittyjen istutuksen ja vuosittaisen hoidon kustannukset sekä ruohonleikkuun vähentämisestä syntyvän säästön. Arvion mukaan niityn perustamisen ja hoidon kustannussäästö on noin 7 900 € hehtaaria kohden vuodessa 20 vuoden ajan, kun niityn perustamisen kustannukset jaetaan elinkaaren ajalle. 10 vuoden aikana kustannussäästö on vastaavasti noin 7 300 €/vuosi/hehtaari.

Arvioinnissa hyödynnettiin lähteinä Suomen Niittysiemenen tietoja niittyjen perustamisen kustannuksista sekä Tampereen kaupungin tietoja niittyjen vuosittaisista hoitokustannuksista. Nurmikon leikkuun vähentämisestä syntyvät säästöt on arvioitu aiheesta tehdyn opinnäytetyön pohjalta (Åkerfelt, T. 2018).

Kuntaesimerkki

Alla olevassa taulukossa (Taulukko 11) on esitetty niittyjen lisäämisen vaikutukset kasvillisuuden hiilensidontaan sekä maaperän hiilivarastoon Iisalmen, Leppävirran, Siilinjärven ja Suonenjoen osalta. Näissä kunnissa tunnistettiin niittyjen lisäämiselle soveltuvia joutomaita tai viheralueita. Esimerkiksi Leppävirrassa 12 hehtaarin alueen muuttaminen niityksi lisäisi hiilensidontaa jopa 317 t CO₂ vuodessa, ja maaperän hiilivarastoa yhteensä 1086 t CO₂. Suonenjoella vastaavasti jopa 20 hehtaarin alueen niityttämisen seurauksena saataisiin lisättyä noin 529 t CO₂ hiilensidontaa vuosittain, sekä maaperän hiilivarastoa kasvatettua yhteensä 10 863 t CO₂. Huomattava on, että maaperän hiilivaraston luku ei kuvaa vuosittaista arvoa, vaan ajan saatossa saavutettavaa, maahan sitoutuneen hiilen teoreettista määrää. Laskurissa on mahdollista vaihtaa kunnittain niityn ja nurmialueiden pinta-alaa, sekä tarkastella vaikutuksia niityn ja nurmikon lisäämisen välillä vaihtamalla näiden %-osuuksia.

Taulukko 11 Niittyjen lisäämisen vaikutus kasvillisuuden hiilensidontaan ja maaperän hiilivarastoon kunnissa

| Tulos | Iisalmi | Leppävirta | Siilinjärvi | Suonenjoki |
|---|---------|------------|-------------|------------|
| Niityttämislle soveltuvan jouto- tai viheralueen pinta-ala, ha | 2 | 12 | 0,26 | 20 |
| Niittyjen kasvillisuuden hiilensidontapotentiaali, t CO ₂ /vuosi | 53 | 317 | 7 | 529 |
| Maaperän hiili ruohovartisella kasvillisuudella, t CO ₂ | 1 086 | 6 518 | 141 | 10 863 |

Kustannusvaikutusten osalta alla olevaan taulukkoon (Taulukko 12) on koostettu esimerkki vaikutuksista, jos 1 hehtaarin kokoinen alue muutettaisiin nurmikosta niityksi.

Taulukko 12 Niittyjen lisäämisen vaikutus kustannuksiin

| Mistä kustannus syntyy | Esimerkki |
|---|------------------|
| Niityn hoidon kustannukset yhteensä (€) | 1 500 |
| Säästö ruohonleikkuusta yhteensä (€) | -10 000 |
| Pohjatöiden ja niityn istuttamisen kustannukset yhteensä (€) | 12 000 |
| Kustannusvaikutus hoidon osalta, kun nurmi vaihdetaan niityksi (€ vuodessa) | -8 500 |
| Kustannusvaikutus 20 vuoden aikana (€ vuodessa) | -7 900 |

Muut vaikutukset

Niittyjen perustamisella on hiilensidonnan lisäksi monia hyötyjä. Ne tarjoavat erinomaisen elinympäristön pölyttäjille, kuten mehiläisille, perhosille ja kimalaisille, jotka tarvitsevat kukkivia kasveja ravinnokseen. Niityillä viihtyvät myös muut hyönteiset, jotka puolestaan houkuttelevat paikalle hyönteissyöjiä, kuten lintuja ja lepakoita. Niityt tukevat myös uhanalaisia tai alkuperäisiä kasvilajeja, jotka ovat sopeutuneet juuri niityille. Tämä auttaa säilyttämään paikallisia ekosysteemejä. (Marshall, 2023)

Monivuotiset niittykasvit voivat parantaa maaperän rakennetta ja lisätä sen kykyä pidättää vettä, mikä voi vähentää eroosiota ja tulvien riskiä, eli niityt toimivat luontopohjaisena ratkaisuna ilmastonmuutokseen sopeutumisessa. Toisin kuin nurmikot, niityt eivät yleensä vaadi ravinteikasta maaperää. Tämä vähentää maaperän liiallista lannoitusta, mikä edistää kestävämpiä kasvuolosuhteita ilman ravinteiden huuhtoutumista vesistöihin. Lisäksi niittykasvit, erityisesti syväjuuriset lajit, voivat sitoa hiiltä maaperään ja näin auttaa torjumaan ilmastonmuutosta. (British Ecological Society, 2023) Niityt vaativat vähemmän hoitoa kuin nurmikko, erityisesti sen jälkeen, kun ne ovat vakiintuneet. Tavallisesti riittää niittäminen kerran tai kaksi vuodessa, mikä säästää aikaa ja resursseja.

