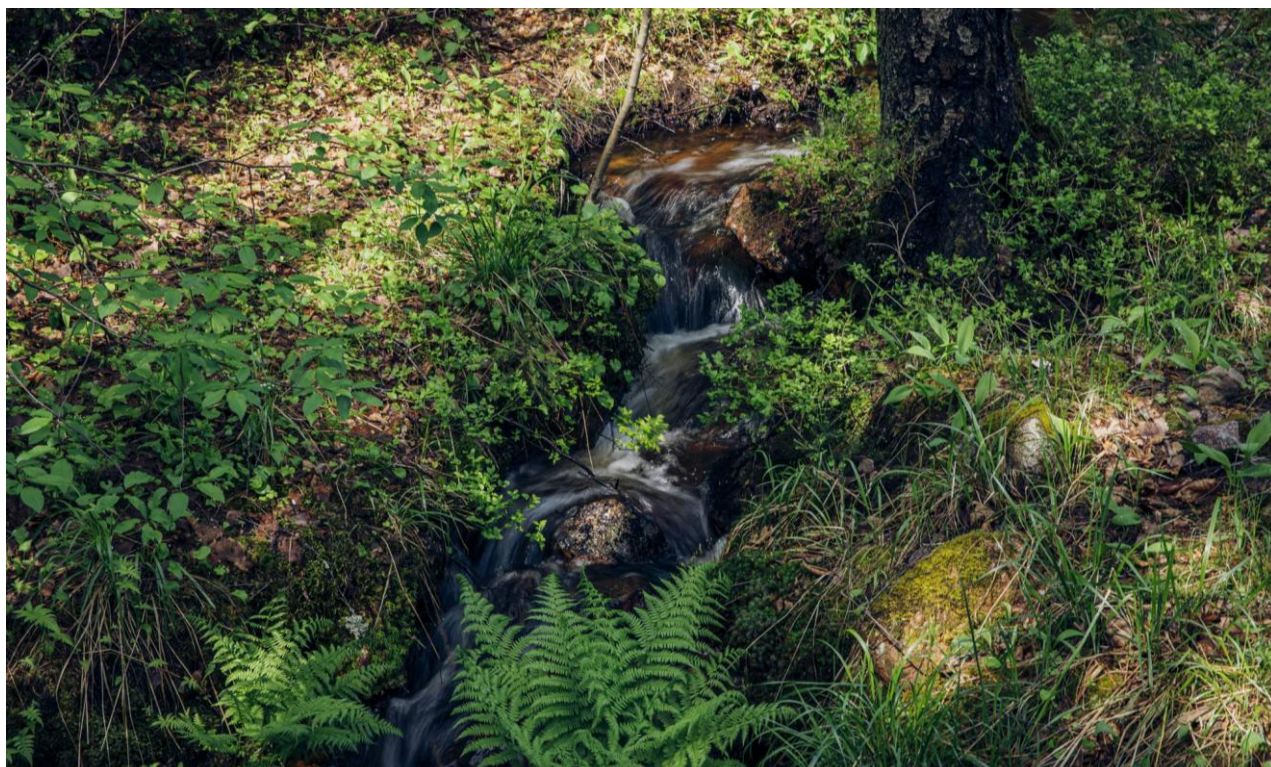


Vastaanottaja
Kontiolahden kunta

Päivämäärä
17.10.2025

Vellamon asemakaavan ekotehokkuusarviointi

Raportti



Vellamon asemakaavan ekotehokkuusarviointi

Raportti

Projekti **Vellamon asemakaavan ekotehokkuusarviointi**
Viite **1510083961**
Vastaanottaja **Kontiolahden kunta**
Asiakirjatyyppi **Raportti**
Päivämäärä **17.10.2025**
Laatija **Elina Nissinen, Ramboll Finland Oy**
Tarkastaja **Marja-Liisa Sykkö, Kontiolahden kunta**

Sisältö

1.	Johdanto	1
2.	Kontiolahden kunnan tavoitteet	2
2.1	Kuntastrategia	2
2.2	Hinku	2
2.3	Kunnan ilmastotyö	2
2.3.1	Toteutuneet toimenpiteet	2
2.3.2	Ilmasto-ohjelma 2024–2028	3
3.	Suunnittelualue	6
3.1	Sijainti ja nykytila	6
3.2	Kaavan valmisteluvaihe	7
4.	KEKO-laskuri	9
4.1	Menetelmä	9
4.2	Laskennan lähtöoletukset	10
4.3	Tulokset	13
4.3.1	Kokonaisekotehokkuus	13
4.3.2	Kasvihuonekaasupäästöt	14
4.3.3	Luonnonvarojen kulutus	20
4.3.4	Luontovaikutukset	22
4.4	Yhteenveto ja epävarmuudet	25
5.	Ilmastonmuutoksen vaikutukset	26
6.	Suosituksia jatkosuunnitteluun	28
6.1	Rakentaminen	29
6.2	Energiantuotanto	30
6.3	Liikenne	31
6.4	Luonnonympäristö ja muut viheralueet	31
6.4.1	Luontopohjaiset ratkaisut	31
6.4.2	Soiden ennallistaminen	32
6.4.3	Ekologinen kompensatio	34
7.	Lähteet	35

1. JOHDANTO

Tämän työn tavoitteena on arvioida vireillä olevan Vellamon asemakaavan ekotehokkuutta sekä esittää arvioinnin pohjalta suosituksia ekotehokkuuden huomioimiseksi. Arviointi on laadittu asiantuntija-arviona ja siinä on hyödynnetty SYKE:n KEKO-laskuria, jolla voidaan arvioida kaavojen ilmasto-, luonnonvara- ja luontovaikutuksia.

WBSCD:n (World Business Council for Sustainable Development) määritelmän mukaan ekotehokkuus saavutetaan tuottamalla kilpailukykyisesti hinnoiteltuja tuotteita ja palveluja, jotka tyydyttävät ihmisten tarpeet ja parantavat elämänlaatua samalla, kun jatkuvasti vähennetään ekologisia vaikutuksia ja resurssi-intensiivisyyttä elinkaaren aikana tasolle, joka on vähintään maapallon kantokyvyn rajoissa (Verfaillie & Bidwell 2000). WBSCD:n mukaan ekotehokkuutta voidaan parantaa seitsemällä pääasiallisella tavalla, joita ovat seuraavat (Verfaillie & Bidwell 2000):

- Vähennetty materiaali-intensiivisyys
- Vähennetty energiaintensiivisyys
- Vähennetty myrkyllisten aineiden leviäminen
- Tehokkaampi kierrätettävyys
- Uusiutuvien energianlähteiden maksimoitu käyttö
- Pidentetty tuotteiden elinkaari
- Parannettu palveluiden tehokkuus.

Rakentamisessa ekotehokkuuden osa-alueina voidaan nähdä energian ja luonnonvarojen käyttö, ympäristöön kohdistuvat päästöt sekä rakennuksesta aiheutuvat muut ympäristövaikutukset. Rakennuksesta syntyy sen elinkaaren aikana monenlaisia vaikutuksia ympäristöön, sekä välittömiä että välillisiä. Suuri osa näistä vaikutuksista määräytyy jo rakennuspaikkaa valittaessa ja rakennusta suunniteltaessa, mutta myös rakennuksen käytöllä ja kunnossapidolla on tärkeä merkitys kokonaisvaikutusten kannalta. Harkitulla maankäytön suunnittelulla ja rakentamisella voidaan vähentää haitallisia vaikutuksia sekä vähentää haavoittuvuutta ilmastonmuutoksen vaikutuksille.

2. KONTIOLAHDEN KUNNAN TAVOITTEET

2.1 Kuntastrategia

Kontiolahden Kasvua ja asennetta -kuntastrategiassa tavoitteena on edistää kestävästä kehitystä. Asukkaiden terveyttä ja hyvinvointia edistetään omalla toiminnalla sekä kumppanuuksilla järjestöjen ja eri toimijoiden kanssa. (Kontiolahden kunta 2023)

2.2 Hinku

Hinku-verkosto on vuonna 2008 perustettu ilmastonmuutoksen hillinnän edelläkävijöiden verkosto, joka kokoaa yhteen päästövähennyksiin sitoutuneet kunnat, ilmastoystävällisiä tuotteita ja palveluita tarjoavat yritykset sekä energia- ja ilmastoalan asiantuntijat. Hinku-verkostossa on mukana myös maakuntia. Hinku-kuntien tavoitteena on 80 % päästövähennys vuoteen 2030 mennessä vuoden 2007 tasosta. Hinku-verkostossa on mukana 99 kuntaa sekä viisi maakuntaa. Päästöt lasketaan Hinku-laskentasäännön mukaan (mukaan lukien päästöhyvitykset). Lisäksi Hinku-verkosto jakaa tietoa ilmastonmuutoksen hillinnän parhaista käytännöistä, tukee kuntien ilmastotyötä sekä luo kysyntää ilmastoystävällisille tuotteille ja palveluille. (Hinku-verkosto 2023). Kontiolahden kunta on liittynyt Hinku-verkostoon vuonna 2022.

Energiatehokkuuden parantaminen on osa ilmastotyötä. Kunta on tehnyt kunta-alan energiatehokkuussopimuksen (KETS) Energiaviraston, työ- ja elinkeinoministeriön ja Kuntaliiton kanssa. HINKU-tavoite koskee koko kuntaa, mutta energiatehokkuussopimus vain kuntaorganisaatiota.

2.3 Kunnan ilmastotyö

2.3.1 Toteutuneet toimenpiteet

Osana ilmastotyötä toteutuneita toimenpiteitä on listattu seuraavassa taulukossa (Kontiolahden kunta 2025, Taulukko 1).

Taulukko 1. Kontiolahden kunnan toteutuneet toimenpiteet ilmastotavoitteisiin pääsemiseksi.

Lämmitys ja energiatehokkuus
Siirrytty taajamissa ja isoissa laitoksissa fossiilisesta öljylämmityksestä ei fossiiliseen puuperäiseen lämmitysmuotoon.
Kunnan rakennuskantaa on uudistettu entistä energiatehokkaammaksi.
Kunta on tehnyt Kulhon koulun energiamuodon muuttamisen selvityksen.
Liikenne
Kevyen liikenteen väyliä on rakennettu mm. Lehmon ja Kylmäojan väliselle tieosuudelle.
Kunnanvirastojen lähelle kirkonkylälle on rakennettu sähköauton latausasema.
Kunta on perustanut kaksi etätyöpistettä – kirkonkylän kirjastoon ja Lehmon palvelukeskukseen – edistääkseen joustavia mahdollisuuksia työntekoon lähellä kotia.

Kiertotalous
Kontiolahden kunta on palkannut työntekijän ohjeistamaan jätteiden kierrättämisessä kevään ja kesän 2023 aikana.
Lajittelu on mahdollistettu ja sitä tehdään kaikissa kunnan yksiköissä.
Ruokahävikkiä on saatu pienennettyä myymällä ylijäämäruokaa ja punnitsemalla hävikkiruoan määrää.
Kunnan käytöstä poistetut kalusteet myydään Kiertonet-palvelun kautta.
Teknologia ja seuranta
Kunnan kiinteistöjen energiankäyttöä seurataan sähköisten järjestelmien avulla.
Aurinkopaneeleita on asennettu kunnassa julkisiin ja yksityisiin kiinteistöihin merkittävästi.
Katuvalojen lamppuja on vaihdettu led-valoiksi.
Aurinkovoimalasuunnitelma Kyyrönsuon entisellä turvetuotantoalueella on vireillä ja kaavahanke on etene- mässä myönteisesti.
Hiilensidonta
Kunnan omistamia metsiä hoidetaan jatkuvan kasvatuksen periaatteella eri-ikäisrakenteella.
Kehitetty metsien käsittelyä ilmastoystävällisellä tavalla.
Kontiolahden kunnan alueella on aktiivisesti metsitetty joutomaita.
Kyyrönsuon kosteikkohankkeessa on hyödynnetty puunkantoja.
Jäälaturien viitat on vaihdettu muovisista puisiin.
Ilmastotyön koordinointi
Kunnan Hinku-toimija on maankäytön suunnitteluryhmä, MASU, joka koordinoi ja seuraa ilmastotoimien edistymistä.
Ilmastotyö on poikkihallinnollista toimintaa. Kunnan eri osastoilta kerätään säännöllisesti ehdotuksia ilmas- totoimista ja niistä rakentuu kunnan ilmastotyön kokonaisuus.
Ilmastotyöstä viestitään muun muassa kunnan nettisivujen kautta.

2.3.2 Ilmasto-ohjelma 2024–2028

Kontiolahden kunnan ilmasto-ohjelma 2024–2028 on hyväksytty kunnanvaltuustossa 11.11.2024 § 55 (Kontiolahden kunta 2024). Ohjelmassa määritellään konkreettiset sitoumukset ja tavoitteet, analysoidaan nykyiset päästöt, esitetään tavoitteen mukainen skenaario ja asetetaan toimenpiteitä tavoitteiden saavuttamiseksi sekä jaetaan tavoitteet alatavoitteiksi. Keskeiset toimenpiteet ja niiden toteutus aikataulutetaan. Toimenpiteille määritellään vastuutahot ja niiden toteutumista seurataan suunnitellulla aikavälillä. Toimenpiteiden toteutumista seurataan vuosittain talouden suunnittelun syklissä. Ilmasto-ohjelma laaditaan neljän vuoden välein, seuraavan kerran vuonna 2028.

Vuonna 2022 Kontiolahden kasvihuonekaasupäästöt vuonna 2022 olivat 66,4 ktCO₂e, mikä vastaa noin kuusi prosenttia Pohjois-Karjalan maakunnan päästöistä. Kunnan suurimmat kasvihuonekaasupäästöjen lähteet vuonna 2022 olivat tieliikenne (27,2 ktCO₂e), työkoneet (7,9 ktCO₂e), maatalous (5,7 ktCO₂e) ja sähkölämmitys (5,3 ktCO₂e). Vuoden 2007 päästöihin verrattuna päästöt vähenivät 29,5 prosenttia. Suurin muutos vuodesta 2007 vuoteen 2022 tapahtui kulutus-sähkön, sähkölämmityksen ja öljylämmityksen päästöissä, joiden osuus kokonaispäästöistä väheni 31 prosentista noin 17 prosenttiin. Muutos johtuu osittain uusiutuvan energian lisäyksestä ja energiatehokkuuden parantamisesta. Kaukolämmön päästöt kasvoivat noin 80 %, mutta muodostivat vuonna 2022 vain noin 3 % kokonaispäästöistä. Muutos voi liittyä energiantuotannon rakenteellisiin muutoksiin ja väkiluvun kasvuun.

Ohjelman päätavoite on Hinku-tavoitteen mukaisesti vähentää kasvihuonekaasupäästöjä 80 % vuoteen 2030 mennessä vuoden 2007 tasosta. Siltä osin kun päästövähennyksillä ei voida saavuttaa tavoitteita, hyödynnetään päästöhyvitystoimenpiteitä. Kunnan laatiman tavoiteskenaarion mukaisesti päästöt ovat 33,7 ktCO₂e ja päästöhyvitykset 15 ktCO₂e sekä nettopäästöt 18,7 ktCO₂e vuonna 2030. Laaditussa tavoiteskenaariossa rakennusten energiankulutuksen päästöt laskevat 82,6 %, tieliikenteen 63,3 %, maatalouden 42,7 % sekä muiden sektorien yhteenlaskettu lasku on 42,6 %. Päästöhyvityksistä muodostuu tavoiteskenaariossa 15 ktCO₂e päästövähennys. Skenaariossa:

- Rakennusten energiankulutuksen kasvihuonekaasupäästöt laskevat erityisesti olemassa olevan rakennuskannan energiatehokkuustoimilla, lämmitystapamuutoksilla ja kaukolämmön tuotannon päästöjen vähentymisellä.
- Tieliikenteen osalta henkilöautojen hiilidioksidipäästöt vähenevät ladattavien hybridien, sähköautojen ja kaasuautojen osuuden kasvaessa. Sähkö-, kaasu- ja hybridiautojen määrä on kasvanut voimakkaasti vuosina 2017–2021. Tuleva päästökehitys määrittää kunnan päästövähennystavoitteen saavuttamisen mahdollisuuksia.
- Maatalouden kasvihuonekaasupäästöt vähenevät tuotantoeläinten määrän vähenemisen ja viljelypinta-alan pienenemisen seurauksena. Viljelemättömät alueet ennallistetaan ja ne muuttuvat hiilinieluisiksi, mikä edistää kasvihuonekaasujen sitomista ja ilmastonmuutoksen hillintää.
- Muut sektorit -sektorin päästöt koostuvat pääasiassa työkoneiden ja jätteiden käsittelyn aiheuttamista päästöistä. Sähköistymisen odotetaan lisääntyvän myös työkoneiden käytössä. Vuosien 2020–2030 aikana F-kaasujen päästöjen odotetaan vähenevän 58 prosenttia, kaatopaikkojen päästöjen 40 prosenttia ja muiden jätteiden käsittelyn (jäteveden puhdistus, kompostointi, mädätys) päästöjen neljä prosenttia.
- Päästöhyvitysten toteutuminen riippuu olennaisesti suurten teollisten aurinkovoimaloiden, kuten esimerkiksi Kyyrönsuon aurinkovoimahankkeen suunnitellusta toteutumisesta. Syken laskelmien mukaan pienimuotoisemman aurinkovoiman yhteenlaskettu kapasiteetti Kontiolahdella on 1,26 MW. Tavoiteskenaariossa biokaasun tuotannolle on asetettu tavoitteet, mutta tällä hetkellä ei ole käynnissä biokaasuhankkeita. Maankäyttösektorilla on suunnitteilla toimenpiteitä, joiden tavoitteena on vähentää hiilidioksidiekvivalenttipäästöjä 2000 tonniin (CO₂e). Lisäksi turvepeltojen toimenpiteiden osalta tavoitteena on sitoa 1300 tonnia hiilidioksidiekvivalenttia (CO₂e).

Ohjelman teemakohtaiset alatavoitteet ovat:

- Energiatehokkuus ja uusiutuvan energian tuotanto:
 - o Parannetaan kunnan kiinteistöjen LVI-järjestelmien energiatehokkuutta ja kestävyyttä.
 - o Luovutaan öljystä kunnan kiinteistöissä vuoteen 2030 mennessä.
 - o Siirrytään energiatehokkaaseen valaistukseen korvaamalla vanhat valaistusratkaisut nykyaikaisilla ja energiatehokkaammilla vaihtoehdoilla.
 - o Parannetaan rakennusten energiatehokkuutta rakenteellisilla parannuksilla.
 - o Toteutetaan uusiutuvia energiaratkaisuja kunnan kiinteistöissä.
 - o Edistetään uusiutuvan energiantuotantoa.
- Kestävän ja vähäpäästöisen liikkumisen edistäminen:
 - o Edistetään vähäpäästöistä liikennettä.
 - o Edistetään kestävää liikkumista kehittämällä ja ylläpitämällä kävely- ja pyöräilyreit-tejä.
 - o Tarjotaan etätyömahdollisuuksia ja pyritään ottamaan huomioon lähipalvelut.
- Kiertotalous ja kestävä kulutus:
 - o Parannetaan eri jätejakeiden kierrätysastetta ja tehokasta jätteen lajittelua kunnan alueella tarjoamalla selkeät ja helposti saavutettavat kierrätyspisteet.
 - o Edistetään kiertotalouden toteutumista kunnan toiminnassa.
- Kestävä maankäytön suunnittelu:
 - o Edistetään kestävää ja viihtyisää elinympäristöä.
- Ilmastokestävät hankinnat:
 - o Toteutetaan ilmastokestäviä hankintoja kunnan toiminnassa huomioimalla päästövai-kutuksia.
- Ilmastokestävä metsänhoito:
 - o Huolehditaan metsien kestävästä hoidosta ja monimuotoisuuden säilyttämisestä.
 - o Edistetään hiilensidontaa metsänhoidossa.
 - o Sopeudutaan ilmastonmuutoksen vaikutuksiin.