Haastatteluissa nousi esiin, että niittyjen perustaminen tukee kuntien ympäristö- ja ilmastotavoitteita. Haastattelussa 1 mainittiin, että niittyjen lisäämistä voidaan tarkastella osana kuntien ympäristö- ja ilmastotavoitteita, mutta se voi myös palvella kunnan imagon vahvistamista ympäristötietoisuuden edelläkävijänä. Haastattelussa 7 korostettiin, että niityt vaativat vähemmän hoitoa kuin nurmikot, mutta perustamisvaiheessa tarvitaan suunnitelmallisuutta ja resursseja. Tieviherkaistojen muuttaminen niityiksi nostettiin esiin kustannustehokkaana ja ekologisesti merkittävänä vaihtoehtona. Lisäksi todettiin, että niittyjen ylläpito, kuten kerran vuodessa tapahtuva niitto, voi edistää hiilensidontaa ja lisätä alueen biodiversiteettiä.

Jos niittyjen perustaminen ei ole mahdollista, haastattelussa 7 nostettiin esiin myös vaihtoehtona nurmikon leikkuuvälin pidentäminen. Nurmikon harvempi leikkaaminen voi pienentää hoitokustannuksia, vähentää koneiden käyttöä, sekä samalla antaa kasvillisuudelle enemmän aikaa kehittyä luonnonmukaisempaan suuntaan ja siten parantaa luonnon monimuotoisuutta alueella. Tutkijat ovat osoittaneet jokseenkin risteäviä suuntaviivoja nurmen leikkuuvälin vaikutuksista nurmialueiden maaperän hiilipitoisuuteen. Lindenin ja muiden (2020) tutkimuksessa Helsingin puistojen hoitotoimenpiteiden todettiin vaikuttavan maaperän hiilivarastoon vain vähän. Nurmen leikkausvälin pidentäminen voi kuitenkin lisätä esimerkiksi apilan kukintaa, mikä tukee luonnon monimuotoisuutta ja tarjoaa esimerkiksi pölyttäjäille ja hyönteisille elinpaikkoja.

3.13.3 Epävarmuudet

Tulokset osoittavat muutosten suuruusluokkaa ja ne perustuvat useisiin tieteellisistä tutkimuksista koottuihin kasvillisuuden hiilensidonnasta ja maaperän hiilivaraston arvoihin. Arvioinnissa ei huomioitu mahdollista nykyistä hiilivarastoa tai alueen kasvillisuutta.

Niittykasvillisuuden hiilensidonnasta arvio perustuu tutkimukseen viherkattojen kasvilajien hiilensidonnasta, joten tulos voi olla eri, kuin maalle perustettavan niityn hiilensidonta. Arvioinnissa kuitenkin vertailtiin niityn hiilensidontaa nurmen hiilensidontaan perustuen samaan tutkimukseen, joten näiden kasvillisuustyyppien välinen ero antaa oletettavasti suuntaa muutoksen suuruusluokasta. Kasvillisuuden hiilensidonnasta Suomen olosuhteissa ei myöskään ole vielä juurikaan tietoa, mutta alan tutkimus etenee tällä hetkellä vauhdilla ja voidaan olettaa, että uutta tietoa kasvillisuustyyppien hiilensidonnasta saadaan tulevien vuosien aikana esimerkiksi CO-Carbon hankkeesta.

Lisäksi on huomattava, että hiilensidontaan vaikuttavat monet paikalliset olosuhteet, joita ei voida ottaa huomioon kuntatason laskennassa. Niittyjen lisäämisen vaikutuksia tuleekin tarkastella paikkakohtaisesti huomioiden mm. istutuspaikan olosuhteet ja kasvualusta, sekä muut hyödyt ja ekosysteemipalvelut, joita niityt tuottavat hiilensidonnasta ohella.

3.13.4 Johtopäätökset ja suositukset

Puistojen, niittyjen, nurmialueiden ja kaiken kasvillisuuden lisäämisellä on positiivista vaikutusta ilmastoon. Niityn hiilensidonta on arvion mukaan jonkin verran nurmea parempi, kun taas nurmen alaisen maaperän hiilivaraston on joissakin tutkimuksissa todettu olevan parempi kuin ruohovartisella kasvillisuudella. Etenkin puistojen nurmen ja niityn maaperän on huomattu sitovan runsaasti hiiltä, verrattuna jopa keskimääräiseen metsämaahan. (Linden ym., 2020)

Kustannusten osalta nurmen vaihtaminen niityksi on arvion perusteella kannattavaa ja voi tuoda kustannussäästöjä. Kustannusten ja luonnon monimuotoisuuden näkökulmasta myös nurmen leikkuuvälin pidentäminen voi tulla kyseeseen. Nurmikon harvempi leikkaaminen voi pienentää hoitokustannuksia, vähentää koneiden käyttöä, sekä samalla antaa kasvillisuudelle enemmän aikaa kehittyä luonnonmukaisempaan suuntaan ja siten parantaa luonnon monimuotoisuutta alueella. Lisäksi leikkuuvälin pidentäminen voi tukea luonnon monimuotoisuutta alueella.