Kestävän maankäytön suunnittelun osalta toimenpiteitä ovat seuraavat:

- Yhdyskuntarakenteen tiivistäminen ja eheyttäminen
 - o Toteutuu, täydennetään nykyisiä asuinalueita (Lehmo, Onttola, Kontioniemi ja kirkonkylä) strategisen yleiskaavan mukaisesti, tavoitevuosi 2040.
- Selvitetään energiatehokkuuskriteerien käyttöä asemakaavoituksessa ja tontinluovutuseh-doissa
 - o Vaikutuksena on energiatehokkuuden lisääntyminen rakennusprojekteissa, mikä vä-hentää energiankulutusta ja edistää kestävää kehitystä ympäristön kannalta.
- Ohjataan rakentamista jalankulku- ja joukkoliikenneväyhyksille.
 - o Rakentamisen ohjaaminen jalankulku- ja joukkoliikenneväyhyksille vähentää autoi-lua ja parantaa liikenteen sujuvuutta.
- Edistetään puurakentamista
 - o Suositellaan puurakentamista kaavoituksen ja tontinluovutusehtojen kautta. Puura-kentamisen edistäminen voi vähentää hiilijalanjälkeä rakennusallalla, lisätä uusiutuvan materiaalin käyttöä ja edistää kestävää kaupunkikehitystä.

Myös energiatehokkuuden ja uusiutuvan energian tuotannon, kestävän ja vähäpäästöisen liikku-misen edistämisen, kiertotalouden ja kestävän kulutuksen ja ilmastokestävän metsähoidon tavoit-teet voidaan nivoa osittain kaavoitukseen. Tavoitteiden toteutumista Vellamon asemakaavassa tarkastellaan raportin luvussa 5.

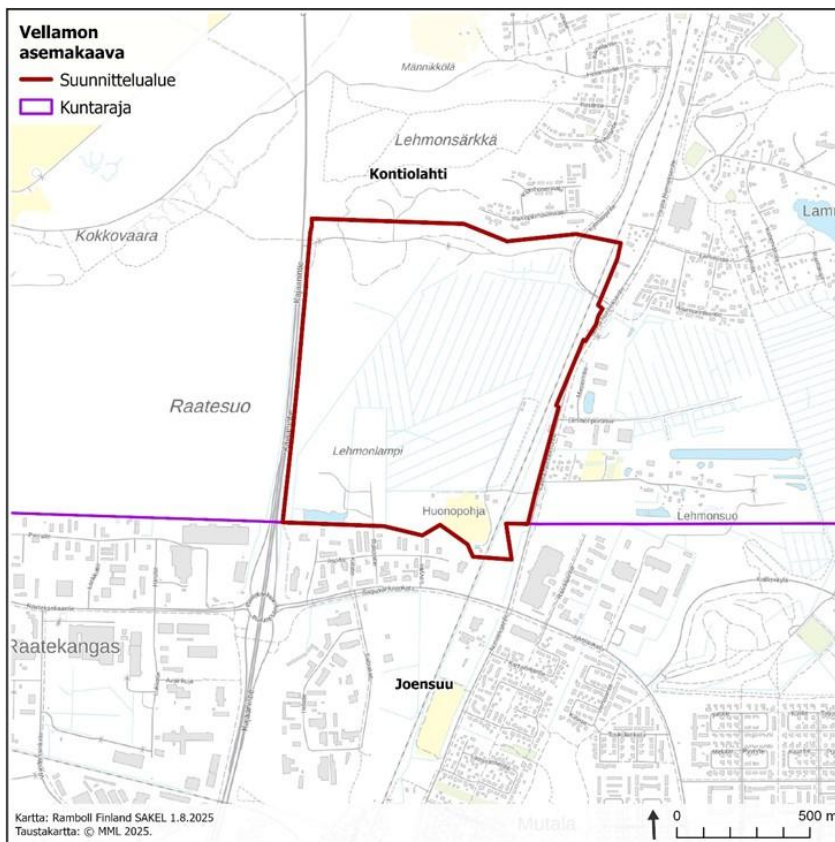
3. SUUNNITTELUALUE

3.1 Sijainti ja nykytila

Tarkasteltavana alueena työssä toimii Kontiolahden kunnassa vireillä olevan Vellamon asemakaavan suunnittelualue. Suunnittelualue sijaitsee Kontiolahden kunnan Lehmon taajamassa, lähellä Joensuun kaupungin rajaa (Kuva 1). Suunnittelualue rajautuu lännessä Kajaanintiehen, pohjoisessa Soralan asuinalueeseen, idässä junarataan ja Vanhaan Nurmeksentiehen. Etelässä suunnittelualue rajautuu Joensuun kuntarajalla sijaitsevaan työpaikka- ja teollisuusalueeseen. Suunnittelualueen pinta-ala on noin 118 hehtaaria.

Suunnittelualue on kaavoituksen lähtötilanteessa asemakaavoittamatonta ja sinne ei ole rakennettu kunnallistekniikkaa. Alue on pääosin ojitettua talousmetsää. Alueen pohjoisosassa on maainesten ottoalueita ja alueen etelä- ja itäosassa muutamia asuinrakennuksia pihapiireineen.

Suunnittelualueen itäosassa kulkee pohjois-eteläsuuntainen Imatra-Kontiomäki rautatie. Junaradan länsipuolen kiinteistöille on kulku Vanhalta Nurmeksentie-tieltä tasoristeyksen kautta junaradan yli. Suunnittelualueen lounaisosassa on Joensuun kaupungin omistamalla kiinteistöllä lumenkaatoa paikka ja hulevesiallas. Kylmäojantie kulkee alueen koillisosan kautta ja liittyy Vanhaan Nurmeksentiehen sen itäpuolella. Suunnittelualueen etelärajalla on itä-länsisuuntainen Caruna Espoo Oy:n 110 kV voimajohto välillä Kontiolahti – Joensuu TV ja länsirajalla pohjois-eteläsuuntainen Fingrid Oyj:n 110 kV voimajohto välillä Kontiolahti-Kiikanlahti.



Kuva 1. Vellamon asemakaava-alueen sijainti.

3.2 Kaavan valmisteluvaihe

Raportin laatimisen aikana Vellamon asemakaavoitus on tullut vireille ja edennyt kaavan valmisteluvaiheeseen. Valmisteluvaiheessa asemakaavassa on muodostettu kaksi vaihtoehtoista kaavaluonnosta (vaihtoehdot VE1 ja VE2). Vaihtoehdosta riippumatta Vellamon asemakaavan tavoitteena on, että Vellamon alueesta luodaan hiilineutraali työpaikka-alue, joka huomioi mahdollisimman hyvin ympäristönäkökohdat.

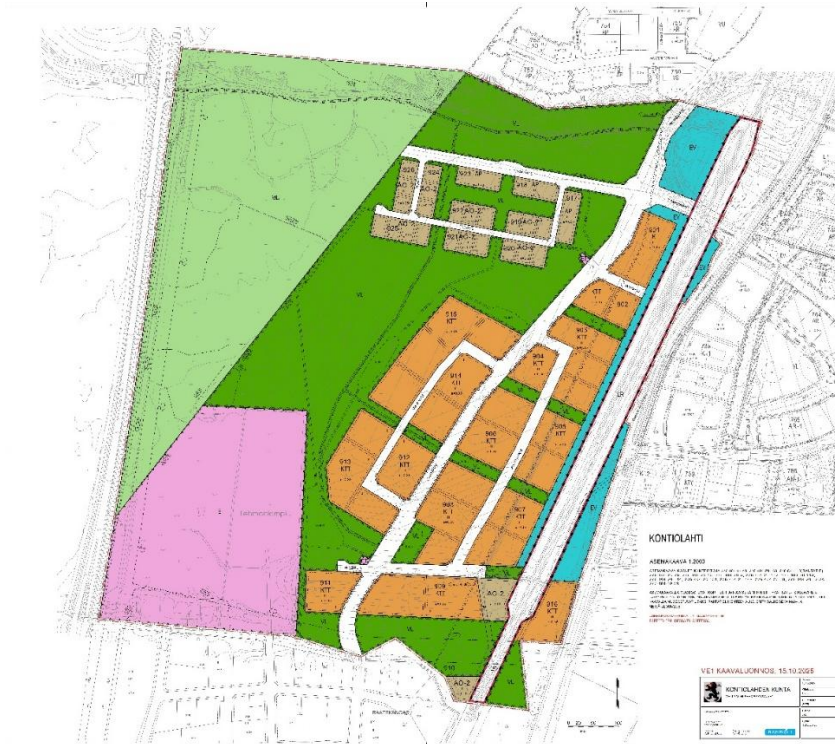
Vaihtoehdon VE1 laatimisen tarkoituksena on laatia asemakaava, missä muodostetaan työpaikka-alue kaava-alueen länsiosaan ja asuinalue kaava-alueen pohjoisosaan. Kaava-alueen eteläosaan on osoitettu nykyiset asuinrakennusten tontit pientaloasumiseen. Kaavassa osoitetaan lisäksi muun muassa virkistysalueita sekä yhdyskuntateknistä huoltoa palvelevien rakennusten ja laitosten alueita. Vellamon alueelle toteutetaan kunnallistekniikka ja jatketaan Kylmäojantietä kulkemaan kaava-alueen pohjoisosaan kaava-alueen läpi Joensuun puolelle (Vellamontie).

Valmisteluvaiheessa vaihtoehdossa VE1 muodostetaan alueelle erillispientalojen korttelialueita (AO-2), asuinpienalojen korttelialueita (AP), liike- ja toimistorakennusten korttelialue (K), yhdistettyjä liike-, toimisto ja teollisuusrakennusten korttelialueita (KTT), lähivirkistysalueita (VL), maa- ja metsätalousalue, jolla on erityistä ulkoilun ohjaamistarvetta (MU), yhdyskuntateknistä huoltoa palvelevien rakennusten ja laitosten alueita (ET), erityisalue (E), suojaviheralueita (EV) sekä rautatieliikenteen alue (LR). Rakennusoikeutta kaavassa osoitetaan yhteensä noin 82 161 k-m². Uutta asemakaavoitettua aluetta muodostuu kaavalla noin 117,58 ha. (Kuva 2).

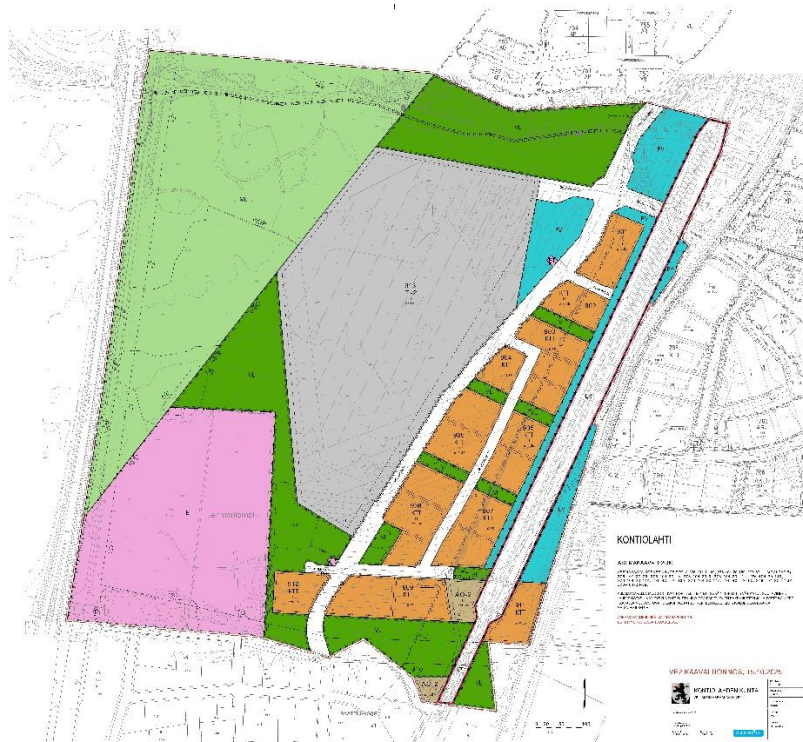
Vaihtoehdon VE2 laatimisen tarkoituksena on laatia asemakaava, joka mahdollistaa teollisuus- ja varastorakennusten korttelialueen, esimerkiksi datakeskuksen sekä sitä palvelevien rakennusten, sijoittamisen kaavan keskiosiin. Vaihtoehdossa VE2 ei toteuteta asuinalueita pohjoisosaan. Muutoin VE2 kaavaluonnos vastaa vaihtoehtoa VE1.

Valmisteluvaiheessa vaihtoehdossa VE2 muodostetaan erillispientalojen korttelialueita (AO-2), teollisuus- ja varastorakennusten korttelialue (T-2), liike- ja toimistorakennusten korttelialue (K), yhdistettyjä liike-, toimisto ja teollisuusrakennusten korttelialueita (KTT), lähivirkistysalueita (VL), maa- ja metsätalousalue, jolla on erityistä ulkoilun ohjaamistarvetta (MU), yhdyskuntateknistä huoltoa palvelevien rakennusten ja laitosten alueita (ET), erityisalue (E), suojaviheralueita (EV) sekä rautatieliikenteen alue (LR). Rakennusoikeutta kaavassa osoitetaan yhteensä noin 173 807 k-m². Uutta asemakaavoitettua aluetta muodostuu kaavalla noin 117,58 ha. (Kuva 3)

Kaavamerkinnot ja määräykset on esitelty kaavaselostuksessa luvussa 4.1.3.



Kuva 2. Vellamon asemakaavan kaavaluonnoksen vaihtoehdon VE1 kaavakartta (tilanne 15.10.2025).



Kuva 3. Vellamon asemakaavan kaavaluonnoksen vaihtoehdon VE2 kaavakartta (tilanne 15.10.2025).

4. KEKO-LASKURI

4.1 Menetelmä

KEKO-laskuri on SYKE:n tarjoama palvelu, joka on kehitetty maankäytön suunnittelun ekologisen kestävyuden arvioinnin tueksi. Työkalun avulla on mahdollista saada arvio kaavasta aiheutuvista vaikutuksista kasvihuonekaasupäästöjen, luonnonvarojen kulutuksen ja luonnon osa-alueilla, sekä arvio kaavan kokonaisekotehokkuudesta.

KEKO-laskenta perustuu erilaisista tieteellisistä lähteistä kerättyihin arviointimenetelmiin. Vaikutukset lasketaan rakennetun ympäristön tuotanto- sekä käyttövaiheesta. Arviointi on jaettu teemoihin, joita ovat maankäytön muutosten luontovaikutukset, rakennusten ja infrastruktuurin rakentamisen vaikutukset, rakennusten ja infrastruktuurin käyttövaiheen vaikutukset sekä henkilöliikenteen vaikutukset. (Suomen ympäristökeskus 2024)

Itse työkalu on lomakemuotoinen, jonne täytetään muun muassa pinta-alatietoja eri osa-alueista. Lomakkeella täytettävät tiedot ovat jaettu teemoittain: alueen sijaintiin ja mitoittamiseen, maankäytön muutokseen, arvokkaihin luontoalueisiin ja viherrakenteisiin, sijaintiin yhdyskuntarakenneissa, rakennuskantaan, uudisrakennuksiin ja energiakorjauksiin, energian tuotantoon ja liikenneverkkoon.

Suomen ympäristökeskus on laatinut KEKO:n laskennasta kuvaukset maankäytön muutoksien luontovaikutusten, henkilöliikenteen, energian, kasvihuonepäästöjen ja luonnonvarojen käytön sekä kokonaisekotehokkuuden laskemisen osalta. Laskennan kuvauksissa kerrotaan mihin laskurin antamat tulokset osa-alueiden osalta tarkemmin perustuvat.

Maankäytön muutoksen aiheuttamien luontovaikutusten laskentaan KEKO-laskurissa käytetään viittä indikaattoria, jotka liittyvät luonnon monimuotoisuuteen ja ekosysteemien toimintaan. Indikaattorit ovat:

1. Biomassan nettoprimaari tuotanto
2. Maankäytön luonnon monimuotoisuus -indeksi
3. Maanpinnan läpäisevyys
4. Arvokkaat luontoalueet
5. Laajat luontoalueet.

Kolme ensimmäistä indikaattoria lasketaan maankäytön pinta-alojen mukaan. Arvokkaat ja laajat luontoalueet lasketaan laskurissa pinta-alana siten, kuinka paljon rakennuskäyttöön otetaan eri määritelmillä määritettyä arvokasta luontoaluetta tai yhtenäisiä viheralueita. (Suomen Ympäristökeskus 2016a). Kaikista viidestä KEKO-luontoindikaattorista tuotetaan yksi yhdistetty mittari, joka kertoo suunnitelman luontovaikutuksista yhdellä luvulla. Indeksoinnissa käytetään lukua 100 kuvaamaan keskimääräistä tilannetta ja suunnitelma saa arvoja yli tai alle 100 sen mukaan, ovatko luontovaikutukset keskimääräistä suurempia vai pienempiä.

Liikenteen päästöistä KEKO-työkalu huomioi ainoastaan henkilöliikenteen päästöt. Laskenta perustuu KEKO-työkalussa suunnittelualueen asutuksen sijaintiin alueen yhdyskuntarakenteessa. Liikkuminen määritetään asuinpaikasta ja laskentaan vaikuttaa palvelujen sijoittuminen ja mahdollisuus joukkoliikenteen käyttöön. Työpaikkojen sijoittumista ei tällä hetkellä tarkastella laskennassa, sillä työmatkojen vaikutuksen arviointiin ei ollut käytettävissä riittävän tarkkoja tutkimustietoja. Laskennassa hyödynnetään keskimääräistä henkilökilometrimäärää henkilöliikennetutkimuksesta sekä VTT:n kehittämiä päästökertoimia. (Suomen ympäristökeskus 2016b). Kuten muidenkin kasvihuonekaasupäästöjen kohdalla, henkilöliikenteen päästöt lasketaan 50 vuoden ajalta.

KEKO-työkalu laskee rakennetun ympäristön kehittämistä, ylläpitämisestä ja käytöstä aiheutuvan kasvihuonekaasupäästökertymän. Päästölaskenta tuottaa lopputulokseksi 50 vuoden ajalle kumulatiivisen absoluuttisen kasvihuonekaasupäästökertymän, joka on suhteutettu alueen keskimääräiseen asukasluukuun 50 vuoden aikana. Tulos esitetään hiilidioksidiekvivalentteina (CO₂e). (Suomen ympäristökeskus 2016c). Päästölaskenta koostuu neljästä eri aihealueesta:

1. Rakennusten uudis- ja korjausrakentaminen ja ylläpito
2. Infrastruktuurin rakentaminen ja ylläpito
3. Rakennetun ympäristön käytönaikainen energiankulutus
4. Henkilöliikenne.

KEKO-laskee myös suunnittelualueen kokonaisekotehokkuuden, jossa huomioidaan kulutetut luonnonvarat, biodiversiteetin väheneminen sekä kasvihuonekaasupäästöt. Ympäristövaikutukset suhteutetaan kerrosalaan, jotta myös hyödyt yhteiskunnalle kaavoituksesta huomioidaan. Vertailuarvo, johon kaavoitetun alueen kasvihuonekaasupäästöjä ensin verrataan, perustuu 34 suurimman kaupunkiseudun vuosien 2007-2011 aikana tapahtuneeseen rakentamiseen ja maankäytön muutoksiin. Myös valmistuneen alueen käyttö 50 vuoden aikana rakentamisen aloittamisesta lasketaan mukaan. Ekotehokkuusluku ilmoitetaan skaalalla 0-100: mitä pienempi luku on, sitä parempi on KEKO:n määrittämä ekotehokkuus. Ekotehokkuus lasketaan KEKO:ssa seuraavasti (Suomen ympäristökeskus 2016d):

$$\text{Ekotehokkuus} = \frac{\text{Kulutetut luonnonvarat} + \text{päästöt} + \text{luonnon monimuotoisuuden väheneminen}}{\text{Kokonaiskerrosala}}$$

4.2 Laskennan lähtöoletukset

Laskuriin on mahdollista syöttää useita vaihtoehtoisia suunnitelmia. Tässä tapauksessa laskuriin muodostettiin vaihtoehdot kaavavaihtoehdoille VE1 ja VE2, sekä tilanteelle, missä kumpaakaan suunnitelmaa ei toteuteta (nykytila).