3.14 Ilmastokoordinaattorin palkkaaminen

3.14.1 Toimenpiteen kuvaus

Ilmastokoordinaattorin palkkaamisen vaikutuksia ilmastoon ja kustannuksiin arvioitiin laadullisesti perustuen aiheen tutkimuksiin. Ilmastokoordinaattori toimii kuntien ilmastotyön tehostajana ja mahdollistaa merkittävien päästövähennysten toteuttamisen sekä edistää kestävästä kehityksestä.

3.14.2 Vaikutusten arviointi

Ilmastovaikutukset

Ilmastokoordinaattorin palkkaaminen tarjoaa kunnille mahdollisuuden tehostaa ilmastotyötään, saavuttaa merkittäviä päästövähennyksiä ja edistää kestävästä kehitystä. Kokemukset Kirkkonummen ja Vihdin (Vihdin ja Kirkkonummen ilmastokoordinaattorihankkeen raportti, 2020) yhteisestä ilmastokoordinaattorihankkeesta sekä kansainväliset tutkimukset tukevat näkemystä, että keskitetty ilmastotyön koordinointi voi tuoda merkittäviä taloudellisia ja toiminnallisia hyötyjä kunnille. (Karhinen ym. 2021; Watson, 2019)

Ilmastokoordinaattorin palkkaaminen tuo järjestelmällisyyttä ja asiantuntemusta kunnan ilmastotyöhön. Kirkkonummen ja Vihdin tapauksessa ilmastotyö oli ennen koordinaattorin palkkaamista hajanaista ja vailla selkeää strategista suuntaa. Koordinaattori pystyi luomaan rakenteen, jossa eri yksiköiden ilmastotoimet integroitiin yhteiseen toimintasuunnitelmaan. Tämä vastaa myös kansainvälisiä havaintoja, joiden mukaan ilmastokoordinaattorin tehtävänä on varmistaa päästövähennystavoitteiden saavuttaminen sekä edistää eri yksiköiden välistä yhteistyötä. (Vihdin ja Kirkkonummen ilmastokoordinaattorihankkeen raportti, 2020)

Ilmastokoordinaattorin avulla kunta voi myös vastata tehokkaasti lainsäädännön vaatimuksiin. Esimerkiksi EU:n kestävän kehityksen raportointivaatimukset (CSRD) edellyttävät kasvihuonekaasupäästöjen tarkkaa seuranta ja raportointia, mikä vaatii teknistä osaamista ja ajankohtaista tietoa. Kestävyysraportointivaatimukset koskevat ensisijaisesti yrityksiä, mutta myös kuntien ja kaupunkien on myös suositeltavaa kannustaa tytäryhteisöitä tekemään kaksinkertaisen olennaisuuden arviointia, jotta ne voivat antaa yrityksille näkemyksiä tärkeistä kestävyysseikoista, kehittää toimintansa kestävyttä sekä tunnistaa taloudellisia riskejä sekä mahdollisuuksia (Kuntaliitto, 2023). Tämän vuoksi ilmastokoordinaattori ei ole pelkästään operatiivinen työntekijä, vaan myös strateginen tuki kunnan johtamiselle. (Pronk, 2024)

Taloudellisten vaikutusten arviointi

Ilmastokoordinaattorin rooli voi tuottaa merkittäviä taloudellisia säästöjä erityisesti energiatehokkuuden parantamisen kautta. Kirkkonummen ja Vihdin hankkeessa toteutettiin konkreettisia ilmastotoimia, kuten katuvalaistuksen vaihtaminen LED-valaistukseen ja kunnan kiinteistöjen energialähteiden muutokset. Nämä toimenpiteet vähensivät päästöjä ja pienensivät energiakustannuksia huomattavasti. (Vihdin ja Kirkkonummen ilmastokoordinaattorihankkeen raportti, 2020) Samankaltaiset, koordinoitujen ja suunnitelmalliset, toimenpiteet Pohjois-Savon kunnissa voivat johtaa merkittäviin säästöihin pitkällä aikavälillä.

Taloudelliset hyödyt eivät rajoitu pelkästään energiansäästöihin. Ilmastokoordinaattori voi selvittää kunnan mahdollisuuksia hakea ulkoista rahoitusta, kuten valtion avustuksia ja EU:n ilmastohankerahoitusta. Kirkkonummen ja Vihdin tapauksessa ympäristöministeriön avustus mahdollisti hankkeen toteuttamisen, ja vastaava strategia voisi pienentää Pohjois-Savon kuntien ja kaupunkien omarahoitusosuutta ilmastotoimissa. (Vihdin ja Kirkkonummen ilmastokoordinaattorihankkeen raportti, 2020)

Haastattelussa 2 korostui erityisesti pienempien kuntien haasteet ilmastohankkeiden rahoituksen hakemisessa. Tukijärjestelmät ja hakuajat on suunniteltu suurten toimijoiden tarpeisiin, mikä asettaa pienet kunnat epäedulliseen asemaan. Lyhyet hakuajat eivät anna riittävästi aikaa hankkeiden huolelliseen suunnitteluun tai tarvittavien laskelmien tekemiseen, ja pienissä kunnissa ilmastohankkeiden valmistelu jää usein yhden henkilön vastuulle muiden tehtävien ohella. Lisäksi ilmastohankkeiden hallinta vaatii erityisosaamista, jota ei aina ole saatavilla, kun henkilöstöresurssit ovat rajalliset. Haastattelussa todettiin myös, että pienissä kunnissa viranomaistehtävien hoitaminen menee aina etusijalle, mikä jättää ilmastohankkeille vain vähän tai ei lainkaan aikaa. Tässä ilmastokoordinaattorit voisivat auttaa: heidän palkkaamisensa keventäisi muiden työntekijöiden vastuuta, lisäisi asiantuntemusta ja mahdollistaisi ilmastohankkeiden paremman valmistelun ja hallinnan.

Ilmastokoordinaattorin viestintä- ja yhteistyötaidot ovat keskeisiä ilmastotyön onnistumisessa. Kirkkonummella ja Vihdissä koordinaattori aktivoi paikallisia yrityksiä ja kuntalaisia osallistumaan ilmastotoimiin ilmastosivustojen ja viestinnän avulla. Tämä vastaa laajempia tutkimushavaintoja, joiden mukaan ilmastotyön onnistuminen riippuu asukkaiden ja yritysten sitoutumisesta. Yhteisöjen osallistaminen tuo esiin paikallisia innovaatioita ja vähentää mahdollisia ristiriitoja. (Karhinen ym., 2021., Vihdin ja Kirkkonummen ilmastokoordinaattorihankkeen raportti, 2020)

Ilmastokoordinaattorin palkkaaminen on strateginen päätös, joka voi parantaa kuntien ilmastotyön vaikuttavuutta ja tuottaa merkittäviä taloudellisia ja yhteiskunnallisia hyötyjä. Kirkkonummen ja Vihdin esimerkit osoittavat, että ilmastotyön keskittäminen ja koordinointi ovat avainasemassa kunnianhimoisten päästövähennystavoitteiden saavuttamisessa. Kuntien ja kaupunkien kannattaa harkita ilmastokoordinaattorin palkkaamista ja hyödyntää aiemmista hankkeista saatuja oppeja rakentaessaan omaa ilmastostrategiaansa. (Karhinen ym., 2021., Watson, 2019.)

Muut vaikutukset

3.14.3 Epävarmuudet

Ilmastokoordinaattorin palkkaamisen vaikutusten arviointiin liittyy monia epävarmuuksia. Ensinnäkin vaikutusten suuruus ja konkreettisuus riippuvat siitä, miten kunta organisoii ilmastotyönsä ja kuinka hyvin eri toimijat sitoutuvat yhteistyöhön. Vaikka koordinaattori tuo asiantuntemusta ja johdonmukaisuutta ilmastotyöhön, lopulliset hyödyt ovat sidoksissa kunnan kyvystä hyödyntää näitä resursseja käytännössä, eri toimijoiden yhteistyöhön ja ilmastotoimien toteutukseen.

Toinen epävarmuustekijä liittyy lähtötietojen ja mittarien saatavuuteen. Jos kunnalla ei ole tarkkaa tietoa esimerkiksi nykyisistä päästöistä tai toimenpiteiden vaikutuksista, määrällisen arvioinnin tekeminen on haastavaa. Tämä voi rajoittaa ymmärrystä siitä, kuinka merkittäviä päästövähennyksiä koordinaattorin avulla saavutetaan.

Lisäksi ulkoiset tekijät, kuten lainsäädännön muutokset tai rahoitusohjelmien saatavuus, voivat vaikuttaa koordinaattorin työn painopisteisiin. Esimerkiksi EU:n kestävän kehityksen raportointivaatimukset voivat tuoda uusia tehtäviä, jotka eivät suoraan liity päästövähennyksiin mutta vaativat koordinaattorin resurssien käyttöä.

Kuntien erilaiset resurssit ja tarpeet lisäävät myös epävarmuutta arvioinnin yleistettävyydelle. Pienemmissä kunnissa resurssipula voi rajoittaa koordinaattorin vaikutusmahdollisuuksia, kun taas suuremmissa kunnissa työ voi jakautua laajempiin tehtäviin, mikä hämärtää suorien ilmastohyötyjen arviointia ja yksittäisten toimien vaikutusten arviointia.

Pitkäaikaisvaikutusten arviointi on erityisen haasteellista. Ilmastokoordinaattorin työ saattaa tuottaa merkittäviä tuloksia vasta vuosien kuluessa, mikä tekee lyhyen aikavälin arvioinneista epävarmoja. Lisäksi tulevaisuuden olosuhteet, kuten teknologian kehitys tai ilmastopolitiikan muutokset, voivat vaikuttaa arvioiden luotettavuuteen.