Seuraavasta taulukosta (Taulukko 2) voi nähdä perustiedot, joita KEKO tarvitsee laskentaan. Aluetehokkuus, rakennusaika, asukas- ja työpaikkamäärät ovat arvioita, muut tiedot ovat kaavaratkaisuista.

Taulukko 2. Vellamon KEKO-laskennan perustiedot kaavavaihtoehtoinen sekä nykytilassa.

	Nykytila	VE1	VE2
Maapinta-ala (ha)	118	118	118
Rakennusten kerrosala (k-m²)	1847	82 161	173 807
Rakennusten kerrosalan muutos (k-m²)	0	80 314	171 960
Aluetehokkuus	0,002	0,07	0,148
Rakennusaika (v)	10	10	10
Asukasmäärä	-*	-*	-*
Asukasmäärän muutos	0	-*	0
Asukastiheys (as./ha)	-*	-*	-*
Työpaikkamäärä	0	632	685
Työpaikkamäärän muutos	0	632	685
Työpaikkatiheys (tp./ha)	0	5,37	5,82

*Alueella sijaitsee nykyisiä asuntoja. Tarkkoja tietoja asukasmäärästä ei esitetä raportilla tietosuojasyistä.

Muut lähtötiedot on esitetty seuraavassa taulukossa. Asteriskilla* on osoitettu tiedot, joihin on tarvittu tueksi muita lähteitä kuin kaava-asiakirjat tai laskurin omat ohjeet.

Taulukko 3. Vellamon KEKO-laskennan lähtötiedot.

Lähtötieto	Lisätieto
Kaavan eri käyttötarkoitusten pinta-alat (ha) ennen ja jälkeen.	
Virkistys-, metsätalous- ja suojelualueiden pinta-alat (ha) ennen ja jälkeen.*	
Kaavan eri käyttötarkoitusten kerrosalat (k-m ²) ennen ja jälkeen.	- KTT-tontit on jaettu tasaisesti kustatoimintojen ja palvelujen alueeksi (toimistot ja liikerakennukset) ja teollisuusalueeksi
Käyttöön otettavat tai muodostettavat arvokkaat luontoalueet (ha).*	
Väestön osuudesta eri vyöhykkeillä: etäisyys kaupunkikeskukseen, sijainti yhdyskuntarakenteen vyöhykkeillä, asuinalue tyyppi aluetehokkuuden perusteella, etäisyys lähimpään suureen päivittäistavarakauppaan (%) ennen ja jälkeen.**	
Rakennustyypeittäin rakennuskannan kerrosala (k-m ²), kerros-luku (lkm), uudisrakennusten osuus ja sekä energiakorjaukseen menevien osuus (%).***	- K-tonttien kerrosala on jaettu tasaisesti toimisto- ja liikerakennuksiin. KTT-tonttien kerrosala on jaettu tasaisesti toimisto-, liike- ja teollisuusrakennuksiin. Todellisuudessa toteutuvaa rakennustyyppien jakaumaa ei tiedetä. - Ei energiakorjauksia
Rakennustyypeittäin olemassa olevan rakennuskannan kerrosalan jakautuminen rakennusvuosittain (%).***	
Muiden rakennusten lämmön, sähkön ja jäädytyksen energiakulutus (kWh/m ²).	- Ei muita rakennuksia
Rakennustyypeittäin olemassa olevan rakennuskannan käyttötavan muutokset rakennusvuosittain (%).***	- Ei käyttötarkoituksen muutoksia

Rakennustyypeittäin käyttötavaltaan muutettujen rakennusten käyttötarkoitus muutosten jälkeen (%).***	- Ei käyttötarkoituksen muutoksia
Rakennustyypeittäin uudisrakennusten materiaali (%).***	- AO-2 ja AP: 100 % puurunko - K ja KTT: 50 % puurunko, 50 % teräs, betoni, lasi - T-2: 100 % teräs, betoni, lasi
Rakennustyypeittäin uudisrakennusten energiatehokkuustaso (%).***	- AO-2, AP, K ja KTT: 100 % passiivitaso - T-2: 100 % vuoden 2018 taso
Rakennustyypeittäin uudisrakennusten perustamisolosuhteet (%).	
Rakennustyypeittäin energiakorjattavien rakennusten materiaali (%).***	- Ei energiakorjauksia
Rakennustyypeittäin energiakorjattavien rakennusten korjauksen jälkeinen energiatehokkuustaso (%).***	- Ei energiakorjauksia
Rakennustyypeittäin lämmityksen energianlähde (%).***	- Nykytila AO-2: 90 % sähkölämmitys, 10 % takkalämmitys - AO-2 ja AP: 60 % maalämpö, 30 % aurinkolämmitys ja 10 % takkalämmitys - K, KTT ja T-2: 100 % kaukolämpö
Rakennustyypeittäin jäähdytyksen energianlähde (%).***	- AO-2 ja AP: 100 % lämpöpumput - K, KTT ja T-2: 85 % lämpöpumput, 15 % muu jäähdytys kuten kaukokylmä
Muun kuin yhteistuotannolla (CHP) tuotetun sähkön energianlähde (%).***	- 100 % sähköverkko, 0 % alueella tuotettu uusiutuva energia
Lämmitys- ja jäähdytysmuotojen keskimääräiset päästöt (CO ₂ ekv g/kWh) tai COP-luku.****	- Kaukolämpö: 62 CO ₂ ekv g/kWh - Muut: laskurin oletusarvo
Sähköverkon keskimääräiset päästöt (CO ₂ ekv g/kWh).****	- Laskurin oletusarvo
Sähköverkon, kaukolämmön ja talokohtaisten fossiilisten polttoaineiden ennakoitavissa olevat muutokset energiantuotantoon (%/vuosi).****	- Kaukolämpö: 20 %/vuosi (fossiiliton vuoteen 2030) - Muut: laskurin oletusarvo
Tyypeittäin teiden ja ratojen pituus (m) ennen ja jälkeen, päällysteen leveys (m) ja perustamisolosuhteet (%).	
Pysäköintinormi (k-m ² /ap) ennen ja jälkeen ja parkkiruudun keskimääräinen ala (m ²).	
Autopaikkojen jakautuminen erilaisten pysäköintiratkaisujen kesken (%) ennen ja jälkeen.	
Louhittujen tilojen määrä (m ²) ennen ja jälkeen.	

Lähteet:

*Metsäkeskuksen metsävarakuviot ja ilmakuvat.

**Joensuun reittiopas.

***Kunnan tai asiantuntijan näkemys.

****Savon Voiman nettisivut.

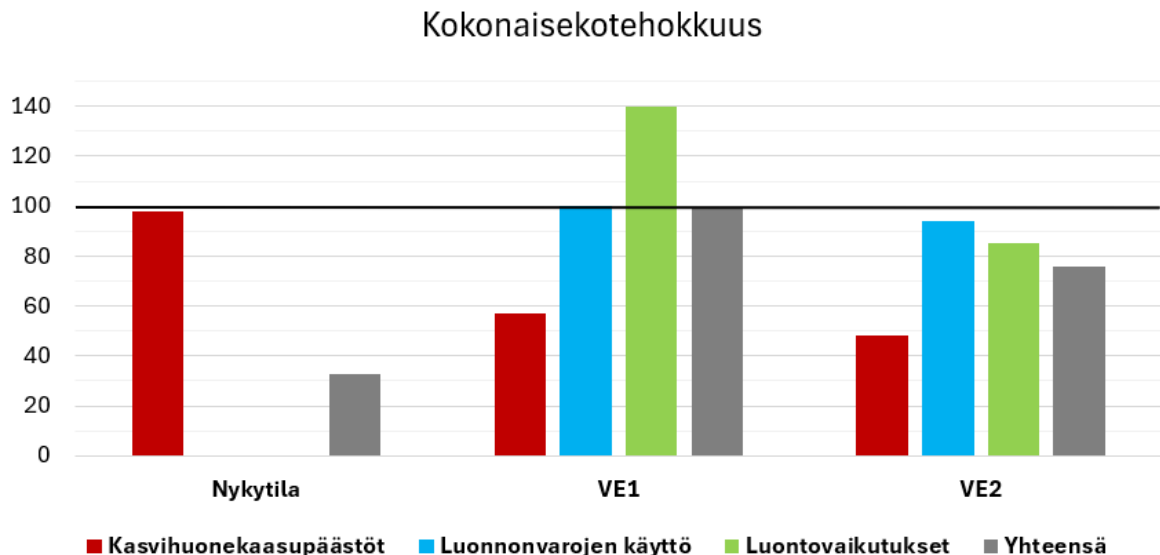
4.3 Tulokset

4.3.1 Kokonaisekotehokkuus

Vellamon kaavaluonnosvaihtoehtojen sekä nykytilan kokonaisekotehokkuus on esitetty seuraavassa kuvassa (Kuva 4). Ekotehokkuuden laskennassa arvo 100 kuvaa 34:n suurimman kaupunkiseudun keskiarvoa. **Arvot 0–100 ovat suurten kaupunkiseutujen keskiarvoa parempia, ja arvot yli 100 keskiarvoa huonompia.**

- Vaihtoehdossa VE1 kokonaisekotehokkuus yhteensä vastaa keskiarvoa (99)
- Vaihtoehdossa VE2 kokonaisekotehokkuus yhteensä on jonkin verran keskiarvoa parempi (76)
- Vaihtoehdot ovat huomattavasti keskiarvoa parempia kasvihuonekaasupäästöjen osalta (VE1 57, VE2 48)
- Vaihtoehdot ovat keskiarvon luokkaa luonnonvarojen käytön osalta (VE1 100, VE2 94)
- VE1 on huomattavasti keskiarvoa huonompi luontovaikutusten osalta (140)
- VE2 on jonkin verran keskiarvoa parempi luontovaikutusten osalta (85)
- Nykytilassa luonnonvarojen käyttöä ja luontovaikutuksia ei muodostu. Kasvihuonekaasupäästöjä muodostuu suurin piirtein keskiarvoa vastaavalla tavalla nykyisestä asutuksesta (98).

Tulosten tulkinnassa on huomioitava, että laskuri arvioi kokonaisekotehokkuuden suhteessa kerrosalaan. Kerrosala on vaihtoehdossa VE2 suurempi, jolloin vaihtoehdon vaikutukset jakautuvat suuremmalle pinta-alalle. Rakentamisen suurempi määrä tai tehokkuus antaisi siis vaihtoehdolle VE1 positiivisemmat tulokset. Todellisuudessa kuitenkin suurempi määrä rakentamista tuottaisi suuremmat päästöt, kuluttaisi enemmän luonnonvaroja, sekä vähentäisi mahdollisesti luonnontilaisten tai muuten kasvipintaisten alueiden pinta-alaa lisäten luontovaikutuksia. Kokonaisekotehokkuutta hyödyntämiskelpoisempia tuloksia antavatkin osa-aluekohtaiset laskennat, joita käydään läpi raportin seuraavissa osioissa.



Kuva 4. Vellamon asemakaavan kokonaisekotehokkuus.

4.3.2 Kasvihuonekaasupäästöt

Kokonaistarkastelu

Vellamon kaavaluonnosvaihtoehtojen sekä nykytilan kumulatiiviset kasvihuonekaasupäästöt on esitetty seuraavassa kuvassa (Kuva 5).

- Vaihtoehdossa VE2 50 vuoden aikana päästöjä muodostuu noin 1,75-kertainen määrä (133 631 t CO₂) verrattuna vaihtoehtoon VE1 (74 904 t CO₂)
- Päästöjen osuus suurimmasta pienimpään: rakennusten rakentaminen ja kunnossapito, maankäyttö, rakennusten energiankulutus, infrastruktuuri, henkilöliikenne
- Rakennusten rakentaminen ja kunnossapito: VE2 päästöt ovat noin kaksinkertaiset (88 139 t CO₂) verrattuna VE1 (42 407 t CO₂).
- Maankäyttö: VE2 päästöt ovat jonkin verran suuremmat (24 134 t CO₂) kuin VE1 päästöt (18 176 t CO₂)
- Rakennusten energiankulutus: VE2 päästöt ovat lähes kaksinkertaiset (14 885 t CO₂) verrattuna VE1 päästöihin (7 610 t CO₂)
- Infrastruktuuri: VE2 päästöt ovat jonkin verran suuremmat (6 363 t CO₂) kuin VE1 päästöt (5 050 t CO₂)
- Henkilöliikenne: VE1 päästöt ovat huomattavasti suuremmat (1 092 t CO₂) kuin VE2 päästöt (46 t CO₂).

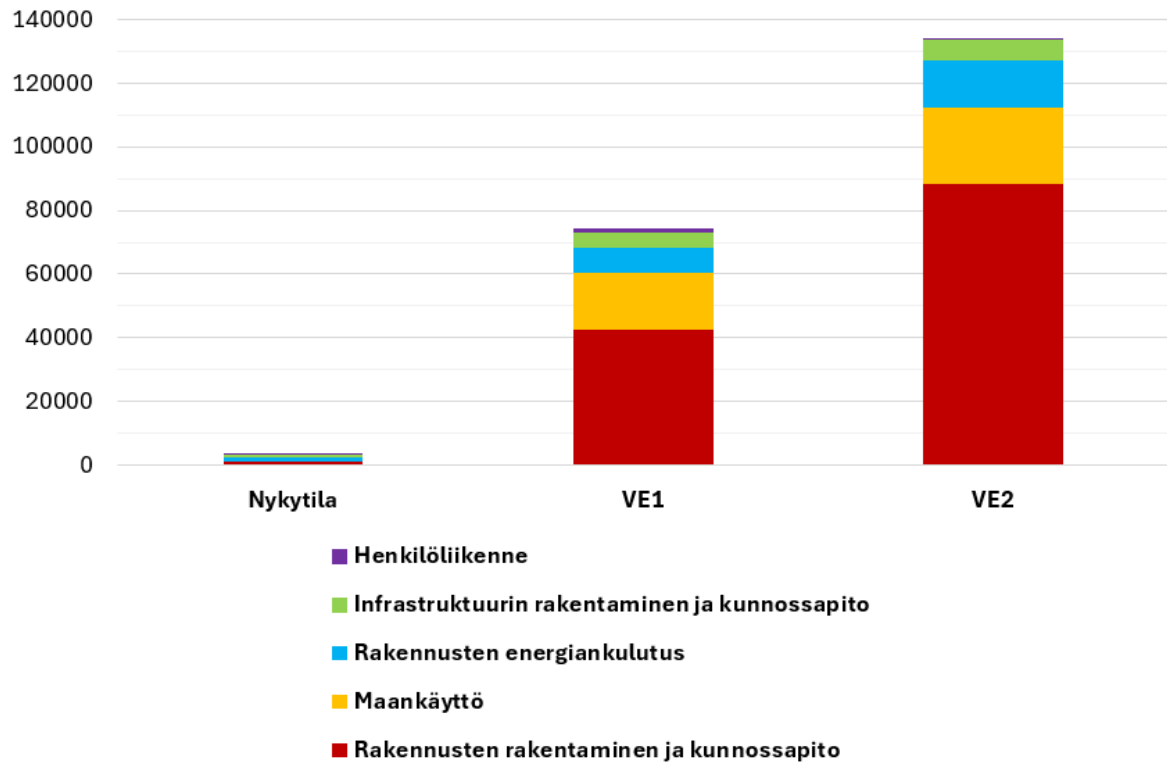
Rakennusten rakentamisen ja kunnossapidon osalta päästöjen eroa selittää rakentamisen määrä, alueelle toteutuvien rakennusten tyyppi ja perustamisolosuhteet. Vaihtoehdossa VE2 rakennetaan enemmän teollisuusrakennuksia, mitkä vaativat osin uusiutumattomia materiaaleja, ja suurempi osa rakentamisesta sijoittuu vaativien perustamisolosuhteiden alueelle. Vaihtoehdossa VE1 kerrosalaa muodostuu vähemmän, ja uudet asuinrakennukset ovat kokonaan puurakenteisia. Suurempi materiaalintarve lisää päästöjä. Myös rakennusten energiankulutuksen eroa selittää kerrosalan määrän lisäksi rakennustyyppit, teollisuusrakennusten on arvioitu olevan vähemmän energiatehokkaita (2018 taso) kuin muiden rakennustyyppien (passiivitaso).

Maankäytön osalta vaihtoehdon VE2 päästöt ovat jonkin verran suuremmat, kun rakentamiskäyttöön otettavan maa-alan määräkin on suurempi. Infrastruktuurin päästöjen osuus kokonaisuudesta on suhteellisen pieni. Infrastruktuuria vaihtoehdoissa rakennetaan lähes sama määrä ja perustamisolosuhteet ovat lähes vastaavat, joten rakentamisen ja kunnossapidon päästöt eivät kovin merkittävästi eroa.

Henkilöliikenne muodostaa kaikista vähäisimmän osuuden päästöistä. Vaihtoehtojen välillä on eroa siinä, että vaihtoehdossa VE2 ei toteuteta uutta asuinalueita, jolloin henkilöliikenteen osalta päästöt jäävät merkittävästi vähäisemmiksi kuin vaihtoehdossa VE1. Laskuri ei huomioi työmatkaliikennettä ja arvioidaan, että siltä osin VE2 suuremman työpaikkamäärän myötä olisi epäedullisempi.

Mikäli suunnitelmaa ei toteuteta, kasvihuonekaasupäästöjä muodostuu alueen käytön jatkuessa nykyisen kaltaisena, mutta hyvin vähäisesti verrattuna suunnitelmien toteuttamiseen. Nykytilanteessa päästöjä aiheutuu eniten rakennusten energiankulutuksesta ja kunnossapidosta.

Kasvihuonekaasupäästöt 50 vuoden aikana yhteensä keskimääräisten päästökertoimien mukaan, t CO₂



Kuva 5. Vellamon asemakaavan kasvihuonekaasupäästöt 50 vuoden aikana.

Alaluvuissa on käsitelty kasvihuonekaasupäästöjä osa-alueittain.

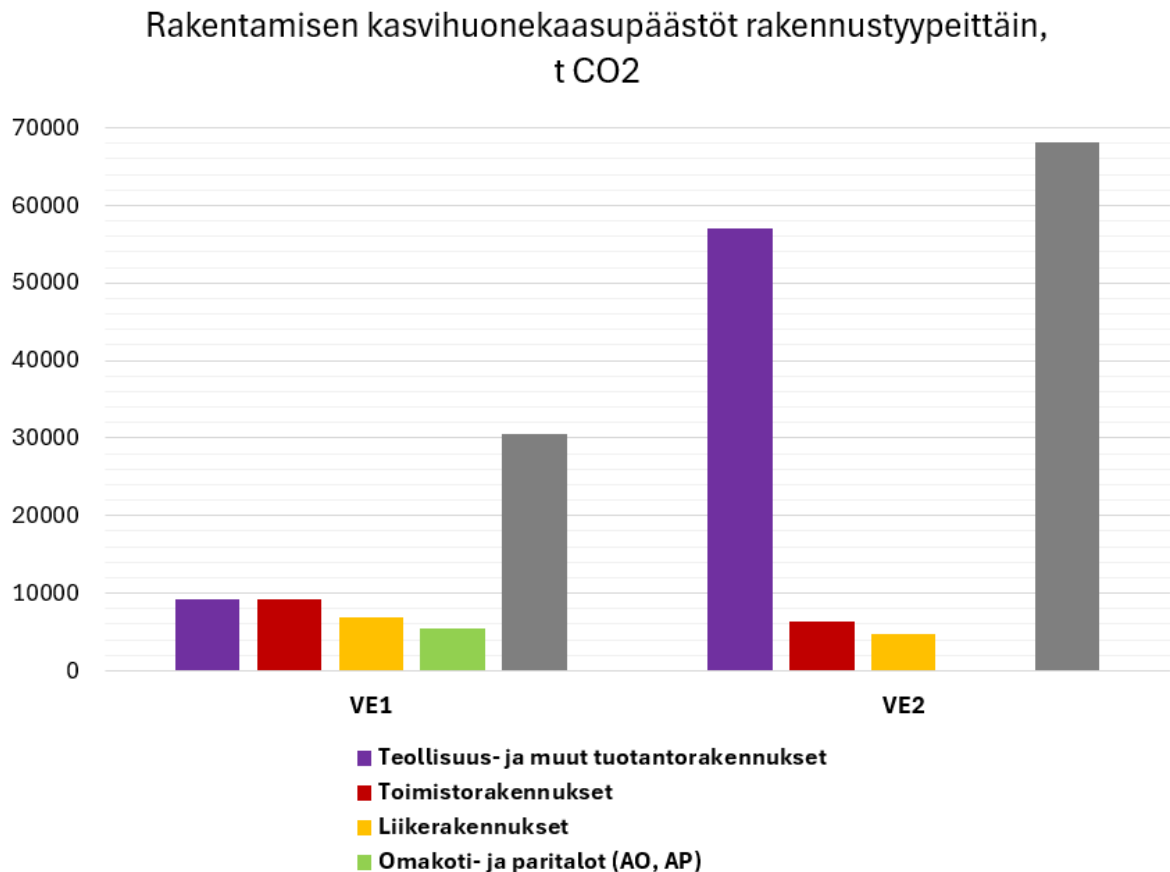
Rakennusten rakentaminen

Vellamon kaavaluonnosvaihtoehtojen rakentamisen kasvihuonekaasupäästöt on esitetty seuraavassa kuvassa (Kuva 6).