3.14.4 Johtopäätökset ja suositukset

Ilmastokoordinaattorin palkkaaminen tarjoaa kunnille merkittävän mahdollisuuden tehostaa ilmastotyötä, saavuttaa päästövähennystavoitteita ja vastata ilmastonmuutoksen asettamiin haasteisiin. Kokemukset muista kunnista sekä tutkimustieto tukevat näkemystä, että keskitetty ilmastotyön koordinointi voi tuottaa ilmastollisia, taloudellisia ja yhteiskunnallisia hyötyjä. Koordinaattorin asiantuntemus, strateginen rooli ja kyky tukea eri toimialojen yhteistyötä ovat keskeisiä tekijöitä ilmastotavoitteiden saavuttamisessa.

Vaikka vaikutukset ovat potentiaalisesti merkittäviä, arviointiin liittyy epävarmuuksia, jotka on tärkeä ottaa huomioon päätöksenteossa. Hyötyjen suuruus riippuu olennaisesti kunnan resursseista, sitoutumisesta ja kyvystä hyödyntää ilmastokoordinaattorin osaamista. Tietopuutteet ja erilaisten lähtötilanteiden monimutkaisuus voivat vaikeuttaa määrällisen arvion tekemistä. Lisäksi ulkoiset tekijät, kuten rahoituksen ja lainsäädännön muutokset, voivat vaikuttaa koordinaattorin työn painopisteisiin ja tuloksiin.

Ilmastokoordinaattorin työtä tukevat ilmastotyön selkeät tavoitteet ja mittarit sekä ilmastotyön resurssien kohdistaminen ilmastokoordinaattorille, jottei esimerkiksi pienessä kunnassa toimivan koordinaattorin tarvitse ottaa muita hallinnollisia töitä hoitaakseen. Ilmastotyön edistämiseksi on tärkeää myös hyvien kokemusten jakaminen, tietopuutteiden tunnistaminen ja täydentäminen sekä joustava ja pitkäjänteinen lähestymistapa, jotta toiminnalle annetaan tilaa mukautua muuttuvien olosuhteiden ja uuden tiedon valossa.

4. Yhteenveto ja johtopäätökset

Arvioinnin perusteella Pohjois-Savon kunnilla on merkittävä potentiaali päästövähennysten ja taloudellisten hyötyjen saavuttamisessa kohdentamalla resursseja vaikuttavimpiin ilmastotoimenpiteisiin. Pohjois-Savon kunnilla on kunnianhimoiset ilmastotavoitteet, mutta kuntien rajallisten resurssien takia on olennaista ilmastotyössä panostaa vaikuttavimpiin tekoihin. Tässä työssä on pyritty arvioimaan eri toimenpiteiden vaikuttavuutta. Vaikuttavimpien toimenpiteiden valinnassa olennaista on tunnistaa kunnan suurimmat päästölähteet ja niistä ne, joihin kunta voi vaikuttaa joko suorasti tai epäsuorasti, esim. kaavoituksen kautta. Olennaista on tuntee myös paikalliset olosuhteet ja resurssit.

Arvioitujen toimenpiteiden vaikuttavuus vaihtelee teemoittain ja kuntien paikallisten olosuhteiden mukaan, riippuen esimerkiksi liikennemäärästä, energianlähteistä ja yhdyskuntarakenteesta. Esimerkiksi energiaan ja liikkumiseen liittyvät toimenpiteet tarjoavat nopeita ja mitattavia päästövähennyksiä, kun taas maankäyttö- ja ruokatoimenpiteet voivat täydentää ilmastotyötä pitkäjänteisemmällä vaikutuksella. Yhdistämällä ilmastovaikutusten arviointiin taloudellisten vaikutusten arvioinnin saadaan kustannus-hyöty-analyysi, joka arvioi eri toimien kustannukset suhteessa niistä saataviin hyötyihin. Tämä voi olla yksi keino priorisoida ne toimet, jotka tuottavat suurimmat hyödyt suhteessa kustannuksiin.

Työssä arvioituja toimenpiteitä toteuttamalla kunnat voivat tehokkaasti vähentää päästöjä, mikä auttaa alueellisten ilmastotavoitteiden saavuttamisessa. Toimenpiteiden toteutuksen suunnittelussa hyötyjen suuruus riippuu olennaisesti kunnan resursseista ja sitoutumisesta, sekä paikallisista olosuhteista. Suositukset ilmastotyön jatkolle ja toimenpiteen toteuttamisen edistämiseksi ovat esitetty toimenpideluvuissa.

Epävarmuudet arvioinneissa on tosin hyvä huomioida. Arviointien toteuttamiseksi toimenpiteitä rajattiin ja laskennassa tehtiin oletuksia sekä käytettiin keskiarvoisia tietoja, joiden perusteella tulokset saatiin suhteutettua kuntatasolle. Tulokset tarjoavat suuntaa antavaa tietoa, joten toteutusta suunniteltaessa on syytä kiinnittää huomiota paikallisiin olosuhteisiin ja resursseihin. Laskennan taustalla olevia oletuksia ja lähtötietoja on suositeltavaa tarkastella kriittisesti ennen päätösten tekemistä. Näin voidaan varmistaa, että mahdolliset virhelähteet havaitaan ja päätöksenteossa käytetään mahdollisimman tarkkaa ja paikallisiin olosuhteisiin soveltuvaa tietopohjaa.