- Vaihtoehdossa VE2 päästöjä muodostuu yli kaksinkertainen määrä (67 324 t CO₂) verrattuna vaihtoehtoon VE1 (29 826 t CO₂).
- Päästöjen osuus suurimmasta pienimpään: teollisuus- ja muut tuotantorakennukset, toimistorakennukset, liikerakennukset, omakoti- ja paritalot
- Teollisuus- ja tuotantorakennukset: VE2 päästöt ovat yli kuusinkertaiset (57 113 t CO₂) verrattuna VE1 päästöihin (9 158 t CO₂).
- Toimistorakennukset: VE1 päästöt ovat jonkin verran suuremmat (8 702 t CO₂) verrattuna VE2 päästöihin (5 835 t CO₂).
- Liikerakennukset: VE1 päästöt ovat jonkin verran suuremmat (6 526 t CO₂) verrattuna VE2 päästöihin (4 376 t CO₂).
- Omakoti- ja paritalot: VE1 päästöt ovat huomattavasti suuremmat (5 439 t CO₂) verrattuna VE2:een missä päästöjä ei muodostu.

K-tonttien on arvioitu toteutuvan tasaisesti toimisto- ja liikekäyttöön. KTT-tonttien on arvioitu toteutuvan tasaisesti toimisto-, liike- ja teollisuuskäyttöön. Päästöjen määrään vaikuttaa rakentamisen määrä, materiaalit ja perustamisolosuhteet. Asuintonttien rakentaminen tuottaa vähiten päästöjä: kerrosalaa on vähiten, rakennukset voidaan toteuttaa puurakenteisina ja ne sijoittuvat tavanomaisten perustamisolosuhteiden alueelle.

Mikäli suunnitelmaa ei toteuteta, kasvihuonekaasupäästöjä ei muodostu rakentamisesta, sillä alueille ei tulisi uutta rakentamista.



Kuva 6. Vellamon asemakaavan rakentamisen kasvihuonekaasupäästöt rakennustyypeittäin.

Energiantuotanto ja -kulutus

Vellamon kaavaluonnosvaihtoehtojen sekä nykytilan energiantuotannon kasvihuonekaasupäästöt on esitetty seuraavassa kuvassa (Kuva 7).

- Vaihtoehdossa VE2 päästöjä muodostuu lähes kaksinkertainen määrä (14 885 t CO2) verrattuna vaihtoehtoon VE1 (7610 t CO2).
- Päästöjen osuus suurimmasta pienimpään: sähkö, lämpö, jäähdytys (nykytilassa lämpö, sähkö, jäähdytys).
- Sähkö: VE2 päästöt ovat lähes kaksinkertaiset (12 539 t CO2) verrattuna VE1 päästöihin (6 543 t CO2).
- Lämpö: VE2 päästöt ovat lähes kolminkertaiset (1 735 t CO2) verrattuna VE1 päästöihin (641 t CO2).

Jäähdytys: VE2 päästöt ovat jonkin verran suuremmat (611 t CO₂) verrattuna VE1 päästöihin (426 t CO₂).

Laskennassa on huomioitu kunnan alueelle laatima energian- ja lämmöntuotannon selvitys, missä on arvioitu eri tuotantomuotojen kannattavuutta (kustannukset, ilmasto vaikutukset) ja toteutettavuutta. Savon Voiman kaukolämmön jakeluverkoston jatkamista Joensuun puolelta Vellamon alueelle on tarkasteltu alustavasti, mutta toteuttamispäätöstä ei ole tehty. Savon Voiman tavoitteena on, että vuoteen 2030 kaukolämpö on hiilineutraalia, ja jo nykytilanteessa on mahdollista ostaa hiilineutraalia kaukolämpöä, jolloin päästöjä syntyy vain kaukolämmön rakentamisvaiheessa. Kaavan hiilineutraaliustavoitteen mukaisesti laskurissa on oletettu, että alueelle toteutuisi kaukolämpöverkko, mihin K-, KTT- ja T-2 -korttelit liitettäisiin. Laskuriin on syötetty Savon Voiman vuoden 2024 kaukolämmön keskiarvoinen ominaispäästökerroin ja oletus, että päästöt vähenvät nolnaan vuoteen 2030. AP- ja AO-2 -kortteleita ei selvityksen perusteella voitaisi välttämättä liittää kaukolämpöverkkoon, joten niiden lämmitysmuodoksi on arvioitu maalämpö (60 %), aurinkolämmitys (30 %) ja vähäisesti takkalämmitys (10 %). Kunnan selvityksen perusteella toisiksi pienimmät käytönaikaiset päästöt hiilineutraalin kaukolämmön jälkeen olisi maalämmöllä, ja alueelle olisi mahdollista porata energiakaivoja, koska sinne ei sijoitu pohjavesialuetta. Myös aurinkovoima on päästötöntä, ja kunnan rakennusjärjestys mahdollistaa nykyisellään 10 kW:n eli noin 30 aurinkopaneelin asentamisen ilman rakentamislupaa.

Laskurissa jäähdytysmuodoiksi on arvioitu K-, KTT- ja T-2 -kortteleissa lämpöpumput (85 %) ja kaukokylmä (15 %), sillä ainakin osa rakennuksista voisi teoriassa ostaa kaukokylmää kaukolämpöverkon toteutuessa. AP- ja AO-2 -kortteleissa on arvioitu jäähdytysmuodoiksi pelkät lämpöpumput.

Erityisesti sähköntuotannon päästöihin ja yleisesti sähkön kulutukseen alueella ja siten laskentaan liittyy epävarmuutta, sillä alueen energiantarpeen määrä riippuu suuresti siitä, millaista toimintaa alueelle tulee, ja miten paljon, eikä tästä tarkempia lähtötietoja ollut käytettävissä. Nyt laskuri arvioi kulutuksen ja päästöt niin, että alueen koko rakennusoikeus käytetään, mutta toisaalta laskurin oletuksena on, että rakennuksen energiankulutus on tietyn energiatehokkuustason ja käyttötarkoituksen rakennukselle tyypillinen. Toisin sanoen energiankulutus ja päästöt ovat arvioitua vähäisemmät, mikäli rakennusoikeutta jää käyttämättä, tai voivat olla arvioitua suuremmat, mikäli alueelle toteutetaan energiankulutukseltaan epätyypillisiä rakennuksia, kuten datakeskus. Lisäksi nyt laskennassa on oletettu, että sähkö tulee verkosta, mutta todellisuudessa ainakin osa tarvittavasta energiasta voitaneen tuottaa alueella aurinkopaneeleilla. Lisäksi laskuriin voitaisiin syöttää oma kerroin, jonka mukaisesti sähköverkon päästöjen voidaan yleisesti olettaa laskevan suunnitelman toteuttamisen alkaessa. Laskurissa on käytetty nyt laskurin oletusarvoa, jonka mukaan sähköverkon polttoaineiden päästöt vähenevät 4 % vuodessa.

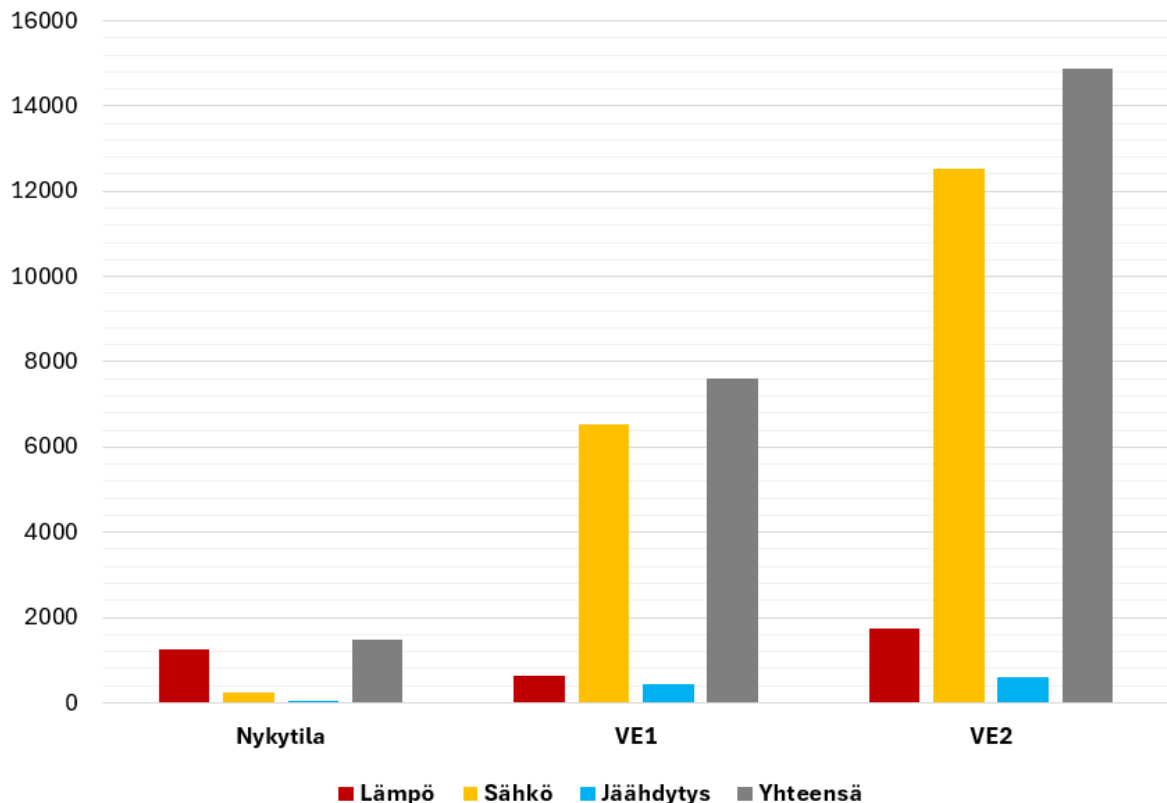
Laskuriin voi syöttää arvion toteutuvasta energiatehokkuustasosta eri rakennustyypeille. Laskurin taustalla ovat VTT:n REMA-mallissa käytetyt ominaisenergiankulutusluvut. Laskurissa alueelle toteutuvien asuin-, liike- ja toimistorakennusten on arvioitu kaavan tavoitteiden mukaisesti olevan hyvin energiatehokkaita (passiivitaso), jolloin laskentamenetelmässä ominaisenergiankulutus on pienin AP- ja AO-2 -tonteilla, toisiksi pienin teollisuusrakennuksilla ja suurin toimisto- ja liikerrakennuksilla. Kovin merkittävää eroa energiankulutuksessa ei kuitenkaan rakennustyyppien välillä ole, ja kun lähtöoletuksena on, että suurimman osan rakentamisesta muodostavista KTT-tonteista toteutuisi samat osuudet toimisto-, liike- ja teollisuusrakennuksina, on niiden energiankulutuskin laskurin perusteella jakautunut hyvin tasaisesti vaihtoehdossa VE1. Pienin osuus kulutuksesta muodostuu asuinrakentamista, jota on vähän ja joka on energiatehokkainta.

Vaihtoehdossa VE2 kerrosalaa on yli kaksinkertainen määrä, mikä heijastuu kokonaisenergiantarpeeseen. Suurimman osan energian tarpeesta muodostavat teollisuus- ja muut tuotantorakennukset, jotka ovat myös vähiten energiatehokkaita (2018 taso). Teollisuusrakentamisen kerrosalaa on noin kuusinkertainen määrä verrattuna vaihtoehtoon VE1, kun huomioidaan T-2 -korttelin lisäksi myös kolmannes KTT-tonteista, mikä näkyy suoraan energiantarpeessa.

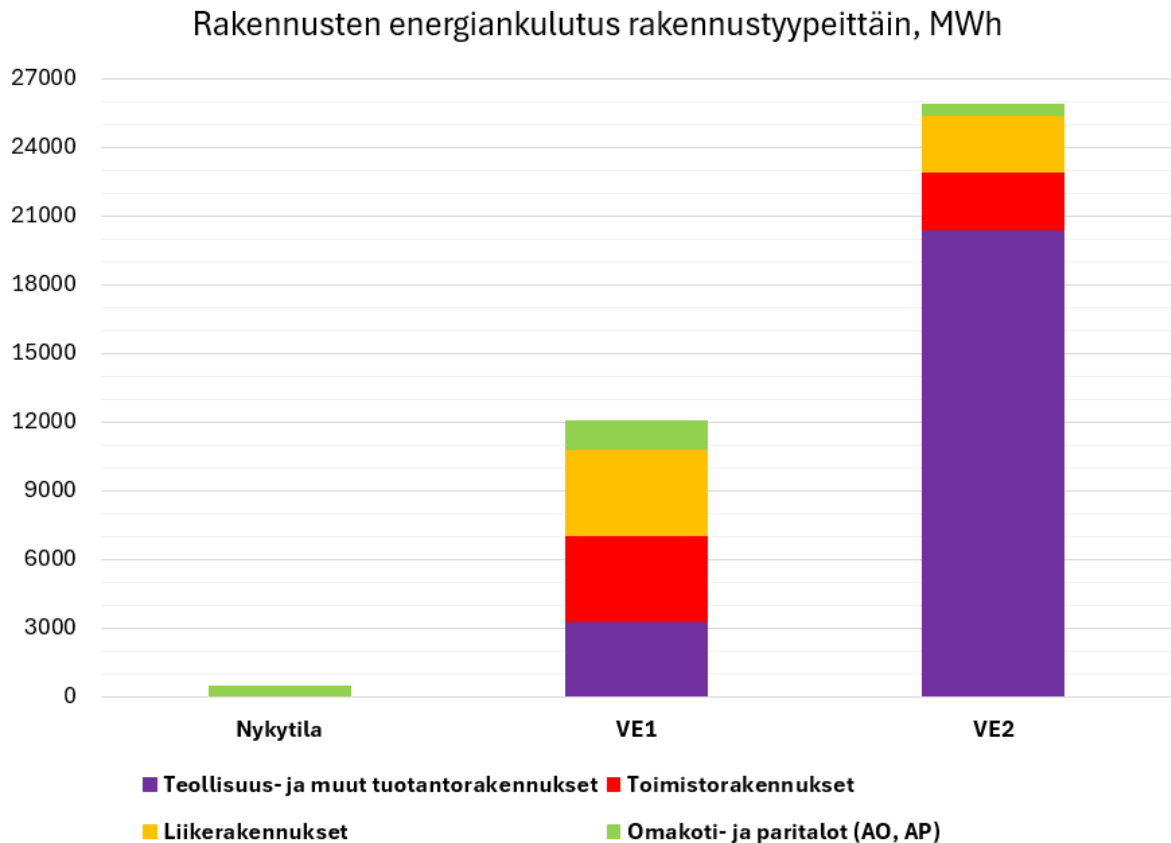
Jäähdytyksen tarve molemmissa vaihtoehdoissa on maltillinen. Kaukokylmän aiheuttamien päästöjen määrä riippuu siitä, miten se on tuotettu, ja kun tietoa ei ole ollut saatavilla on laskennassa nyt käytetty laskurin tarjoamaa oletusarvoa keskimääräisistä päästöistä. Mikäli kaukojäähdytystä hyödynnetään, kannattaa sen päästöjen vaikutuksia selvittää tarkemmin.

Mikäli suunnitelmaa ei toteuteta, nykytilanteen jatkuessa kasvihuonekaasupäästöjä muodostuu nykyisten asuinrakennusten energiankulutuksesta, mutta energiantarve ja päästöt ovat vähäiset verrattuna suunnitelmien toteuttamiseen. Alueella sijaitsee nykyisellään yksittäisiä asuinrakennuksia. Laskuriin on syötetty arvio rakennusten nykyisestä lämmitysmuodosta, ja arvioitu että niihin ei ole tarpeen tehdä energiaremonttia.

Kasvihuonekaasupäästöt energiantuotannosta, t CO₂



Kuva 7. Vellamon asemakaavan kasvihuonekaasupäästöt energiantuotannosta.

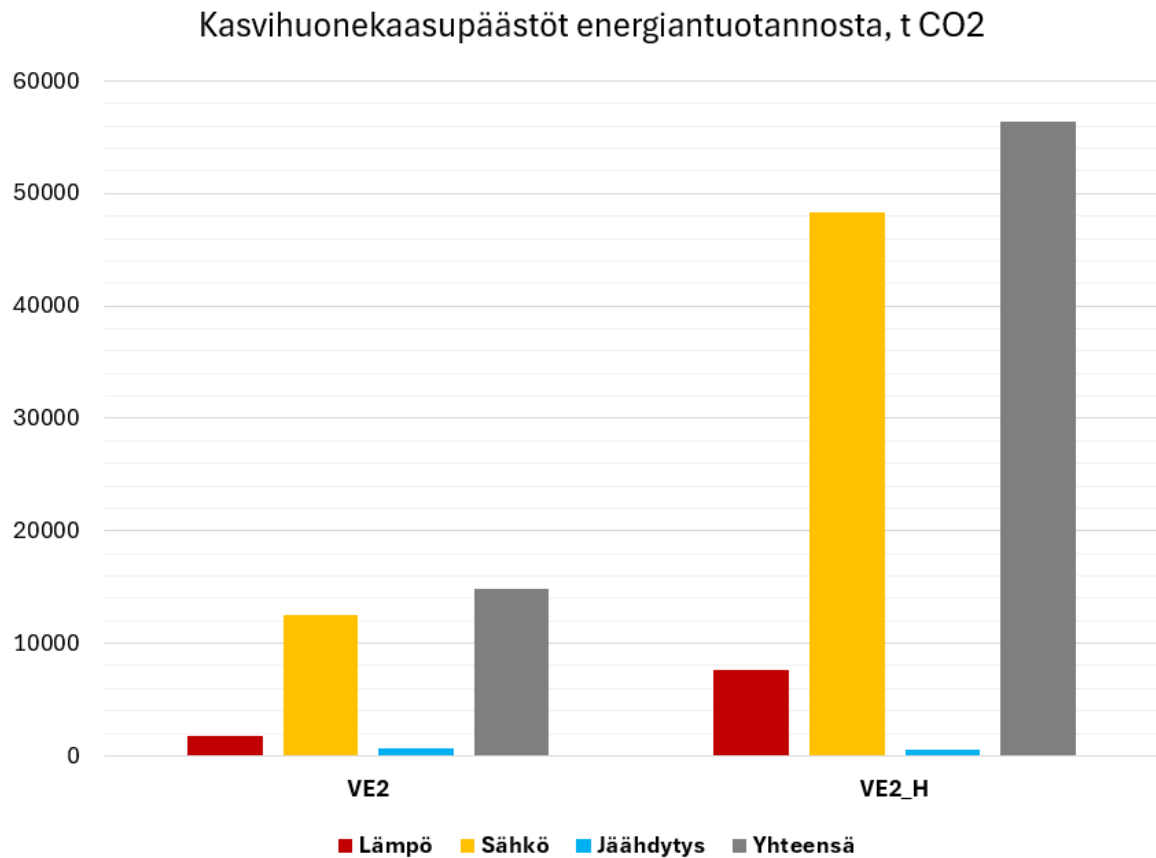


Kuva 8. Vellamon asemakaavan rakennusten energiankulutus rakennustyypeittäin.

Herkkyystarkastelut

Vaihtoehdon VE2 osalta on tarkasteltu vaihtoehtoa, jossa alueelle toteutuisi lämpöpumppulaitos, mikä tuottaisi lämmön alueen uudisrakennuksille. Energiantuotannon kumulatiiviset kasvihuonekaasupäästöt ovat lähes nelinkertaiset lämpöpumppulaitoksella (56 358 t CO₂) verrattuna päävaihtoehtoon, jossa alue liitettäisiin kaukolämpöön, joka olisi vuonna 2030 fossiilitonta (14 885 t CO₂). Lämmityksen osalta lämpöpumppulaitoksen päästöt ovat yli nelinkertaiset (7 578 t CO₂) verrattuna kaukolämpöön (1 735 t CO₂), ja sähköntuotannon osalta lämpöpumppulaitoksen päästöt ovat lähes nelinkertaiset (48 285 t CO₂) verrattuna kaukolämpöön (12 539 t CO₂).

Arviointiin liittyy epävarmuutta, sillä lämpöpumppulaitoksen energiankulutus riippuu lämpöpumppujen tehokkuudesta ja mahdollisuuksista hyödyntää uusiutuvaa sähköenergiaa, lämpövarastoja ja hukkalämpöä. Energian- ja lämmöntuotannon selvityksen arvion mukaisesti laskennassa arvioitiin lämpöpumppulaitoksen tuotannon aikaisten päästöjen vastaavan ilmavesilämpöpumppujen päästöjä. Päästöille ei ole voitu määrittää tarkempaa päästökerrointa, vaan on käytetty laskurin oletusta ilmavesilämpöpumppujen COP-luvusta. Epävarmuuksista johtuen tulokset ovat korkeintaan suuntaa antavia. Mikäli alueelle sijoittuu runsaasti hukkalämpöä tuottava laitos, voitaisiin hukkalämmön talteenotolla ja hyödyntämisellä todellisuudessa vähentää tehokkaasti alueen energiantuotannosta muodostuvia päästöjä.



Kuva 9. Vellamon asemakaavan energiantuotannon kasvihuonepäästöt VE2 kaukolämpövaihtoehdossa (VE2) ja lämpöpumppulaitosvaihtoehdossa (VE2_H).

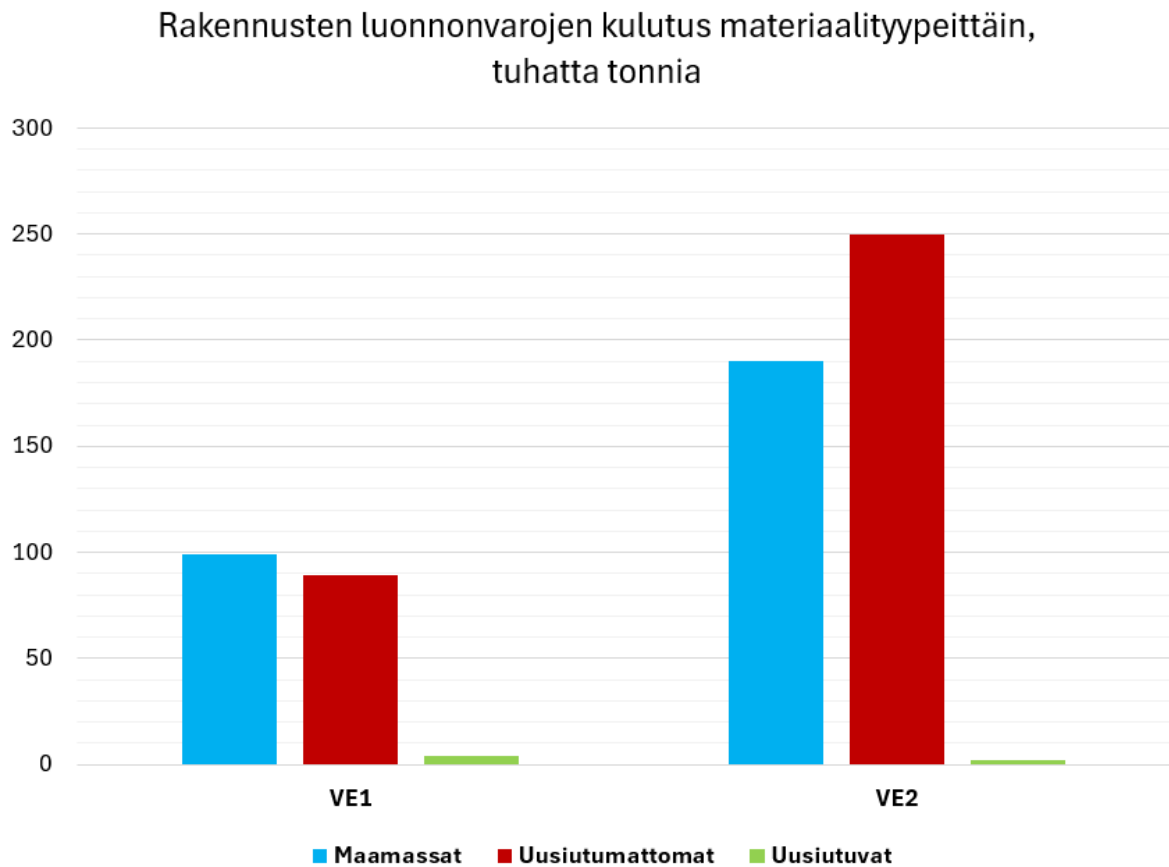
4.3.3 Luonnonvarojen kulutus

Rakennukset

Vellamon kaavaluonnosvaihtoehtojen rakennusten luonnonvarojen kulutus on esitetty seuraavassa kuvassa (Kuva 10).

- Vaihtoehdossa VE2 rakennusten materiaalinkulutus on yli kaksinkertainen (442,22 tuhatta tonnia) verrattuna vaihtoehtoon VE1 (192,38 tuhatta tonnia).
- Vaihtoehdossa VE1 maamassoja tarvitaan lähes vastaava määrä kuin uusiutumattomia materiaaleja, kun taas vaihtoehdossa VE2 uusiutumattomat materiaalit muodostavat merkittävästi suuremman osan kokonaismateriaalinkulutuksesta.
- Nykytilassa vaikutuksia ei muodostu.

Rakennusten rakentamisen ja kunnossapidon osalta luonnonvarojen kulutuksen eroa selittää rakentamisen määrä, alueelle toteutuvien rakennusten tyyppi ja perustamisolosuhteet. Vaihtoehdossa VE2 rakennetaan enemmän teollisuusrakennuksia, mitkä vaativat osin uusiutumattomia materiaaleja, ja suurempi osa rakentamisesta sijoittuu vaativien perustamisolosuhteiden alueelle.

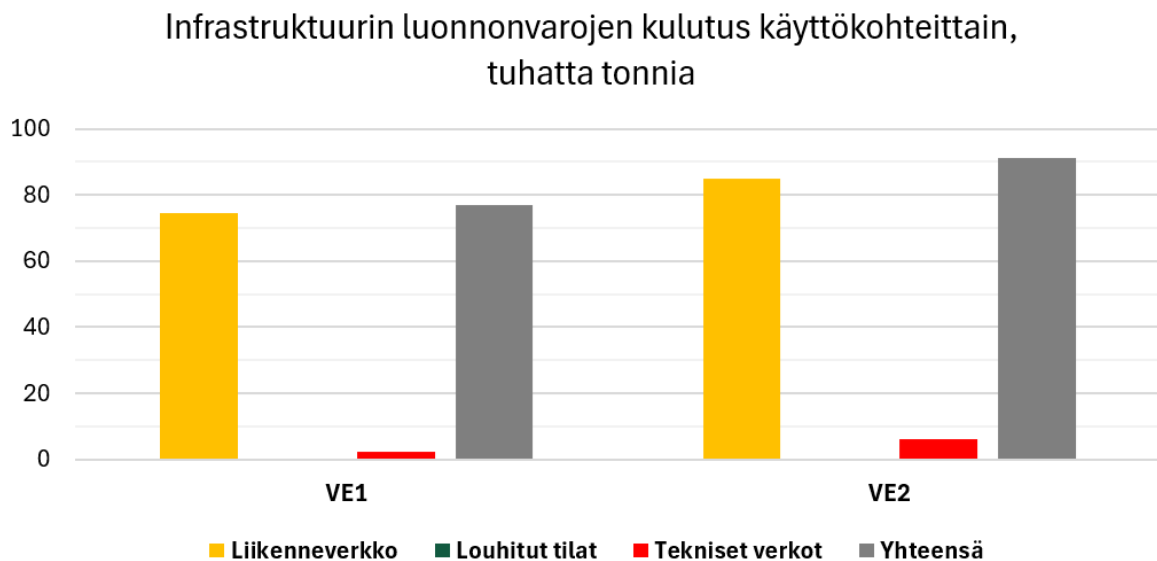


Kuva 10. Vellamon asemakaavan rakennusten materiaalien kulutus materiaalityypeittäin.

Infrastrukturi

Vellamon kaavaluonnosvaihtoehtojen infrastruktuurin luonnonvarojen kulutus on esitetty seuraavassa kuvassa (Kuva 10).

- Vaihtoehtojen välillä eri ole kovin suurta eroa. Luonnonvarojen kulutus on vain hieman suurempi vaihtoehdossa VE2 (91,28 tuhatta tonnia) kuin vaihtoehdossa VE1 (76,99 tuhatta tonnia). Vaihtoehdossa VE2 toteutuisi alueelle hieman enemmän uutta tiestöä, ja suhteessa suurempi osuus sijoittuisi vaikeasti rakennettavalle alueelle.
- Suurimpia luonnonvarojen kulutuksen kohteita ovat liikenneverkko sekä tekniset verkot (pysäköintialueet).
- Louhittuja tiloja ei toteuteta: laskurissa louhituksi tilaksi lasketaan suuret louhintatyöt, tavanomaisen rakentamisen edellyttämä louhinta sisältyy rakennusten perustamistöiden päästöihin.
- Nykytilassa vaikutuksia ei muodostu.



Kuva 11. Vellamon asemakaavan infrastruktuurin materiaalien kulutus käyttökohteittain.

4.3.4 Luontovaikutukset

Kokonaistarkastelu

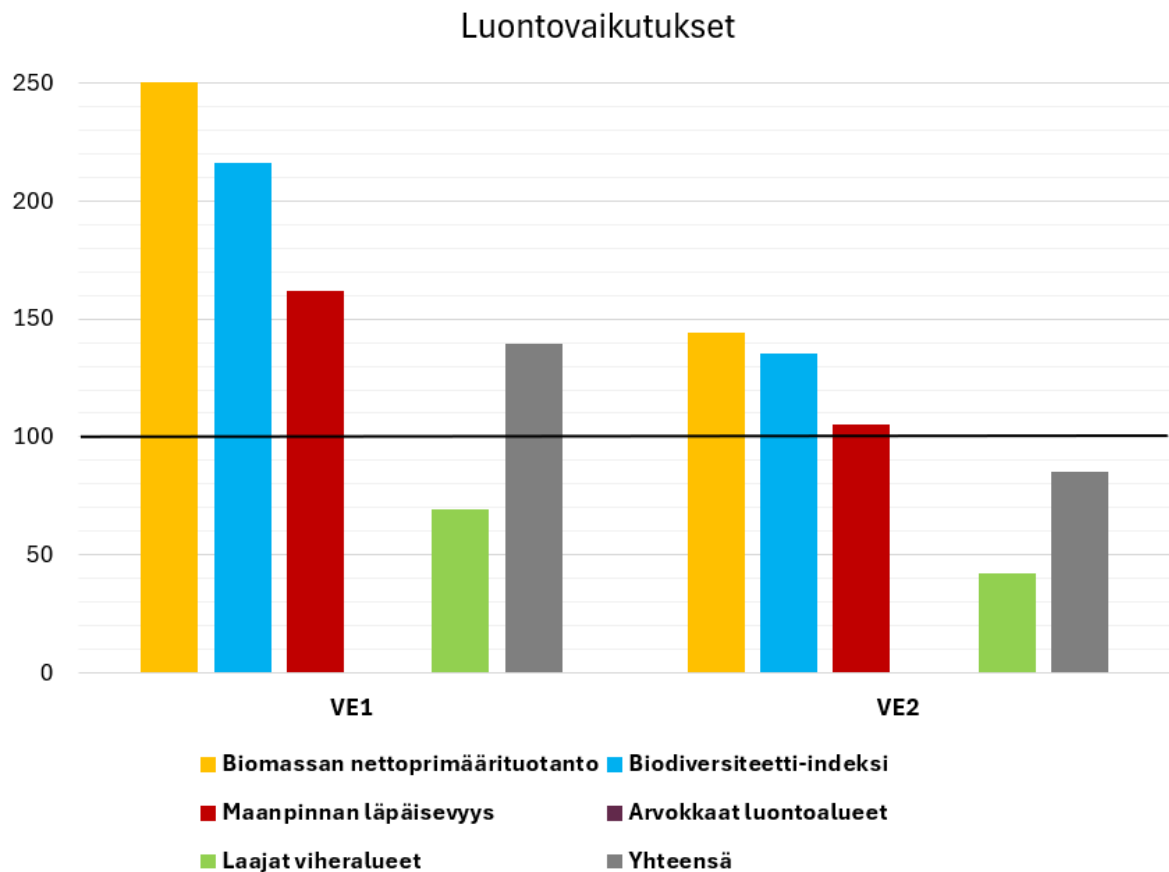
Vellamon kaavaluonnosvaihtoehtojen luontovaikutukset on esitetty seuraavassa kuvassa (Kuva 12). Luontovaikutusten laskennassa arvo 100 kuvaa 34:n suurimman kaupunkiseudun keskiarvoa. **Arvot 0–100 ovat suurten kaupunkiseutujen keskiarvoa parempia, ja arvot yli 100 keskiarvoa huonompia.**

- Vaihtoehdossa VE1 luontovaikutukset yhteensä ovat jonkin verran keskiarvoa huonompia (140).
- Vaihtoehdossa VE2 luontovaikutukset yhteensä ovat jonkin verran keskiarvoa parempia (85).
- Biomassan nettoprimäärituotanto: Vaihtoehdot ovat keskiarvoa huonompia (VE1 251, VE2 144)
- Biodiversiteetti-indeksi: Vaihtoehdot ovat keskiarvoa huonompia (VE1 216, VE2 136)
- Maanpinnan läpäisevyys: Vaihtoehdot ovat keskiarvoa huonompia (VE1 162, VE2 105)
- Laajat viheralueet: Vaihtoehdot ovat huomattavasti keskiarvoa parempia (VE1 69, VE2 42)
- Arvokkaat luontoalueet: Vaikutuksia ei muodostu
- Nykytilassa vaikutuksia ei muodostu.

Kuten jo aiemmin on todettu, laskuri arvioi kokonaisekotehokkuuden suhteessa kerrosalaan. Tuloksia ei pidetä kovin kuvaavina, kun huomioidaan, että vaihtoehdossa VE2 rakentamiskäyttöön otettava pinta-ala on huomattavasti suurempi, jolloin vaikutuksiakin pitäisi muodostua enemmän. Sen sijaan indikaattoriakohtaisesti tarkasteltuna tämä käy hyvin ilmi seuraavasta luvusta.

Laskuriin olisi mahdollista syöttää lähtötiedoiksi alueita, jolle kehittyy uusia luonnon näkökulmasta arvokkaita ominaispiirteitä, esimerkiksi silloin kun suunnitelmassa on ennallistaa alueita luonnon-tilaiseksi. Kaavaratkaisuissa on osoitettu luo-merkinnöillä arvokkaita alueita (luontotyypit, viitasammakot ja pikkusiniivien elinympäristö), mutta koska suunnitelmilla ei pyritä aktiivisesti parantamaan elinympäristöjen olosuhteita, alueista tietoja ei ole syötetty laskuriin.

On kuitenkin huomionarvoista, että molemmat kaavavaihtoehdot vaikuttavat positiivisesti arvokkaiden luontoalueiden säilymiseen siinä mielessä, että niiden määräykset suojaavat alueita muulta maankäytöltä. Kaavaselostuksessa on tehty erillinen luontovaikutusten arviointi asiantuntija-arviona.



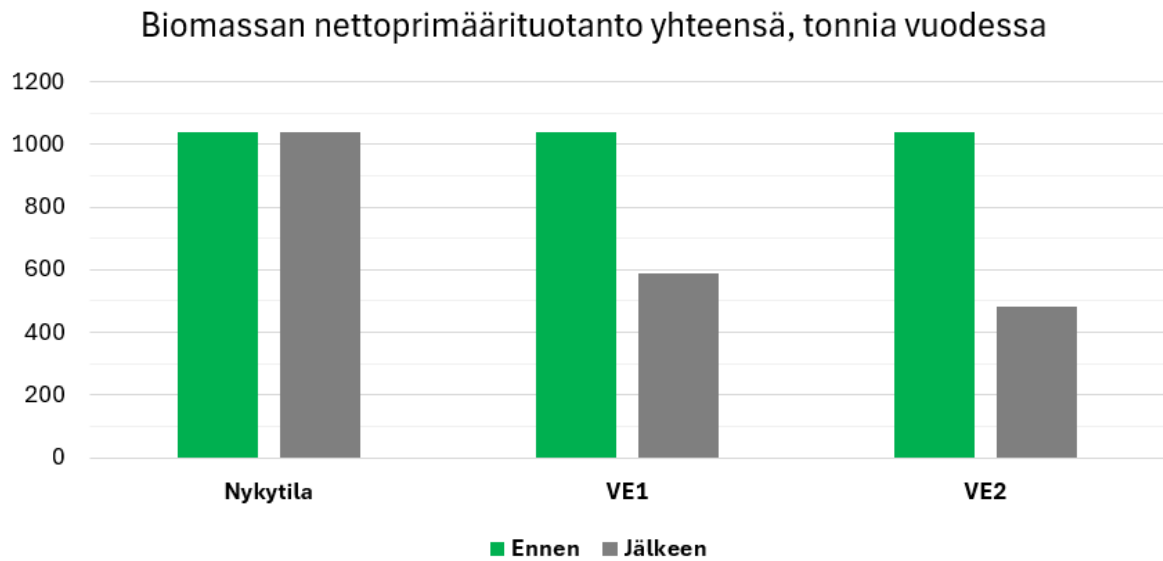
Kuva 12. Vellamon asemakaavan luontovaikutukset.