Työn tuloksena muodostui tämä raportti sekä Excel-laskuri, jossa numeerisesti arvioitujen toimenpiteiden muuttujia päivittämällä tai lisäämällä voi tarkastella vaikutusta päästöihin ja kustannuksiin. Laskurin toteuttamisen tarkoituksena oli vähentää tietojen keräämisen epävarmuutta ja lieventää lähtötietojen laadunvaihtelun arviointiin tuomaa epävarmuutta, kun muuttujia on mahdollista päivittää myöhemminkin ja hyödyntää alueiden ilmastotyössä.

Tässä selvityksessä painopiste on ollut ilmasto- ja talousvaikutusten arvioinnilla. Näiden lisäksi toimenpiteillä voi olla muita vaikutuksia esim. luonnon monimuotoisuuteen, sosiaaliseen kestävyYTEEN, ihmisten terveyteen ja elinoloihin. Ilmastovaikutusten arvioinnissa pääpainopiste on ollut päästövaikutusten arvioinnissa mutta toimenpiteiden tarkemmassa suunnittelussa voi olla hyvä huomioida myös vaikutukset ilmastonmuutokseen sopeutumiseen. Toimenpiteillä voi olla eri näkökulmiin ja kestävyystavoitteisiin nähden toisiaan voimistavia vaikutuksia, mutta myös ristikkäisiä vaikutuksia, joissa toimenpiteen toteuttaminen tukee kunnan ilmastotavoitetta, mutta heikentää esimerkiksi luontokadon torjuntaa. Nämä on syytä tunnistaa toimenpiteiden tarkemmassa suunnittelussa.

5. Lähteet

- ARA. (2024). Avustukset öljylämmityksestä luopumiseen. <https://www.ara.fi/fi/yhteisot-ja-yhtiot/avustukset-yhteisolle-ja-yhtioille/avustukset-oljylammityksesta-luopumiseen#avustuksen-maksun-hakeminen>
- Autoalan Tiedotuskeskus. (2024a). Bensiinin ja dieselin hintakehitys. https://www.aut.fi/tilastot/verotus_hintakehitys_ja_liikennemenot/bensiinin_ja_dieselin_hintakehitys
- Autoalan Tiedotuskeskus. (2024b). Ajoneuvovero. https://www.aut.fi/tieliikenne/liikenteen_verotus/ajoneuvovero
- Autoalan Tiedotuskeskus. (2024c). Hyötyajoneuvot – Markkinakatsaus 2024. https://www.aut.fi/files/2836/Hyoty_ajoneuvot_markkinakatsaus_2024.pdf
- Autodoc. (2024). Dieselvero henkilöautoille, kevyille kuorma-autoille ja asuntovaunuille – Mitä sinun tulisi tietää. <https://www.autodoc.fi/info/dieselvero-henkiloautoille-kevyille-kuorma-autoille-ja-asuntovaunuille-mita-sinun-tulisi-tietaa>
- Avi. (2024). Aluehallintovirasto. Oppilas- ja opiskelijamäärät 2024–2025, Itä-Suomi. <https://avi.fi/documents/25266232/199029121/Oppilas-ja-opiskelijamaarat-IS-2024-2025.pdf/9e3a2726-a3dd-8622-ed85-93c4ec4c2de8?t=1721391122535>
- Brand, C., Dons, E., Anaya-Boig, E., Avila-Palencia, I., Clark, A., de Nazelle, A., Gascon, M., ... & Int Panis, L. (2021). The climate change mitigation effects of daily active travel in cities, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Volume 93, 2021, 102764, ISSN 1361-9209. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.102764>
- British Ecological Society. (2023). Cambridge wildflower meadow boosts biodiversity, says new study. <https://www.britishecologicalsociety.org/cambridge-wildflower-meadow-boosts-biodiversity-says-new-study/>
- Cicely A. M. Marshall, Matthew T. Wilkinson, Peter M. Hadfield, Stephen M. Rogers, Jonathan D. Shanklin, Brian C. Eversham, Roberta Healey, Olaf P. Kranse, Chris D. Preston, Steven J. Coghill, Karris L. McGonigle, Geoffrey D. Moggridge, Peter G. Pilbeam, Ana C. Marza, Darinka Szigecsan, Jill Mitchell, Marcus A. Hicks, Sky M. Wallis, Zhifan Xu, Francesca Toccaceli, Calum M. McLennan, Sebastian Eves-van den Akker. (2023). Urban wildflower meadow planting for biodiversity, climate and society: An evaluation at King's College, Cambridge. <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2688-8319.12243>
- Climate Action. (2020). Study Main Report. https://climate.ec.europa.eu/system/files/2020-09/2020_study_main_report_en.pdf
- Colombo, P., Patterson, E., Lindroos, A. ym. (2020). Sustainable and acceptable school meals through optimization analysis: an intervention study. *Nutr J* 19, 61 (2020). <https://doi.org/10.1186/s12937-020-00579-z>
- Eindhoven University of Technology. (2019). Comparing the lifetime greenhouse gas emissions of electric cars with the emissions of cars using gasoline or diesel.
- European Vegetarian Union. (2023). Plant-Based Sustainable Public Procurement Best Practices Report.
- Fingrid. (2024). Suomen sähkönkulutuksen päästökerroin. <https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinainformaatio/co2/>