Tarkastelu indikaattoreittain

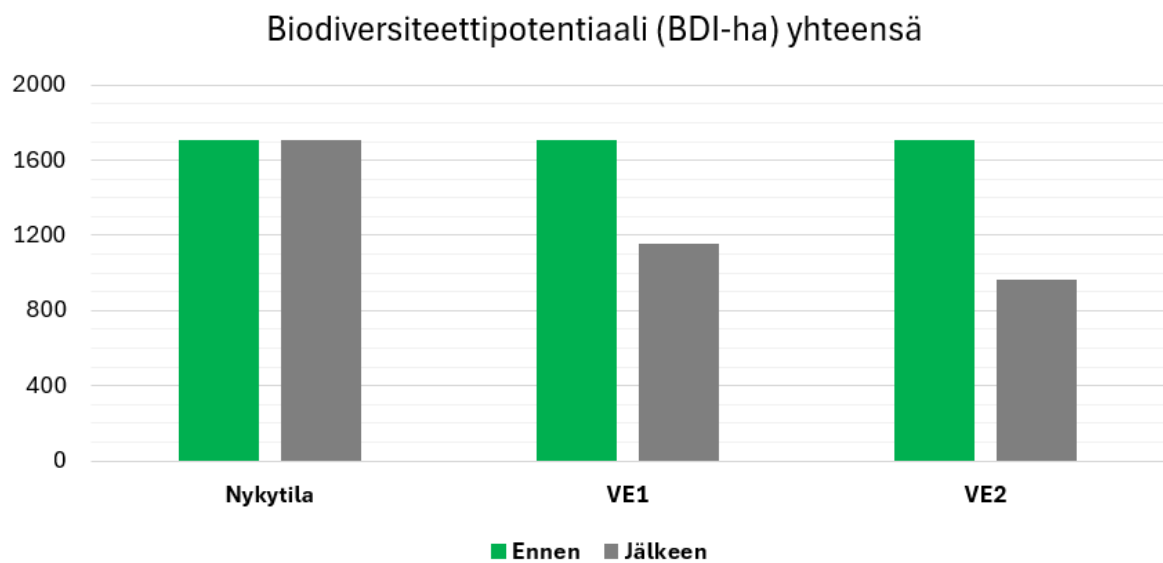
Vellamon kaavaluonnosvaihtoehtojen vaikutukset biomassan nettoprimäärituotantoon, biodiversiteetti-indeksiin ja maanpinnan läpäisevyyteen on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuva 13, Kuva 14, Kuva 15).

Biomassan nettoprimäärituotanto, biodiversiteettipotentiaali ja maanpinnan läpäisevyys vähenisivät molemmissa vaihtoehtoissa, kun ennestään rakentamatonta aluetta otettaisiin rakentamiskäyttöön. Vaihtoehdossa VE1 nykytilaan verrattuna biomassan tuotanto vähenee lähes puoleen, biodiversiteettipotentiaali (BDI-ha) noin kolmanneksella ja läpäisevän maan osuus noin neljänneksellä. Vähenemä on hieman suurempi vaihtoehdossa VE2. Ero johtuu rakentamisen määrästä ja siitä, että laskentamenetelmässä on erilaiset kertoimet eri käyttötarkoituksille, esimerkiksi asuinrakentamiseen tai virkistyskäyttöön osoitettujen alueiden toteuttaminen aiheuttaa vähemmän kielteisiä vaikutuksia kuin vastaava määrä teollisuusrakentamista tai katuja.

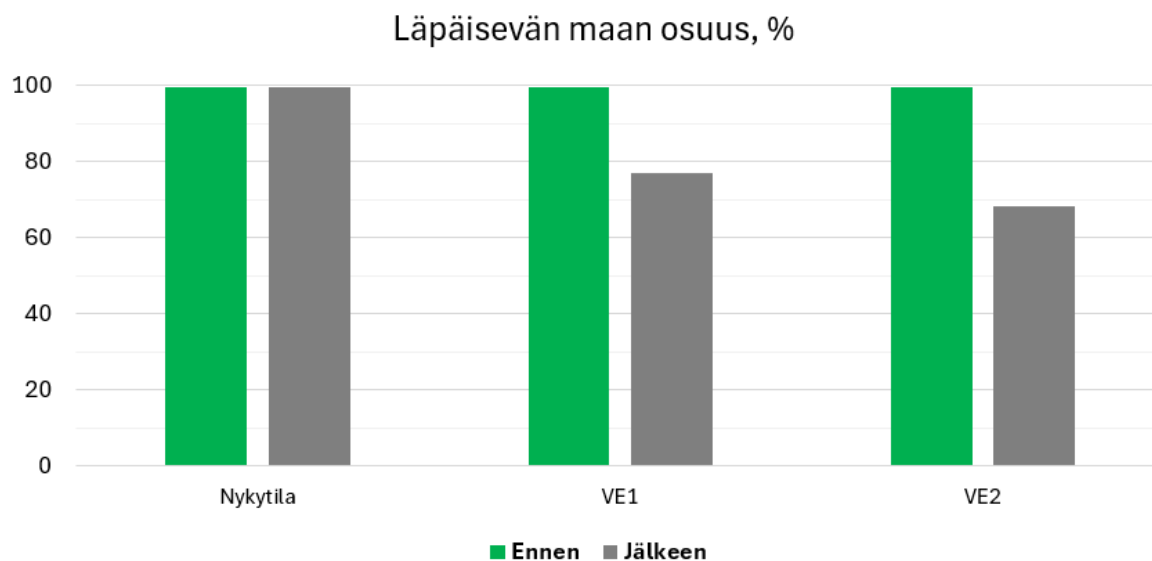
Mikäli suunnitelmaa ei toteutettaisi, vaikutuksia ei muodostuisi, sillä uutta aluetta ei otettaisiin rakentamiskäyttöön.



Kuva 13. Vellamon asemakaavan biomassan nettoprimäärituotanto.



Kuva 14. Vellamon asemakaavan biodiversiteettipotentiaali (BDI-ha).



Kuva 15. Vellamon asemakaavan läpäisevän maan osuus.

4.4 Yhteenveto ja epävarmuudet

Laskurin antamien tulosten perusteella kaavavaihtoehto VE2 on kokonaisekotehokkuudeltaan parempi, kun haitalliset vaikutukset jakautuvat suuremmalle kerrosalalle. Todellisuudessa suurempi määrä rakentamista (kerrosala ja maapinta-ala) tarkoittaa suurempia vaikutuksia, mikä ilmenee tarkemmin osa-aluekohtaisesti tarkasteltuna tuloksista: vaihtoehdossa VE2 vaikutukset ovat suuremmat kaikilla laskurin osa-alueilla (kasvihuonekaasupäästöt, luonnonvarojen kulutus ja luontovaikutukset). Merkittävin ero vaihtoehtojen välillä on havaittavissa uudisrakennusten rakentamisen vaikutuksissa: kasvihuonekaasupäästöt, energiankulutus ja luonnonvarojen kulutus ovat vaihtoehdossa VE2 noin kaksinkertaiset verrattuna vaihtoehtoon VE1. Myös luontonäkökuilmasta vaihtoehto VE2 on jonkin verran heikompi. Erot selittyvät pääasiassa teollisuusrakentamisen suuremmalla määrällä vaihtoehdossa VE2. Infrastruktuurin ja maankäytön päästöissä ei ole kovin merkittävää eroa. Ensisijaisesti alueen osalta on tarkasteltu kaukolämpöverkkoon liittämistä, mutta herkkyystarkasteluna on myös tuotettu arvio lämpöpumppulaitoksen sijoittumisesta alueelle.

Laskentamenetelmä huomioi rakennusten uudis- ja korjausrakentamisen ja ylläpitämisen, infrastruktuurin kuten katujen osalta rakentamisen ja ylläpitämisen, sekä koko rakennetun ympäristön osalta käytönaikaisen energiankulutuksen kasvihuonekaasupäästöt 50 vuoden ajalle suhteutettuna alueen keskimääräiseen asukaslukuun 50 vuoden aikana. Laskentamenetelmä ei huomioi esimerkiksi rakennusten ja muun infrastruktuurin purkamisesta muodostuvia päästöjä, eikä laskurissa ole mahdollista arvioida kierrätysmateriaalien käytön vaikutusta. Epävarmuutta aiheuttaa se, että tarkempien lähtötietojen puuttuessa laskennassa on oletettu, että KTT-tontit toteutuvat tassaaisesti toimisto-, liike- ja teollisuusrakennuksina, eikä alueelle sijoitu energiankulutukseltaan epätyypillisiä rakennuksia. Vaikutukset riippuvat suuresti toteutuvan toiminnan luonteesta ja voivat olla arvioitua suurempia tai pienempiä. Laskennassa on käytetty joitakin laskurin tarjoamia oletuksia energiantuotannon ominaispäästöistä tarkempien tietojen puuttuessa, eikä huomioitu mahdollisen alueella tuotettavan aurinkovoiman osuutta alueen sähkönkulutuksessa, joten myös tältä osin vaikutukset voivat poiketa arviosta.

Laskentamenetelmä ei huomioi liikenteen päästöjen osalta työmatkaliikennettä, sillä laskuria kehitettäessä työmatkojen vaikutuksen arviointiin ei ollut käytettävissä riittävän tarkkoja tutkimustietoja, joiden avulla olisi pystytty välttämään työmatkojen laskenta osin kahteen kertaan. Myöskään tavaraliikenteen osalta käytettävissä ei ollut riittävää tietopohjaa laskennan toteuttamiseksi. Työpaikkamäärästä on kyllä esitetty arvio, mutta työmatkojen ja tavaraliikenteen määrän riippuessa alueelle toteutuvan toiminnan luonteesta, olisi työpaikka-alueen liikenteen päästöjen arviointi ylipäätään haastavaa tässä vaiheessa suunnittelua. Vaihtoehdon VE2 teollisuusalue aiheuttanee kuitenkin toteutuessaan enemmän liikennettä ja päästöjä kuin VE1:ssä suunnitellut toiminnot.

Henkilöliikenteen osalta päästöt on voitu arvioida, mutta on huomionarvoista, että laskentamenetelmä perustuu VTT:n LIPASTO-tietokannan tietoihin energiankulutuksesta ja päästöistä vuodelta 2011. Uudempien LIPASTO LIISA tieliikenteen tietojen perusteella laskentavuosien 2015 ja 2021 välillä bensiinikäyttöisten henkilöautojen liikennesuorite on laskenut 24 462 Mkm:stä 22 086 Mkm:iin ja dieselkäyttöisten 15 972 Mkm:stä 15 410 Mkm:iin. Samanaikaisesti sähkö- ja hybridi-autojen liikennesuorite on kasvanut 20,6 Mkm:stä 895 Mkm:iin. Laskuriin on myös rakennettu oletus, jonka mukaan liikenteen päästöt vähenevät energiatehokkuuden kasvamisen myötä lähelle nollaa 50 vuoden kuluessa. Laskuriin ei ole mahdollista käyttäjän vaihtaa esimerkiksi tätä kunnianhimoisempaa päästöjen vähennystavoitetta. On siis mahdollista, että laskentamenetelmä aliarvioi henkilöliikenteen päästökehitystä, mutta toisaalta henkilöliikenteen päästöt ovat vain pieni osa alueen kokonaispäästöistä.

5. ILMASTONMUUTOKSEN VAIKUTUKSET

Kasvihuonekaasuskenarioihin perustuvat laskelmat antavat osviittaa siitä, miten ilmasto tulee muuttumaan tulevaisuudessa riippuen päästökehityksestä. RCP-skenaarioissa (representative concentration pathways) skenaariosta riippuen kasvihuonekaasupäästöjen määrä joko vähenee, vastaa nykytilannetta tai lisääntyy nykyisestä (van Vuuren ym. 2011). Skenaariotteen nimissä esiintyvät lukuarvot ilmaisevat ns. säteilypakotetta. Esimerkiksi RCP8.5-skenaariossa, joka kuvaa tilannetta jossa kasvihuonekaasupäästöt jatkuvat nykyisen suuruisina, kasvihuonekaasujen ja pienhiukkasten pitoisuuksien muutokset aiheuttavat maapallon lämpötaseeseen epätasapainon, jonka suuruus on v. 2100 tienoilla 8.5 wattia neliometriä kohti (Ruosteenoja ym. 2016a).

Useissa tutkimuksissa eri RCP-skenaarioilla todetaan lämpötilojen Suomessa nousevan, muutoksen voimakkuuden riippuessa kasvihuonekaasupäästöjen määrästä. Lämpeneminen ei jakaudu tasaisesti eri vuodelle, vaan on voimakkainta talvella (Ruosteenoja ym. 2013, Ruosteenoja ym. 2016a, Ruosteenoja ym. 2016b). Valtakunnan tasolla lämpeneminen on nopeinta maan pohjoisosassa. Lämpötilojen arvioidaan nousevan Suomessa enemmän kuin maapallolla keskimäärin, jopa 1,5–2-kertaisesti (Ruosteenoja ym. 2013, Ruosteenoja ym. 2016b). Ilmatieteen laitoksen tutkimuksessa päästöjen määrän nopeaan kasvuun perustuvan skenaarion (RCP8.5) pohjalta laaditussa mallinnuksessa ilman lämpötila Suomessa nousee talvella 2–7 °C ja kesällä 1–4 °C vuosiin 2040–2069 mennessä, kun verrataan tasoon vuosina 1981–2010 (Ruosteenoja ym. 2016a). Ilmatieteen laitoksen ja Helsingin yliopiston tutkimuksen mukaan samaisen RCP8.5-skenaarion pohjalta mallinnettuna lämpötilat nousevat meillä sadassa vuodessa talvella noin 8 °C ja kesällä noin 5 °C. Eri mallien tulosten välillä on kuitenkin paljon eroa. Jos päästöjä onnistutaan hillitsemään, muutokset eivät ole aivan näin rajuja (Ruosteenoja ym. 2016b).

Vastaavasti useissa tutkimuksissa todetaan sademäärien lisääntyvän. Ilmatieteen laitoksen ja Helsingin yliopiston tutkimuksessa todetaan, että sademäärien muutosten ennustaminen on epävarmempaa kuin lämpötilojen, mutta RCP8.5-skenaariossa mallit ennustavat jokseenkin varmasti nykyistä runsaampia sateita talvisin ja loppusyksystä (Ruosteenoja ym. 2016b). Sademäärien kasvu on voimakkainta maan pohjoisosassa, mutta vuositasolla sadepäivät yleistyvät koko maassa (Jylhä ym. 2009, Ruosteenoja ym. 2013, Ruosteenoja ym. 2016a, Ruosteenoja ym. 2016b). Lisäksi rankkasateet voimistuvat (Jylhä ym. 2009). Ilmatieteen laitoksen tutkimuksessa RCP8.5-skenaariolla laaditussa mallinnuksessa Suomessa sademäärät kasvavat 4–30 % vuosiin 2040–2069 mennessä, kun verrataan tasoon vuosina 1981–2010 (Ruosteenoja ym. 2016a). Vastaavanlaisia tuloksia sademäärien lisääntymisestä ja lämpenemisestä on saatu myös Ilmatieteen laitoksen Sektoritutkimusohjelman ilmastoskenaariot (SETUKLIM) osahankkeella (Ruosteenoja ym. 2013).

Ilmastonmuutoksen myötä kosteus lisääntyy sateen, pintavesivalunnan ja ilmankosteuden lisääntyessä. Liian suuri suhteellinen kosteus yleisesti ottaen aiheuttaa rakenteiden vaurioitumista: materiaalista riippuen lahoamista, homehtumista sekä korroosiota. Useimmat huokoiset rakennusmateriaalit kuten tiili, betoni ja puu imevät kosteutta, jos ne joutuvat kosketuksiin veden tai ilman kanssa. Sateiden lisääntyminen vaikuttaa erityisesti rakennuksia suojaavaan ulkoverhoukseen, johon tulee kohdistumaan enemmän kosteusrasitusta. Etenkin syksyisin ja talvisin vähäisempi haihtuminen jättää ulkopinnat nykyistä pidemmäksi aikaa märäksi. Korroosioaika ja -nopeus kasvavat ja homeen kasvulle suotuisia olosuhteita esiintyy enemmän. (Ala-Outinen ym. 2004).

Rankkasateet voimistuvat Suomessa myös kesällä, jolloin myös kesäisin lisääntynyt kosteus ja tulvat aiheuttavat riskejä infrastruktuurille. Samalla ilmastonmuutoksen myötä kuivuus voi lisääntyä ja tulevaisuudessa kesäisin voikin kuivat jaksot ja rankkasateet vaihdella. (Jylhä ym. 2009). Keskimääräisen sadannan ja rankkasateiden lisääntyessä tulvien arvioidaan yleistyvän ja voimistuvan. (Maa- ja metsätalousministeriö 2012). Sademäärän ja rankkasateiden lisääntyminen talvisin voi aiheuttaa taajamissa sadevesiviemäriverkostojen ylikuormittumista. Rummut, kaivot ja putket voivat myös jäätyä umpeen. Seurauksena esimerkiksi kellaritilat ja alikulkukäytävät voivat tulvia. Tulvat voivat rikkoa ja siirtää esim. tierakenteita ja rumpuja, sekä aiheuttaa eroosiota, syöpymistä ja huuhtoutumista ja riskin vaarallisten aineiden, kuten pilaantuneiden maiden, leviämisestä ympäristöön. (Ala-Outinen ym. 2004)

Sademäärien kasvaessa, lumen sulamisen lisääntyessä sekä maapohjan ollessa pidempiä aikoja sulana on myös arvioitu, että pohjavedenpinta tulee nousemaan. Pohjavedenpinnan nousun seurauksena maaperän vesipitoisuus kasvaa, mikä voi vähentää maaperän lujuutta ja alentaa sen kantavuutta. Talvella pohjavedenpinnan nousu ja maaperän vettäminen voi esimerkiksi estää perustusten kuivamisen. Kuivina kausina pohjavedenpinta alenee, minkä seurauksena savimaapohjilla maaperä painuu, mikä voi johtaa esimerkiksi vaurioittaa savipohjalle perustettuja rakenteita sekä aiheuttaa putkien toimintaongelmia tai putkirikkoja. (Ala-Outinen ym. 2004)

Hyvin kuivia kesiä saattaa tulevaisuudessa esiintyä nykyistä enemmän (Ruosteenoja ym. 2013), vaikka kesällä sataa yhä enemmän kuin talvella. Ilmaston lämpeneminen lisää veden tarvetta haihdunnan voimistuessa ja on myös viitteitä, että sateita saataisiin tulevaisuudessa nykyistä epäsäännöllisemmin (Jylhä ym. 2009). Lämpimien ja kuivien jaksojen yleistyminen lisää tarvetta varautua jäädytyksen tarpeen kasvuun kesällä (Maa- ja metsätalousministeriö 2012).

Ilmatieteen laitoksen tutkimuksessa arvioitiin rakennusten energiankulutusta vuoden 2030 ilmastossa ilmastoskenaarioiden avulla muodostettujen tulevaisuuden sääaineistojen avulla. Tutkimuksen mukaan pientalon tilojen ja ilmanvaihdon lämmitystarve vähenee vuoteen 2030 mennessä noin 10 % ja jäädytystarve kasvaa 17–19 %. Toimistotalon lämmitystarve on vastaavasti 13 % pienempi ja jäädytystarve 13–15 % suurempi kuin nykyisessä ilmastossa. Kaikkiaan rakennusten kokonaisostoenergiankulutus vähenee vuoteen 2030 mennessä 4–7 % ilmaston muuttumisen takia. (Jylhä ym. 2011).

Ilmatieteen laitoksen, Helsingin yliopiston ja SYKE:n ACCLIM-hankkeen ensimmäisen vaiheen lopuraportin mukaan ilmaston lämmitessä ja etenkin talven alimpien lämpötilojen kohotessa myös pakkaspäivät harvenevat. Vuosisadan viimeiseen kolmannekseen siirryttäessä pakkaspäivien määrän arvioidaan putoavan Lapissa ja Kainuussa 50–60 päivällä ja muualla maassa 60–70 päivällä, rannikolla enemmänkin. Pakkaspäiviä olisi tuolloin Pohjois-Suomessa noin kolmannes ja etelässä noin puolet nykyistä vähemmän. Lisäksi aikaväli ensimmäisestä viimeiseen pakkaspäivään lyhenee lähes kahdella kuukaudella, ja samalla pakkaskauden lomaan osuvat suojapäivät lisääntyvät. Myös lumen määrä vähenee ja lumipeiteaika lyhenee. (Jylhä ym. 2009). Lämpeneminen vähentää roudan esiintymistä ja määrää. Kelirikkoilanteita voi esiintyä talvella, jos useamman päivän suojasää ja samanaikainen runsas vesisade pääsevät sulattamaan maata. Toisaalta pitemmällä aikavälillä kelirikkotapahtumat vähenevät routakauden lyhentyessä maan eteläosissa. (Gregow ym. 2011). Talvien lämpeneminen ja routasyvyyksien pienentyminen voi toisaalta helpottaa rakentamista, ja pakkasvaurioiden määrä voi vähentyä. Toisaalta enemmän vetenä tulevien talvisateiden lisääntyminen voi aiheuttaa lisähaastetta rakenteiden kuivattamiseen. (Ala-Outinen ym. 2004)

Tuulisuuden osalta ei Ilmatieteen laitoksen tutkimuksen mukaan ole odotettavissa suurta muutosta Pohjois-Euroopassa, mutta myrskytuhojen ennustetaan lisääntyvän johtuen muun muassa siitä, että lämpimämmissä olosuhteissa esiintyy rajumpia tuulia. Rajujen ukkosmyrskyjen arvioidaan lisääntyvän Pohjois-Euroopassa 5–40 % 2000-luvun aikana, mikä lisää voimakkaiden tuulenpuuskien riskiä kesäisin. (Gregow ym. 2020). Tämä voi lisätä myrskytuhojen määrää ja siten heijastua rakennusten ylläpidon kustannuksiin.