Fortum. (2024). Kaukolämpö yrityksille. <https://www.fortum.fi/yrityksille-ja-yhteisoille/lammitys-ja-jaahdytys/kaukolampo>

Harvard T.H. Chan School of Public Health. (2022). Bicycling for health and fitness. <https://nutritionsource.hsph.harvard.edu/bicycling/>

Heikkinen, J., Ketoja, E., Nuutinen, V. & Regina K. (2013). Declining trend of carbon in Finnish cropland soils in 1974-2009 *Glob. Chang. Biol.*, 19 pp. 1456-1469. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/gcb.12137>

Helen. (2024). Kaukolämmön hinnat. <https://www.helen.fi/lammitys/kaukolampo/hinnat>

Pietiläinen, J. (2024). Pystyisitkö tekemään kotona aterian tällä hinnalla? – Näin vähän Helsinki maksaa kouluruoasta [elektroninen artikkeli]. *Helsingin Uutiset*. Julkaistu 1.11.2023, päivitetty 21.1.2024. <https://www.helsinginutiset.fi/paikalliset/6364754>

Ifo. Sinn, ym. (2019). Report. <https://www.ifo.de/DocDL/sd-2019-08-sinn-karl-buchal-motoren-2019-04-25.pdf>

Kaljonen, ym. (2018). Kestävän kehityksen ruokalistat kouluruokailussa.

Karhinen, S., Peltomaa, J., Riekkinen, V., & Saikku, L. (2021). Impact of a climate network: The role of intermediaries in local level climate action. *Global Environmental Change*, 67, 102225.

Kortetmäki, T., Pudas, T. & Saralahti, I. (2021). Kouluruoka 2030: näin ilmastovaikutukset puolitetaan. <https://jyx.jyu.fi/handle/123456789/74027#>

Kulju, ym. (2023). Metsätilastollinen vuosikirja 2022. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-584-2>

Kuntaliitto. (2023). Selvitys kestävän kehityksen integroimisesta konsernijohtamiseen Suomen kuudessa suurimmassa kaupungissa [loppuraportti]. Joulukuu 2023. <https://www.kuntaliitto.fi/sites/default/files/media/file/Selvitys-kestavan-kehityksen-integroimisesta-konsernijohtamiseen-Kuntaliitto-2023.pdf>

Liski, J., Lehtonen, A., Palosuo, T., Peltoniemi, M., Eggers, T., Muukkonen, P. & Mäkipää R. (2006). Carbon accumulation in Finland's forests 1922-2004 - an estimate obtained by combination of forest inventory data with modelling of biomass, litter and soil *Ann. For. Sci.*, 63 (2006), pp. 687-697. <https://www.afs-journal.org/articles/forest/abs/2006/07/f6070/f6070.html>

Lumme Energia. (2024a). Sähkön hintakatsaus. <https://www.lumme-energia.fi/sahkon-hintakatsaus>

Lumme Energia. (2024b). Mistä sähkömme tulee? Saatavissa <https://www.lumme-energia.fi/sahkon-alkupera>

Mbow, C., C. Rosenzweig, L.G. Barioni, T.G. Benton, M. Herrero, M. Krishnapillai, E. Liwenga, P. Pradhan, M.G. Rivera-Ferre, T. Sapkota, F.N. Tubiello, Y. Xu. (2019). Food Security. In: *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*. Luku 5, Taulukko 5.4. [P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley, (eds.)]. <https://doi.org/10.1017/9781009157988.007>

Metsälehti. (2022). 5 kysymystä metsänhoidon kustannuksista. <https://www.metsalehti.fi/artikkelit/5-kysymysta-metsanhoidon-kustannuksista/#1cae4da9>

Metsälehti. (2024a). Maanmittauslaitos: Metsän hinta oli viime vuonna ennätyskorkealla. <https://www.metsalehti.fi/uutiset/maanmittauslaitos-metsan-hinta-oli-viime-vuonna-ennatyskorkealla/#1cae4da9>

- Metsälehti. (2024b). Uuden metsänomistajan tietopaketti.
<https://www.metsalehti.fi/metsanomistus/uuden-metsanomistajan-tietopaketti/>
- Motiva. (2024a). CO2-päästökertoimet.
https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiankaytto_suomessa/co2-paastokertoimet
- Motiva. (2024b). Öljy- tai maakaasulämmityksen vaihtajalle.
https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/oljy-_tai_maakaasulammityksen_vaihtajalle
- Motiva. (2024c). Lämpöä kotiin keskitetysti.
https://www.motiva.fi/files/7963/Lampoa_kotiin_keskitetysti_Kaukolampo.pdf
- Motiva. (2024d). Kaukolämmön hinta.
https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/energiatehokas_pientalo/lammitysjarjestelman_valinta/ammitysmuodot/kaukolampo/kaukolammon_hinta
- Motiva. (2024e). Sähköautot – Moottoritekniikka.
https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/valitse_auto_viisaasti/ajoneuvot_ekniikka/moottoritekniikka/sahkoautot
- Nettiauto. (2024). Nettiauto. <https://www.nettiauto.com>
- OpenCO2net. (2024). OpenCO2net Oy verkkosivusto. <https://www.openco2.net/fi/>
- Petruzzelli, ym. (2023a). Analysis of sustainable dietary transitions.
- Petruzzelli, M., García-Herrero, L., De Menna, F., ym. (2023b). Towards sustainable school meals: integrating environmental and cost implications for nutritious diets through optimisation modelling. *Sustain Sci*. <https://doi.org/10.1007/s11625-023-01346-9>
- Pronk, J. (2024). The rise of the carbon manager.
- Ramboll. (2024). Sähköautoilun hyödyt autoilijalle ja kuntalaiselle. Powerpoint -esitys.
- Springmann, ym. (2016). The global and regional costs of healthy and sustainable dietary patterns: a modelling study.
- Suomen Niittysiemen. (2024). Saatavilla osoitteessa: <https://kauppa.niittysiemen.fi/>
- Sustainability by Numbers. (2023). The weighty issue of electric cars.
<https://www.sustainabilitybynumbers.com/p/weighty-issue-of-electric-cars>
- SYKE. (2024). Kuntien ja alueiden khk-päästöt: Pohjois-Savo.
<https://paastot.hiilineutraalisuomi.fi/>
- Tampereen kaupunki. (2016). Viherpalveluohjelma: Avoimet viheralueet. Maisemapeltojen ja niittyjen ylläpito 2015–2025. https://www.tampere.fi/sites/default/files/2022-06/vpo_avoimet_viheralueet_maisemapeltojen_ja_niittyjen_yllapito_2015_-_2025.pdf
- Traficom. (2023a). Paketti- ja kuorma-autojen päästö- ja kustannuslaskuri.
<https://tieto.traficom.fi/fi/paketti-ja-kuorma-autojen-paasto-ja-kustannuslaskuri>
- Traficom. (2023b). Henkilöautojen päästö- ja kustannuslaskuri.
<https://tieto.traficom.fi/fi/henkiloautojen-paasto-ja-kustannuslaskuri>
- Traficom. (2024). Ajoneuvoveron määrä.
<https://www.traficom.fi/fi/liikenne/autoilijalle/ajoneuvoveron-maara?toggle=Perusvero%20kokonaisuusmassan%20mukaan>

Verohallinto. (2024). Verohallinnon päätös metsän keskimääräisestä vuotuisesta tuotosta.

<https://www.vero.fi/syventavat-vero-ohjeet/maatokset/47452/verohallinnon-p%C3%A4%C3%A4t%C3%B6s-mets%C3%A4n-keskim%C3%A4%C3%A4r%C3%A4isest%C3%A4-vuotuisesta-tuotosta4/>

Veronmaksajain Keskusliitto. (2024). Autoilun verotus.

<https://www.veronmaksajat.fi/neuvot/henkiloverotus/asuminen-ja-auto/autoilun-verotus/ajoneuvovero2/#fcea39ae>

Vihti. (2020). Vihdin ja Kirkkonummen ilmastokoordinaattorihankkeen raportti.

<https://www.vihti.fi/blog/2020/12/17/vihdin-ja-kirkkonummen-yhteinen-ilmastokoordinaattorihanke-paattyy-vuoden-lopussa/>.

Watson, C. (2019). How do we engage communities in climate action? Practical learnings from the coal face. MaREI Centre.

World Health Organization. (2022a). Walking and cycling: latest evidence to support policy-making and practice. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2022. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

World Health Organization. (2022b). *WHO European regional obesity report 2022* (WHO Regional Office for Europe). <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/353747/9789289057738-eng.pdf?sequence=1>

Åkerfelt, T. (2018). Hämeen Ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. Nurmikon leikkuun kustannuksiin vaikuttavat tekijät.

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/144080/Akerfelt_Tiia.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Haastattelut

Haastattelu 1. (2024). Avainhenkilöhaastattelu, Teams-haastattelu. Ramboll Finland Oy.

Haastattelu 2. (2024). Avainhenkilöhaastattelu, Teams-haastattelu. Ramboll Finland Oy.

Haastattelu 3. (2024). Avainhenkilöhaastattelu, Teams-haastattelu. Ramboll Finland Oy.

Haastattelu 4. (2024). Avainhenkilöhaastattelu, Teams-haastattelu. Ramboll Finland Oy.

Haastattelu 5. (2024). Avainhenkilöhaastattelu, Teams-haastattelu. Ramboll Finland Oy.

Haastattelu 6. (2024). Avainhenkilöhaastattelu, Teams-haastattelu. Ramboll Finland Oy.

Haastattelu 7. (2024). Avainhenkilöhaastattelu, Teams-haastattelu. Ramboll Finland Oy.

Haastattelu 8. (2024). Avainhenkilöhaastattelu, Teams-haastattelu. Ramboll Finland Oy.

Haastattelu 9. (2024). Avainhenkilöhaastattelu, Teams-haastattelu. Ramboll Finland Oy.

Haastattelujen tiedot saatavissa tekijöiltä.