6. SUOSITUKSIA JATKOSUUNNITTELUUN

Kaupunkiympäristön merkittävimpiä kasvihuonekaasujen päästölähteitä ovat rakentaminen, energiankäyttö ja liikenne. Maankäytön suunnittelussa ja rakentamisessa ilmastopäästöjen vähentämiseen voidaan vaikuttaa ohjaamalla yhdyskuntarakennetta ja erilaisten toimintojen sijoittumista, edistämällä uusiutuvien energianlähteiden tuotantomahdollisuuksia ja materiaalien kestävämpiä tuotanto- ja kulutusmuotoja, vahvistamalla ja ylläpitämällä hiilinieluja ja -varastoja kaupunkiympäristössä sekä vaikuttamalla rakennusten hiilijalanjälkeen ja rakennetun ympäristön käytön aikaiseen energiankulutukseen. (Tikkakoski ym. 2024)

Vellamon alueen osalta yleiskaavatasolla tehdyt ratkaisut vaikuttavat osin esimerkiksi liikenteen päästöihin ja viherrakenteeseen. Kuitenkin asemakaavatasolla voidaan yhä päästä hyvin ekotehokkaaseen ratkaisuun, esimerkiksi suunnittelemalla alueen rakennukset mahdollisimman energiatehokkaiksi, varmistamalla kestävä liikunnan edellytykset ja maksimoimalla viherpinta-ala.

Seuraavissa osioissa on arvioitu, miten ekotehokkuutta voitaisiin kaavassa parantaa. Toimenpiteitä on jaoteltu kunnan ilmastosuunnitelman 2024–2028 tavoitteiden pohjalta (kursiivi).

6.1 Rakentaminen

Tavoite: Edistetään kestäväää ja viihtyisää elinympäristöä

Tavoite: Parannetaan rakennusten energiatehokkuutta rakenteellisilla parannuksilla

Uudisrakentamisen elinkaarenaikaiset päästöt muodostuvat enimmäkseen rakentamisesta ja siihen tarvittavista materiaaleista. Päästöjen tasoittumiseen menee tavanomaisella uudisrakennuksella usein jopa yli 50 vuotta. Mikäli uudisrakennus on energiatehokkuudeltaan huomattavasti parempi kuin peruskorjattu rakennus ja rakennuksen rungossa on käytetty puuta tai muita vähähiilisiä materiaaleja, voidaan päästä 25–30 vuoden takaisinmaksuaikaan. Puu rakennusmateriaalina toimii pitkäaikaisena hiilivarastona, ja puurakentaminen on yleensä nähty ilmaston kannalta nettohyötynä. Puurakentamisen lisäämisen vaikutus Suomen kokonaispäästöihin kuitenkin riippuu siitä, miten puu hankitaan: jos puurakentamisen lisääminen kasvattaa hakkuiden kokonaismäärää, vaikutus on ilmaston kannalta kielteinen hiilinielujen poistuman vuoksi. Yleisesti ottaen voitaneekin sanoa, että puurakentamisen ilmastovaikutukset ovat vähäisemmät, kuin jos vastaava määrä rakentamista toteutetaan uusiutumattomista materiaaleista kuten betoni-, tiili- tai teräsrakenteisena. Luonnosvaiheessa kaavakarttojen yleismääräyksellä pyritään suosimaan puurakentamista asuinalueilla. KEKO-laskennassa on oletettu myös K- ja KTT-tonttien toteutuvan osin puurakenteisina, joten kaavaehdotusvaiheessa olisi suotavaa pohtia myös kyseisten käyttötarkoitusten osalta määräystä, millä tavoitteeseen voitaisiin sitouttaa.

Passiivisessa rakentamisessa minimoidaan rakennusten lämmityksen ja valaistuksen energiankulutus ja päästöt hyödyntämällä aurinkoenergiasta ja asumisesta koituvaa lämpöä. Esimerkiksi ikkunoiden, seinien ja lattian aurinkolämmön keräämisen ja varastoimisen voi minimoida kesäisin ja maksimoida talvisin ilman ylimääräisen laitteiston käyttöä. Kuumentumista voi estää rakennuksissa käyttämällä passiivisia aurinkosuojia ja tuulettamalla. Läpivedolla on mahdollista viilentää asuntoa ulkolämpötilan laskiessa. Passiivisia ratkaisuja voi hyödyntää niin uusissa rakennuksissa kuin vanhojen rakennusten kunnostamisessa. Nousevat energiatehokkuuden vaatimukset voivat nostaa passiivitalojen jälleenmyyntiarvoa. Passiivinen rakentaminen voi kuitenkin olla myös tavalista rakentamista kalliimpaa ja haastavampaa. (Tikkakoski ym. 2024). KEKO-laskennassa on ajateltu, että rakennukset olisivat hyvin energiatehokkaita. Tältäkin osin olisi suotavaa joko kaavaehdotusvaiheessa pohtia tarkemmin rakentamiseen liittyviä kaavamerkintöjä tai -määräyksiä, tai vaihtoehtoisesti voidaan pohtia soveltuvia tontinluovutusehtoja tai rakentamistapaohjeita tavoitteeseen pääsemiseksi. Ohjeet eivät saa kuitenkaan olla ristiriidassa kaavaratkaisun tai rakennusjärjestyksen kanssa.

Energiaremontit ovat merkittävin keino vaikuttaa olemassa olevan rakennuskannan päästöihin, jota kaava-alueella kuitenkin sijaitsee varsin vähäisesti.

Tavoite: Ilmastonmuutokseen sopeutuminen

Ilmastonmuutokseen, kuten lisääntyvään sadantaan, varautumiseksi voidaan pohtia myös kaavaan, tontinluovutusehtoihin tai rakentamistapaohjeisiin suosituksia esimerkiksi rakennusmateriaalien osalta. Ulkoverhouksessa materiaalien vaurioitumista voidaan ehkäistä merkittävästi muun muassa oikeanlaisilla räystäillä ja pellityksillä, vähemmän kosteus- ja homeherkillä materiaalinnoilla, suojaavilla pinnoitteilla ja toimivalla vedenpoistojärjestelmällä. Rakenteiden säännöllinen kunnan tarkastaminen ja huolto ehkäisevät kosteusvaurioiden syntymistä ja voivat siten vähentää korjaustarvetta ja kustannuksia. (Maa- ja metsätalousministeriö 2012, Vinha ym. 2013).

Vaikka ilmastonmuutoksen myötä lämpötilat nousevat ja pakkaspäivät vähenevät, rakennukset tulee yhä Suomessa varustaa kunnan lämmitysjärjestelmillä, mutta entistä enemmän huomiota tulee kiinnittää myös rakennusten jäähdytykseen kesällä. Kuumuutta on mahdollista ehkäistä koneellisten jäähdytysratkaisujen lisäksi passiivisesti rakennusten suuntauksella ja sijainnilla, lisäämällä varjostusta esimerkiksi katoksilla ja ulkoisilla kaihtimilla tai käyttämällä aurinkosuojalaseja ikkunoissa. (Jylhä ym. 2011, Vinha ym. 2013, Velashjerdi Farahani ym. 2021). Myös suojapuolet voidaan parantaa varjostusta. Toisaalta puusto voi rajoittaa esimerkiksi aurinkoenergian hyödyntämistä. Rakennusten kuumentumista voidaan ehkäistä myös materiaalivalinnoilla. Vaaleat pinnat heijastavat valoa tummia paremmin, ja läpäisevillä päällysteillä on parempi lämmönsiirtokyky, jolloin ne eivät varastoi päivän aikana niin paljon lämpöä (Tikkakoski ym. 2024).

Tavoite: Edistetään kiertotalouden toteutumista

Kiertotaloutta edistetään, kun alueiden kaavoitusta suunniteltaessa mietitään miten materiaalit tulevat suunnittelualueelle ja poistuvat sieltä sekä miten materiaalien käyttöä voidaan ohjata, jotta vältetään resurssien joutuminen hukkaan. (Tikkakoski ym. 2024). Maarakentamisen kiertotalous on materiaalien hyötykäyttöä mahdollisimman lähellä niin, että ne korvaavat neitseellisiä raaka-aineita. Mikäli maa-ainesten kuljetusmatkat pysyvät riittävän lyhyinä, voidaan uudelleenkäytöllä saavuttaa taloudellisia säästöjä ja vähentää maarakentamisessa syntyviä kasvihuonekaasupäästöjä merkittävästi. (Koivulahti ym. 2022). Samalla voidaan luoda uusia liiketoimintamahdollisuuksia. Tontit ovat maaperältään hyvin erilaisia ja mahdollisuudet käyttää kierrätysmassoja vaihtelevat, silti jokaisessa hankkeessa on syytä selvittää, voiko maanrakennustöissä käyttää kierrätettyjä maa-aineksia. Ylijäämämaamassojen kuljetus ja käsittely aiheuttaa paljon päästöjä. Niiden käsittely ja hyödyntäminen mahdollisimman lähellä syntypaikkaa on ympäristön kannalta paras ratkaisu. (Green Building Council Finland 2018 Tikkakoski ym. 2024 mukaan). Kierrätystuotteiden ja kierrätettyjen rakennusosien käyttö voidaan asettaa esimerkiksi tontinluovutusehdoksi.

6.2 Energiantuotanto

Tavoite: Edistetään uusiutuvan energian tuotantoa

Tavoite: Edistetään kestävää ja viihtyisää elinympäristöä

Tavoite: Ilmastonmuutokseen sopeutuminen

KEKO-laskennassa on oletettu, että suunnitelman toteutuessa uusien rakennusten lämmitysmuodot painottuisivat vähäpäästöisiin maa-, aurinko- ja kaukolämpöön. Vaihtoehtoisesti, mikäli alueelle tulisi datakeskus tai muu runsaasti hukkalämpöä tuottava laitos, hukkalämpöä voitaisiin mahdollisesti hyödyntää alueelle rakennettavassa lämpöpumppulaitoksessa. Savon Voiman kaukolämmön jakeluverkoston jatkamista Joensuun puolelta Vellamon alueelle on tarkasteltu alustavasti. Selvityksen perusteella toiseksi pienimmät käytönaikaiset päästöt hiilineutraalin kaukolämmön jälkeen olisi maalämmöllä, ja alueelle olisi mahdollista porata energiakaivoja, koska sinne ei sijoitu pohjavesialuetta. Myös aurinkovoima on päästötöntä. Energian- ja sähköntuotannon tavoitteita, ja sitä kautta kaavan aluevarauksia ja tarkempia määräyksiä voidaan tarkastella kaavoituksen jatkuessa. Aiheeseen liittyen voi olla tarpeen laatia lisäselvityksiä. Kaavan tulisi toisaalta mahdollistaa riittävä muuntojoustavuus energiamuotojen osalta, sillä energiateknologiat kehittyvät nopeasti kaavojen ajallisessa mittakaavassa.

Kunnan rakennusjärjestys mahdollistaa 10 kW:n eli noin 30 aurinkopaneelin asentamisen ilman rakentamislupaa, mikäli siitä ei aiheudu maisemalle, ympäristölle tai kulttuurihistoriallisesti merkittäviä vaikutuksia, joten aurinkopaneeleista ei ole kaavassa määrätty. Niiden osalta on kuitenkin mahdollista määrätä tarkemmin esimerkiksi paneelien suuntauksista, mikäli se nähdään tarpeelliseksi. Mikäli alueelle suunniteltaisiin isompaa aurinkovoimalaa tuottamaan sähköä alueelle, tulisivat kaavalliset toimenpiteet mahdollisesti tarpeellisiksi.

Alueelle voidaan myös tutkia alueellisen lämpövaraston sijoittamisen mahdollisuuksia ja tarvittaessa osoittaa kaavassa varastolle soveltuva aluevaraus. Niillä voidaan tasata lämmönkulutuksen vaihteluita, niin että varastoa ladataan siirtämällä sinne hukkalämpöä silloin, kun lämmönkulutus on pientä, ja puretaan lämpöverkkoon, kun kulutus on suurempaa. Myös älykkäällä talotekniikalla voidaan lisätä kysyntäjoustoa ja tasata energiankulutuksen huippuja. (Tikkakoski ym. 2024). Älykkäitä, kysyntäjoustoa lisääviä ratkaisuja voidaan edistää muun muassa tontinluovutusehdoissa (mm. Helsingin kaupunki 2014, Turun kaupunki 2019). Kaksisuuntaiset matalalämpöverkot ja kaksisuuntaiset sähköverkot mahdollistavat rakennusten tuottaman energian syöttämisen sähkö- tai kaukolämpöverkkoon, niin että verkkoon liittyneet rakennukset voivat olla sekä energian ostajia että myyjiä. (Tikkakoski ym. 2024)

6.3 Liikenne

Tavoite: Edistetään vähäpäästöistä liikennettä

Tavoite: Edistetään kestävästä liikkumisesta kehittämällä ja ylläpitämällä kävely- ja pyöräilyreittejä

Tavoite: Edistetään kestävästä ja viihtyisää elinympäristöä

Alueen yleissuunnitelmassa osoitetut pyörätiet sekä luonnosvaiheessa kaavakarttojen ohjeelliset jalankululle ja polkupyöräilylle varatut alueen osat edistävät kestävästä ja turvallista liikkumista jalan ja polkupyörällä. Kaavaehdotusvaiheessa voidaan pohtia esimerkiksi pyöräpysäköintiin ja pysäköintialueiden mitoittamiseen liittyviä määräyksiä, millä voitaisiin lisätä kestävien kulkumuotojen osuutta. Osa autopysäköinnistä on mahdollista myös osoittaa sähköautoille varatuksi.

6.4 Luonnonympäristö ja muut viheralueet

6.4.1 Luontopohjaiset ratkaisut

Tavoite: Metsäekosysteemien kestävä hoito ja monimuotoisuuden säilyttäminen

Tavoite: Hiilensidonnain edistäminen

Tavoite: Ilmastonmuutokseen sopeutuminen

Luontopohjaiset ratkaisut ovat strategioita, menetelmiä ja teknologioita, joiden toiminta perustuu ekosysteemipalveluihin tai luonnossa esiintyvien prosessien jäljittelemiseen. Luontopohjaiset ratkaisut voivat pohjautua olemassa olevien ekosysteemien ylläpitoon ja kestävästi hyödyntämiseen tai elinympäristöjen hoitoon, kunnostukseen ja uusien ekosysteemien luomiseen. Luontopohjaisia ratkaisuja voidaan hyödyntää niin ilmastonmuutoksen hillinnässä kuin muutokseen sopeutumisessa. Maankäytön suunnittelussa voidaan luontopohjaisia ratkaisuja sisällyttämällä vaikuttaa merkittävästi esimerkiksi hiilensidontaan eli hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen hiilinielujen ja -varastojen lisäämällä. Taloudellisesta näkökulmasta tarkasteltuna luontopohjaiset ratkaisut voivat olla pitkällä aikavälillä kustannustehokkaampia kuin perinteiset teknologiapohjaiset ratkaisut. (Tikkakoski ym. 2024)

Ensisijaisesti suunnittelussa tulisi pyrkiä hiilinielujen ja -varastojen lisäämiseen ja olemassa olevien ylläpitämiseen niin, että niiden hiilensidontakyky säilyy mahdollisimman hyvänä.

Keskeisiä keinoja hiilivarastojen ylläpitämiseksi tai lisäämiseksi ovat (Tikkakoski ym. 2024):

- Olemassa olevien metsien säilyttäminen (erityisesti rehevät kasvupaikat)
- Olemassa olevan kaupunkipuuston säilyttäminen myös rakennetummilla alueilla
- Laadultaan heikenneiden viheralueiden ennallistaminen
- Nykyisten viheralueiden vaaliminen ja niiden kasvillisuuden määrän maksimointi, erityisesti suureksi kasvavien ja pitkäikäisten puiden suosiminen, ja luonnonmukaisuuden suosiminen istutusalueilla
- Rakennuskäyttöön otettujen tai pinnoitettujen alueiden määrän minimointi ja kaiken kaupunkivihreän maksimointi (viherkatot, kaupunkipuut)
- Maaperän huokoisuuden parantaminen esimerkiksi biohiilen avulla.

Luonnosvaiheessa kaavakartoilla osoitetut suojaviheralueet ja lähivirkistysalueet, sekä yleismääräyksen mukainen tonteilla edellytetty reuna-alueiden, rakentamattomien osien sekä tietyn pinta-alan osuuden säilyttäminen tai istuttaminen viheralueina edistävät elinympäristön viihtyvyyttä, tie- ja rautatieliikenteen sekä alueelle sijoittuvien toimintojen mahdollisen melun vaimentamista, sekä hiilen sidontaa.

Kaava-alue ei sijoitu varsinaiselle tulvariskialueelle, mutta kaavaratkaisu lisää läpäisemättömän pinnan määrää. Lisäksi pintavalunnan arvioidaan lisääntyvän ilmastonmuutoksen seurauksena, mikä voi lisätä tulvariskiä. Kaavassa on tavoitteena imeyttää suurin osa hulevesistä tonteilla, ja luonnosvaiheessa kaavakartoilla osoitetut hulevesiä varten varatut alueen osat (hule-1), sekä yleismääräyksen mukainen luonnontilaisten alueiden säilyttäminen ja viheralueiden ja vettä läpäisevien pintojen suosiminen, tuottaa hulevesien hallinnan lisäksi hyötyjä myös ilmastolle ja luonnonympäristölle. Siniviherrakenteilla voi olla paikallisesti positiivisia vaikutuksia myös esim. mikroilmastoon ja sitä kautta alueen käyttäjille.

Luonnosvaiheessa kaavakartoilla osoitetut luonnon monimuotoisuuden kannalta erityisen tärkeät alueet (luo) myös edistävät osaltaan luonnon monimuotoisuuden säilymistä. Kaavasuunnitelmilla ei pyritä aktiivisesti parantamaan alueiden luonnontilaa, ja jatkosuunnittelussa voisikin pohtia, voisiko alueiden soiden luonnontilaa parantaa ojitettuja soita ennallistamalla. Nykytilassa kunnassa sijaitsee runsaasti ojitettuja suoalueita. Soiden ennallistamisella voitaisiin toisaalta saavuttaa monia hyötyjä, esimerkiksi hiilen sidonnan parannuttua ja ekosysteemipalveluiden palaututtua.

6.4.2 Soiden ennallistaminen

Luonnontilaiset ojittamattomat suot ovat hiilidioksidinieluja, sillä korkean pohjaveden pinnan takia vedenpinnan alapuolelle muodostuu hapettomat olosuhteet. Maahan päätnyt orgaaninen aines hajoaa hapettomissa olosuhteissa vain osittain ja vaikeimmin hajotettavat yhdisteet kertyvät turpeeksi, jonka kuivamassasta noin puolet on hiiltä, jonka suon kasvit ovat sitoneet ilmakehän hiilidioksidista. Kun suo ojitetään, vedenpinta laskee ja maan hapellinen pintakerros ulottuu syvemmälle mikä nopeuttaa orgaanisen aineksen hajotusta. Turpeen hajotessa siihen sitoutunut hiili vapautuu hiilidioksidina takaisin ilmakehään. Turpeessa on usein myös runsaasti typpeä, joten turpeen hajoamisesta voi seurata hiilidioksidin lisäksi toisen ilmastoa lämmittävän kasvihuonekaasun, typpioksiduulin (N₂O) päästöjä. Toisaalta ojittaminen vähentää ilmastoa lämmittävän metaanin (CH₄) muodostumista, jota muodostuu luonnontilaisella suolla maaperässä tapahtuvan hapettoman hajoamisen yhtenä lopputuotteena. (Kareksela ym. 2021)

Lisäksi ojitetun ja ojittamattoman suon kasvihuonekaasutaseiden vertailussa tulee huomioida puuston vaikutus: metsäojitetulla suolla ojitus yleensä parantaa puuston kasvuolosuhteita ja siten kerryttää puuston hiilivarastoja. Alkuun metsäojituksen vaikutus onkin yleensä ilmastoa viilentävä, koska vähentynyt metaanipäästö ja kasvavan puuston hiilidioksidinielu viilentävät ilmastoa enemmän kuin turpeen hajoamisesta syntyvät päästöt lämmittävät, mutta vaikutus muuttuu ilmastoa lämmittäväksi kun puustoon sitoutuneesta hiilestä suurin osa vapautuu hakkuun jälkeen muutamassa vuodessa hiilidioksidina takaisin ilmakehään. (mm. Hommeltenberg ym. 2014)

Ilmaston lämpeneminen voi kiihdyttää turpeen hajoamista ja lisätä ojitetun suon maaperän kasvihuonekaasupäästöjä, muun muassa koska hajottajamikrobien toiminta on voimakkaasti riippuvainen lämpötilasta ja ilmastonmuutos voi kasvattaa turvepalojen riskiä. (Kareksela ym. 2021)

Suot ovat osariippuvaisia valuma-alueilta tulevasta vedestä ja siten valuma-alueilla tapahtuvasta maankäytöstä. Soiden maankäyttö vaikuttaa toisaalta niiden alapuolisiin vesistöihin. Soiden ojitus on aiheuttanut merkittäviä suoria (pienvesien tuhoutuminen ojituksen yhteydessä) ja epäsuoria (ravinnekuormitus) negatiivisia vaikutuksia soiden läheisiin vesiekosysteemeihin ja niiden vedenlaatuun. Yksi ennallistamisen oletettu ekosysteemipalveluhyöty onkin ojituksesta ja metsätaloustoimista seuraavan ravinnekuormituslisän poistaminen ja siitä seuraava pitkän aikavälin positiivinen vaikutus suon alapuolisiin vesiekosysteemeihin. (Kareksela ym. 2021)

Suomen soiden kokonaispinta-alasta arviolta alle puolet on säilynyt ojittamattomana. Suojeltuna on noin 15 prosenttia soiden kokonaispinta-alasta. Lisäksi huomattavan moniin itsessään ojittamattomiin suoalueisiin kohdistuu kuivattavaa vaikutusta niiden vierusalueiden ojituksen takia. Eri suoluontotyyppien harvinaisuus ja runsaus vaihtelevat suuresti. Elinympäristöjen tilan heikentyminen heijastuu myös suolajien uhanalaistumiseen. Ensisijaisesti soilla elävistä lajeista arviolta 120 on uhanalaisia (vähintään vaarantuneita, VU). Lajien uhanalaistumiskehityksen hidastamista ja jopa kääntämistä voidaan pitää yhtenä ennallistamisen tavoitteena. Ennallistamisella on arvioitu olevan positiivinen vaikutus esimerkiksi soiden lintulajistoon, erityisesti vesilintuihin ja kahlaajiin sekä metsäkanalintuihin. (Kareksela ym. 2021)

Ennallistamisen tavoitteena on yleisesti ollut palauttaa suon rakenne ja toiminta luonnontilaisen kaltaiseksi ja lisätä suotuisan elinympäristön määrää soiden eliöstölle. Kasviyhteisön osalta tavoitteena on ollut kääntää ojituksen aikaansaama sukkessio – muutos kohti metsälajistoa – takaisin kohti luonnontilaisen suon lajiyhteisöä. Lisäksi tavoitteena on ollut palauttaa luonnontilaiselle suolle tyypillisiä ekosysteemipalveluita. Ekosysteemin varsinainen ennallistuminen kestää useita vuosia tai vuosikymmeniä, suon ominaisuuksista ja ojituksen aiheuttaman muutoksen määrästä riippuen. Isompien muutosten tapahtuminen voi viedä enemmän aikaa ja pidemmälle muuttuneiden soiden palautuminen on epävarmempaa kuin vähemmän muuttuneiden. (Kareksela ym. 2021)

Perinteisesti ennallistaminen on toteutettu pyrkimällä palauttamaan suon luonnollinen vesitalous ojia tukkimalla, patoamalla ja pintavallien avulla sekä harventamalla suon puusto vanhojen ilmakuvien perusteella ennen ojitusta vallinneeseen tilaan. Perinteisen ennallistamisen rinnalle on viime vuosina noussut vesien palauttaminen, missä kuivahtaneita mutta yleensä ojittamattomia aapasointa kytetään vesiä uudelleen ohjaamalla takaisin reunaojituksen katkaisemaan luonnolliseen valuma-alueeseensa. Koska ennallistamisessa keskeistä on suon vedenpinnan nostaminen takaisin ojitusta edeltävälle korkeustasolle, onnistuessaan ennallistaminen voi palauttaa suon turvetta kerryttäväksi ja hiiltä sitovaksi ekosysteemiksi. Toisaalta tulee huomioida maaperän lisäksi vaikutus puuston hiilivarastoihin: yleensä ojitus parantaa puuston kasvuolosuhteita ja ennallistaminen heikentää niitä (mm. Hommeltenberg ym. 2014). Ennallistamiselle vaihtoehtona olisi jatkaa puuston hiilivarastojen kerryttämistä suojelemalla metsä ilman ennallistamista.

Suot tuottavat myös monia eri ekosysteemipalveluita, joihin ojitus merkittävästi vaikuttaa. Puun-tuotannon ja hiilen sitomisen ohella soiden tuottamia potentiaalisia ekosysteemipalveluita ovat esimerkiksi tulvasuojelu, virkistyskäyttö sekä erilaiset sosiokulttuuriset hyödyt kuten maisema ja luontokokemukset. Soiden virkistyskäyttö vaihtelee suon tyyppin mukaan (esim. marjastus vs. lintubongailu) ja siksi myös ennallistamisen vaikutukset soiden virkistysarvoihin vaihtelevat. (Karek-sela ym. 2021)

6.4.3 Ekologinen kompensatio

Vaihtoehtoisesti voidaan pohtia, voitaisiinko kaava-alueen rakentamisen luontovaikutuksia kom-pensoida muualla kunnan alueella. Ekologisessa kompensatiossa ympäristölle aiheutuvia haittoja voidaan hyvittää ennallistamalla tai suojelemalla heikennettyjä luontoarvoja muualla kuin hanke-alueella (Mustajärvi ym. 2019). Ekologinen kompensatio on kuitenkin vasta lieventämishierar-kian viimeinen porras: lieventämishierarkian mukaan luontoon kohdistuvia haittoja tulisi aina en-sin välttää, sitten vähentää ja sitten korjata alueella, johon haitta kohdistuu. Vasta näiden toimien jälkeen tulisi ottaa käyttöön ekologinen kompensatio, eli aiheutetun haitan korvaaminen jollakin toisella alueella.

Suomessa ekologinen kompensatio perustuu luonnonsuojelulakiin (LSL 9/2023) ja sitä täydentä-vään asetukseen (933/2023). Suomen laissa ekologinen kompensatio on määritelty vapaaeh-toiseksi, ja sille on määritelty tietyt kriteerit: toimenpiteiden täytyy mm. olla uusia toimenpiteitä, joihin ei ole ollut muuta tai lainsäädäntöön perustuvaa aiempaa velvoitetta, ja ajallisesti hyvityk-sen perustavat toimenpiteet, jotka luovat edellytykset tavoitellun tilan saavuttamiselle, tulee to-teuttaa ennen heikentävien toimenpiteiden aloittamista.

Kaavoituksen jatkovaiheissa voidaan päivittää KEKO-laskentaa suunnitelman muutosten mukai-sesti. Vaihtoehtoisesti tai rinnalle voidaan laatia ilmasto-vaikutusten arviointi esimerkiksi SYKE:n Hiilikartta-työkalulla tai Sitowisen Planect-työkalulla.

7. LÄHTEET

- Ala-Outinen, T., I. Harmaajärvi, H. Kivikoski, I. Kouhia, L. Makkonen, S. Saarelainen, M. Tuhola & J. Törnqvist (2004). Ilmastonmuutoksen vaikutukset rakennettuun ympäristöön. *VTT Tiedotteita* 2227. 83 s. + liitteet 6 s. Espoo. <https://publications.vtt.fi/pdf/tiedotteet/2004/T2227.pdf>
- Arlidge, W. N. S., J. W. Bull, P. F. W. Addison, M. J. Burgass, D. Gianuca, T. M. Gorham, C. Jacob, N. Shumway, S. P. Sinclair, J. E. M. Watson, C. Wilcox & E. J. Milner-Gulland (2018). A Global Mitigation Hierarchy for Nature Conservation. *BioScience* 68:5, 336–347. <https://doi.org/10.1093/biosci/biy029>
- Green Building Council Finland (2018.) *Tontinluovutusehdot*. 19 s. https://figbc.fi/wp-content/uploads/sites/4/2019/06/20190315-tontinluovutusehdot_toimenpide1_v3-1.pdf (lähde ei enää saatavilla).
- Gregow, H., K. Ruosteenoja, I. Juga, S. Näsman, M. Mäkelä, M. Laapas & K. Jylhä (2011). Lumettoman maan routaolojen mallintaminen ja ennustettavuus muuttuvassa ilmastossa. *Raportteja 2011: 5*. Ilmatieteen laitos. 45 s. <http://hdl.handle.net/10138/28455>
- Gregow, H., M. Rantanen, T. K. Laurila & A. Mäkelä (2020). Review on winds, extratropical cyclones and their impacts in Northern Europe and Finland. *Raportteja 2020: 3*. Ilmatieteen laitos. 36 s. <http://hdl.handle.net/10138/320298>
- Helsingin kaupunki (2014). *Kalasadaman Sompasaaren alueella noudatettavat lisäehdot*. 12 s. <https://www.hel.fi/static/kv/tontti/sompasaaren-hakumenettely/liite-13.pdf>
- Hinku-verkosto (2023). <https://www.hiilineutraalisuomi.fi/fi-FI/Hinku>
- Hommeltenberg, J., H. P. Schmid, M. Drösler & P. Werle (2014). Can a bog drained for forestry be a stronger carbon sink than a natural bog forest? *Biogeosciences* 11, 3477–3493. DOI: doi:10.5194/bg-11-3477-2014
- Honkasalo, A. Työ ja ekotehokkuus (2004). *Suomen ympäristö 685*. Ympäristöministeriö, Ympäristönsuojeluosasto. 127 s. <http://hdl.handle.net/10138/40406>
- Jylhä, K., K. Ruosteenoja, J. Räisänen, A. Venäläinen, H. Tuomenvirta, L. Ruokolainen, S. Saku & T. Seitola (2009). Arvioita Suomen muuttuvasta ilmastosta sopeutumistutkimuksia varten. ACCLIM-hankkeen raportti 2009. *Raportteja 2009: 4*. Ilmatieteen laitos. 102 s. <http://hdl.handle.net/10138/15711>
- Jylhä, K., T. Kalamees, H. Tietäväinen, K. Ruosteenoja, J. Jokisalo, R. Hyvönen, S. Ilomets, S. Saku & A. Huutila (2011). Rakennusten energialaskennan testivuosi 2012 ja arviot ilmastonmuutoksen vaikutuksista. *Raportteja 2011: 6* ja *Sitran Selvityksiä 53*. Ilmatieteen laitos. 110 s. <https://www.sitra.fi/app/uploads/2017/02/Selvityksia53-3.pdf>
- Kareksela, S., P. Ojanen, K. Aapala, T. Haapalehto, J. Ilmonen, M. Koskinen, R. Laiho, A. Laine, L. Maanvilja, H. Marttila, K. Minkkinen, M. Nieminen, A.-K. Ronkanen, T. Sallantaus, S. Sarkkola, A. Tolvanen, E.-S. Tuittila & H. Vasander (2021). Soiden ennallistamisen suoluonto-, vesistö-, ja ilmastovaikutukset. Vertaisarvioitu raportti. *Suomen Luontopaneelin julkaisuja 3b/2021*. 102 s. + liitteet 6 s. <https://luontopaneeli.fi/wp-content/uploads/2021/07/suomen-luontopaneelin-julkaisuja-3b-2021-soiden-ennallistamisen-vaikutukset.pdf>
- Koivulahti, M., A. Kuosmanen, T. Haavisto & H. Savolahti (2022). Maarakentamisen kiertotalous säästää arvokkaita luonnonvaroja. *CircBrief – Kiertotalouden parhaita käytäntöjä, toukokuu 2022*. 3 s. https://issuu.com/suomenymparistokeskus/docs/circbrief_a4-4s_fi_taitto_saavutettava_web?fr=sMGE2MDU-wNTk3Mjk
- Kontiolahden kunta (2023). *Kasvua ja asennetta – kuntastrategia*. 8 s. https://www.kontiolahti.fi/documents/364530/0/Strategia080623_saavutettava.pdf/bd4222f9-95fb-b52f-9ae7-5e84af025f88
- Kontiolahden kunta (2024b). *Kontiolahden kunnan ilmasto-ohjelma 2024–2028*. <https://www.kontiolahti.fi/documents/364530/1626641/Ilmasto-ohjelma+Kontiolahti+22012024.pdf/a4935f40-ed62-4d7b-f256-49580fed0d38>
- Kontiolahden kunta (2025). *Kontiolahden ilmastotyö*. <https://www.kontiolahti.fi/kontiolahden-ilmastotyö>
- LIPASTO – liikenteen päästöt (2024). VTT. <https://lipasto.vtt.fi:80/inventaario.htm> (lähde ei enää saatavilla).
- Luonnonsuojelulaki 9/2023. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2023/20230009>

- Maa- ja metsätalousministeriö (2012). *Miten väistämättömään ilmastonmuutokseen voidaan varautua? - yhteenvedo suomalaisesta sopeutumistutkimuksesta eri toimialoilla*. Tampereen Yliopistopaino Oy – Juvenes Print, Tampere. 176 s. https://mmm.fi/documents/1410837/1721026/MMM_julkaisu_2012_6.pdf/c01a813c-8538-4efa-b29e-4844d723c0af/MMM_julkaisu_2012_6.pdf.pdf
- Mustajärvi, L. J., J. S. Kotiaho, A. Moilanen, M. Mönkkönen & L. Suvantola (2019). Ekologisten haittojen hyvitäminen suojelualueita ennallistamalla. *Alue ja Ympäristö* 48: 2, 83–98. <https://doi.org/10.30663/ay.70941>
- Ruosteenoja, K., J. Räisänen, K. Jylhä, H. Mäkelä, I. Lehtonen, H. Simola, A. Luomaranta & S. Weiher (2013). Maa-ilmastonlaajuisiin CMIP3-malleihin perustuvia arvioita Suomen tulevasta ilmastosta. *Raportteja 2013: 4*. Ilmatieteen laitos. 83 s. <http://hdl.handle.net/10138/42362>
- Ruosteenoja, K., K. Jylhä & M. Kämäräinen (2016a). Climate Projections for Finland Under the RCP Forcing Scenarios. *Geophysica* 51: 1, 17–50. https://www.geophysica.fi/pdf/geophysica_2016_51_1-2_017_ruosteenoja.pdf
- Ruosteenoja, K., J. Räisänen, A. Venäläinen, M. Kämäräinen & P. Pirinen (2016b). Terminen kasvukausi lämpenevässä ilmastossa. *Terra* 128: 1, 3–15. <https://terra.journal.fi/article/view/107119/79710?acceptCookies=1>
- Suomen ympäristökeskus (2016a). *KEKO-laskennan kuvaus - Maankäytön muutos - Arvokkaat luontoalueet ja viherrakentaminen*. 7 s. https://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus_kehittaminen/Rakennettu_ymparisto/Tietojärjestelmat_ja_aineistot/Kaavoitus/KEKO_Kaavoituksen_ekolaskuri
- Suomen ympäristökeskus (2016b). *KEKO-laskennan kuvaus - Henkilöliikenteen päästölaskenta*. 5 s. https://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus_kehittaminen/Rakennettu_ymparisto/Tietojärjestelmat_ja_aineistot/Kaavoitus/KEKO_Kaavoituksen_ekolaskuri
- Suomen ympäristökeskus (2016c). *KEKO-laskennan kuvaus - Rakennuskanta - Uudisrakennukset ja energiankorjaukset - Energiantuotanto - Liikenneverkko*. 20 s. https://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus_kehittaminen/Rakennettu_ymparisto/Tietojärjestelmat_ja_aineistot/Kaavoitus/KEKO_Kaavoituksen_ekolaskuri
- Suomen ympäristökeskus (2016d). *KEKO-laskennan kuvaus - Kokonaisekotehokkuus*. 2 s. https://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus_kehittaminen/Rakennettu_ymparisto/Tietojärjestelmat_ja_aineistot/Kaavoitus/KEKO_Kaavoituksen_ekolaskuri
- Suomen ympäristökeskus (2024). *KEKO - Kaavoituksen ekolaskuri*. https://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus_kehittaminen/Rakennettu_ymparisto/Tietojärjestelmat_ja_aineistot/Kaavoitus/KEKO_Kaavoituksen_ekolaskuri
- Tikkakoski, P. S. Leppänen, H. Mela, S. Luhtala, M. Hildén, M. Mikkola, T. Kühn, H. Naumanen, S. Ahonen, A. Haapala, S. Lilja, H. Tuomenvirta, A. Drebs & A. Votsis (2024). Kohti ilmastokestävää kaupunkisuunnittelua – Opas ilmastonmuutoksen hillinnän ja sopeutumisen edistämiseen alueidenkäytön suunnittelussa, kaavoituksessa ja rakentamisessa. *Suomen ympäristökeskuksen raportteja 18: 2024*. 204 s. <http://hdl.handle.net/10138/576343>
- Turun kaupunki (2019). *Turun Skanssin alueen tontinluovutusehdot – energialiite*. 40 s. <https://ah.turku.fi/khkeh/2019/0812009x/Images/1733548.pdf>
- van Vuuren, D.P., J. Edmonds, M. Kainuma ym. (2011). The representative concentration pathways: an overview. *Climatic Change* 109: 5. 31 s. <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0148-z>
- Velashjerdi Farahani, A., J. Jokisalo, N. Korhonen, K. Jylhä, K. Ruosteenoja & R. Kosonen (2021). Overheating risk and energy demand of Nordic old and new buildings during average and extreme weather conditions under a changing climate. *Applied Sciences* 11: 9, 3972. 25 s. <http://dx.doi.org/10.3390/app11093972>
- Verfaillie, H. A. & R. Bidwell (2000). *Measuring Eco-efficiency – A Guide to Reporting Company Performance*. World Business Council for Sustainable Development. Monsanto Company & Environmental Resources Management plc. 36 s. <https://www.gdrc.org/sustbiz/measuring.pdf>
- Vinha, J., A. Laukkanen, M. Mäkitalo, S. Nurmi, P. Huttunen, T. Pakkanen, P. Kero, E. Manelius, J. Lahdensivu, A. Köliö, K. Lähdesmäki, J. Piironen, V. Kuhno, M. Pirinen, A. Aaltonen, J. Suonketo, J. Jokisalo, O. Teriö, A. Koskenvesa & T. Palolahti (2013). *Ilmastonmuutoksen ja lämmöneristykseen lisäyksen vaikutukset vaipparakenteiden kosteusteknisessä toiminnassa ja rakennusten energiankulutuksessa*. Tutkimusraportti 159. Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laitos. Rakennetekniikka. 354 s. + liitteet 43 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-15-2949-8>